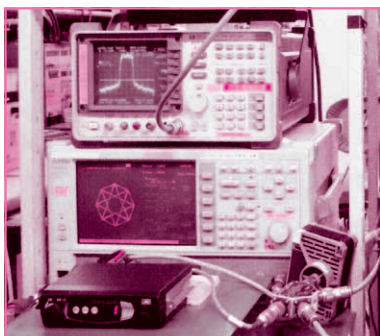




アンテナの基本特性、電波暗室とシールド・ルーム、測定方法、回線設計、フィールドでの測定など

## 続・はじめての無線機測定

### 第1部 アンテナの測定, 第2部 電波の測定

藤田 昇  
Noboru Fujita

## 第1部 アンテナの測定

### 1.1 アンテナとは

#### ■ 電気と電磁波のトランスジューサ

高周波電力をアンテナに供給すると電波に変換され、逆にアンテナに電波を当て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という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。

#### ■ 測定の必要性

アンテナの設計・製造者にとっては、その性能確認が必須ですが、購入したアンテナを使う側は公表された仕様を確認するだけで、アンテナ単体を測定することはほとんどありません。しかし、アンテナを機器に直結する場合や内蔵する場合は、機器も含めたアンテナの性能を確認する必要があります。なぜなら、アンテナ・メーカーが公表する仕様は(疑似)自由空間での測定結果であり、アンテナの近くに金属や誘電体が近付いたときと大きく異なる場合があるからです。

### 1.2 アンテナの特性

#### ■ 利得

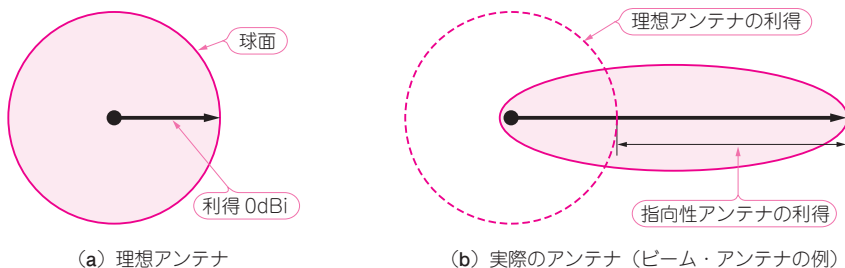
図1.1を見てください。全方向へ均等に電波を放射(または受信)するアンテナを「理想アンテナ」または「等方性アンテナ」といいます。実際のアンテナは完全等方向性でないので、理想アンテナに対して放射特性(利得)に凹凸を生じます。

理想アンテナに対する凹凸の度合いを「絶対利得」といい、一般に単位“dBi”で表します。“i”はisotropic(等方向性の)の頭文字です。最も大きな凸部分をそのアンテナの利得といいます。

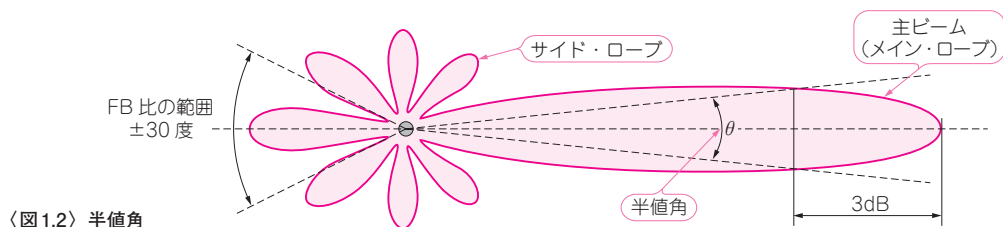
なお、半波長ダイポール・アンテナの利得を基準とする相対利得を使うときもあり、一般に単位“dBd”で表します。ちなみに、半波長ダイポール・アンテナの絶対利得は2.14 dBiになります。

#### ■ 半値角

図1.2を見てください。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落ちた点の角度で表し、その角度を半値角(または半値幅)といいます。実



