

# 無線LAN・Bluetoothで急増する 小型アンテナの開発

小暮裕明

前回(2000年4月号)は電磁界解析ソフトの精度について考え、シリコン基板上のスパイラル・インダクタ設計の事例をもとに、低損失化の目的に向け、どのようなアプローチで活用すればよいかについてまとめました。本連載では、おもにプリント基板の線路問題、入力信号をいかに正しく出力側つまり目的のデバイスまで伝えるかという点に着目してきました。つまり伝送線路としての性能を解析してきたわけですが、いずれも理想的には、入力ポートへの戻りや線路の途中で空間に放射するエネルギーをゼロに近づけたいという共通の目標がありました。一方、最近無線LAN<sup>1)</sup>やBluetooth<sup>2)</sup>などの、いわゆるマイクロ波帯の電波を利用したワイヤレス・システムの開発が急増していますが、そこで必要不可欠なのが、小型で性能の良いアンテナです。アンテナは情報(電磁波)をいかに効率よく空間に旅立たせるかという役割を担っているわけですから、伝送線路とは正反対の使命を帯びているともいえるのです。

## 1 電波を空間へ気持ちよく 旅立たせるために

### ●アンテナの役割

筆者のように長年アマチュア無線を趣味にしていると、アンテナは不可欠なものであるにもかかわらず、日常の通信では特別意識しないほど当たり前の存在になっています。短波帯では、海外の珍局を同時に奪い合うパイルアップに

勝った負けたといった場面で初めて、自分のアンテナの性能に疑問をもったりします。こういった相手との通信に支障をきたした苦い経験から、アンテナの設計と通信距離には密接な関係があることをよく知っています。アンテナからの電波の放射パターンは一様ではなく、八木アンテナを使ったり、ちょっとした工夫をすることで強い電波を目的方向だけに送るノウハウも知っています。

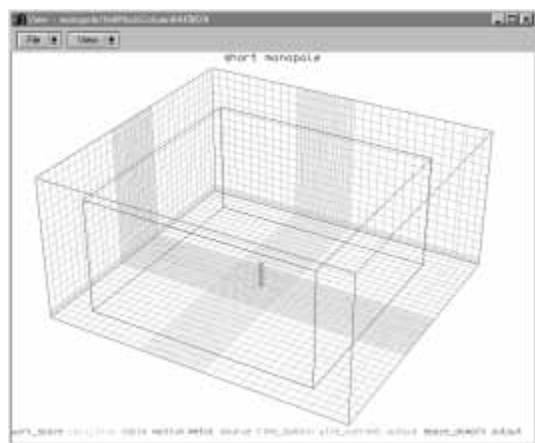
また、「受け(受信)がよいアンテナは飛び(送信)もよい」(アンテナの可逆性)という事実も、体験的に熟知しています。

一方、無線LANやBluetoothでは、通信する装置同士の設置条件が必ずしもベストな状態とはいえない場合も多く、また複数間での通信が普通ですから、鋭い指向性のアンテナよりも、むしろ全方向でありながら、装置の存在しない空間へはなるべく放射しない、むだのないアンテナが求められます。

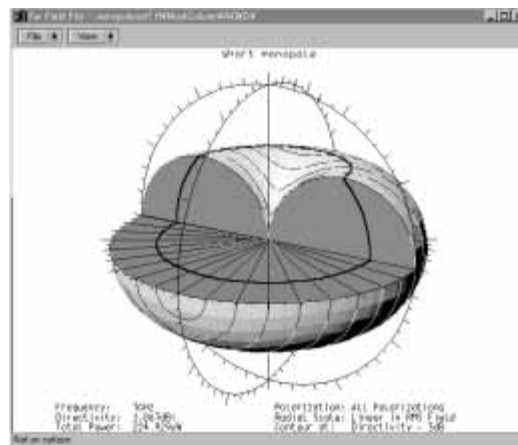
このようにアンテナは、電波(情報)をいかに効率よく空間に旅立たせ、また逆に、空間に飛び交っている電波を電気掃除機のようにうまく吸い込むことができるかという、重要な役割を担っているわけです。

### ●基本的なアンテナ

携帯電話の普及で、アンテナは急速に身近なものになりました。車に無線機を積んだモビル・ハムの多くはホイップ・アンテナを使っていますが、これらのアンテナは、図1に示すモノポール・アンテナとして動作しています<sup>3)</sup>。