〈図1.1〉アンテナの利得と指向性



〈図1.2〉半値角

際のアンテナは主ビーム(メイン・ローブ: main lobe, lobeは丸い突出物, 耳たぶの意味)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・ローブが半値角内に含まれることはありません。

## FB比

主ビームの利得と反対方向の利得の比を「FB比」(Front Back ratio)といいます。例えば正面利得が10 dBiで背面側の利得が-5 dBiのときはFB比が15 dBになります。注意しなければならないのは, 主ビームの真後ろの利得との比ではなく,  $\pm 30^\circ$ の範囲でもっとも大きなサイド・ローブの利得との比で計算することです。

## 交差偏波識別度(XPD)

電波の偏波面(電界と平行な面)には, 常に方向が一定な「直線偏波」と, 回転しながら進む「円偏波」があります。直線偏波のうち, 偏波面が大地に対して垂直なものを「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。また, 円偏波は回転方向によって右旋円と左旋円があります。

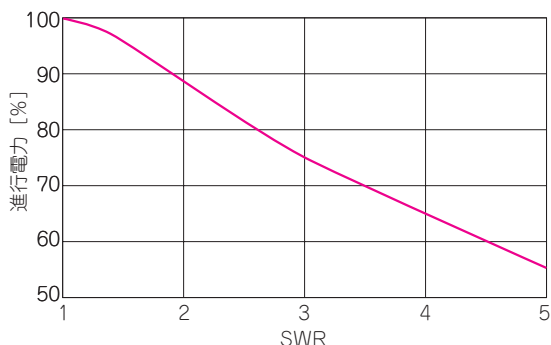
偏波面はアンテナの構造によって決まり, 理論上は垂直偏波の電波を水平偏波のアンテナでは受信できません。また, 右旋円の電波を左旋円のアンテナでは受信できません。逆も同じです。

実際のアンテナでは同一偏波での受信に比べて10～20 dB程度の低下(アイソレーション)となります。この特性を交差偏波識別度(XPD: Cross Polarization Discrimination)といい, 偏波面で通信エリアを分離するときには重要な数値です。

なお, 円偏波を直線偏波のアンテナで受けた場合, 逆に直線偏波を円偏波のアンテナで受けた場合は, それぞれ同一種アンテナで受信したときの1/2(-3 dB)の受信電力となります。XPDが3 dBであるともいえます。

## SWR

アンテナは給電線(同軸ケーブルなど)の中の高周波電力を電波に変換する役割をしますが, 無線機, 給電線, アンテナのインピーダンス整合(マッチング)が取



〈図1.3〉SWRと進行電力

れないと, 反射を生じて送受信効率が悪くなります。アンテナのマッチングの度合いはSWR(Standing Wave Ratio)で表すのが一般的です。

SWRは, 進行電力 $P_f$ と反射電力 $P_r$ から次の式で計算できます。

$$S = \frac{\sqrt{P_f} + \sqrt{P_r}}{\sqrt{P_f} - \sqrt{P_r}} \dots\dots\dots (1.1)$$

ここに $S$ : 定在波比,  $P_f$ : 進行電力 [W],  $P_r$ : 反射電力 [W]

一般的なVHF帯やUHF帯の小型アンテナの規格は $S \leq 1.5 \sim 2.0$ 程度となっています。図1.3はSWRと進行電力の関係を表したもので, SWRが2でも送信電力の約90%が有効であることがわかります。

## 1.3 測定環境

### 電波暗室

アンテナ特性の測定は電波暗室内で行うのが一般的です。写真1.1はその例です。

電波暗室は「電波無響室」とも呼ばれ, アンテナ特性を変化させる不要な反射を起こさないようにしています。また, 外部からの干渉波やノイズが入らないように周囲を金属でシールドしています。

6面無反射タイプと5面無反射タイプがあり, 後者は床面(金属またはコンクリートなど)だけが反射する構造になっており, 地上環境を模擬できます。

測定間隔は3 mまたは10 mで実施することが多く, 建物も含めて大きな設備が必要です。自社に設備がな