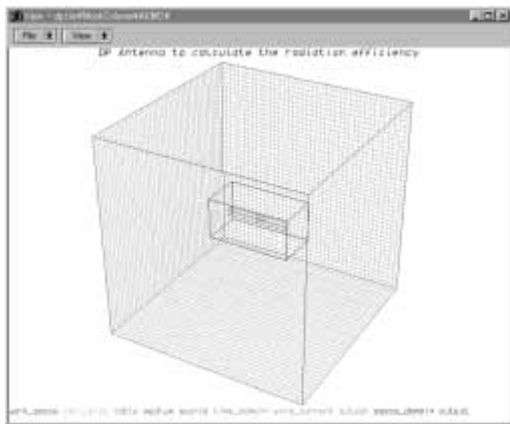


(a) 形状

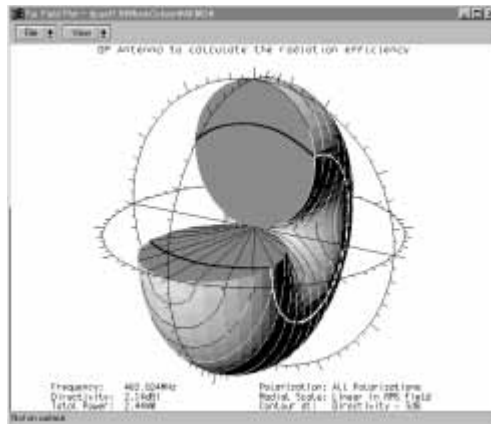


(b) 放射パターン(下半分はイメージ(鏡像)を示す)

〔図1〕モノポール・アンテナ



(a) 形状



(b) 放射パターン

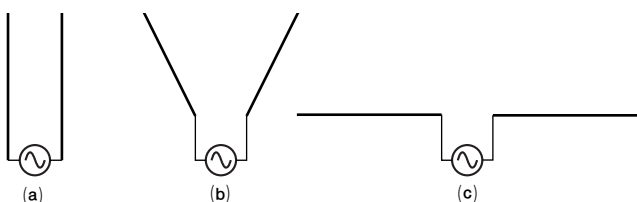
〔図2〕ダイポール・アンテナ

mono- (単一の) pole があるのだから di- (二つの) pole もあるだろうということになりますが、これが図2のダイポール・アンテナです。いずれも細い線状の金属導体で作りますから、ワイヤ系のアンテナ (線状アンテナ) に属します。

アンテナの基本は後者のダイポール・アンテナであるといわれ、ハムの入門アンテナにもなっていますが、その考え方は図3で説明されます。リボン・フィーダのような平行2線は、連載第1回 (No.19, 1999年1月号) で紹介したように伝送線路です。微小部分に分解して考えると、線路から電磁波が空間に放射されているようすが描けますが、線間が小さいときには、電流が互いに反対方向に流れていることでキャンセルされ、空間に放射されないようになっています。図3(a)では先端を開放にしていますが、この場合、線間をコンデンサと考えたときの変位電流 (連載第1回) が流れています。そして図3(b), (c)のように線間を大きくとっていきにしたがってキャンセルしきれなくなり、ついには空間に放射されるようになります。

図3(c)は、図2のダイポール・アンテナと同じですが、このような直線のアンテナ線に大きな電流を流すには、信号の周波数と線の長さを考慮する必要があります。基本は線路長を波長の半分にすることで電子の振動を共振 (共鳴) させる、いわゆる半波長ダイポール・アンテナです<sup>1)</sup>。

実装上はなるべく小型化したいので、導線の長さをさらに半分の1/4波長でも同じように動作させるように工夫したのが図1のモノポール・アンテナです。図4(b)に示すように、



〔図3〕平行線からアンテナへ

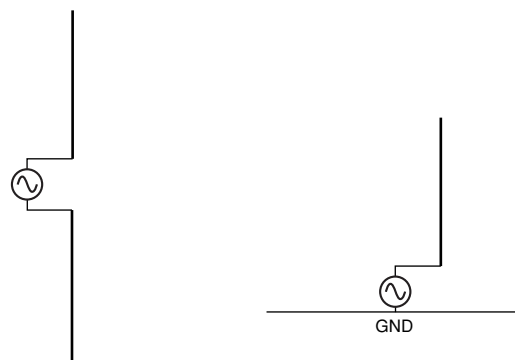
無限の導体板グラウンドは、ちょうど鏡のように働き、上半分のイメージ (鏡像) を作ることで動作しています。

## 2 ワイヤ系のアンテナ

### ●逆Lアンテナ

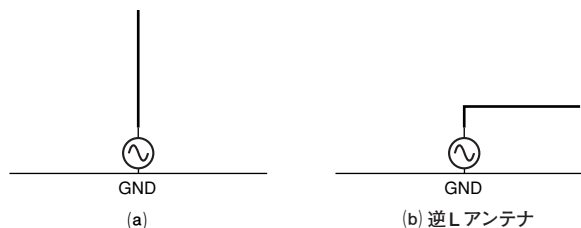
Bluetoothや無線LANは2.4GHz帯の周波数を使ったものが多く、その波長は十数cmと、製品自体の寸法に近くなってきました。しかし小型のノート・パソコンなどに実装するためには、なるべく突起部がなく、本体内に隠してしまうのがスマートでしょう。

マルコーニの時代、図5(b)のように1/4波長モノ・ポールアンテナをL字形に折り曲げた「逆Lアンテナ」が考案されま



(a) 半波長ダイポール・アンテナ (b) 1/4波長モノポール・アンテナ

〔図4〕ダイポール・アンテナとモノポール・アンテナ



〔図5〕1/4波長モノポール・アンテナ