

技術解説



八木アンテナの指向性と電子スイッチを利用してV/UHF帯電波の到来方向を瞬時に表示

携帯型方向探知機のしくみと実際

西 裕治
Yuji Nishi

電波の到来方向を表示する装置は無線方向探知機(RDF: Radio Direction Finder)と呼ばれます。

この技術は種々のシステムに使われます。例えば、飛行機の着陸時に滑走路の方向を確認したり、遭難者や動物へ装着した発信器捜索等の用途があります。

ここでは移動運用に適した携帯型の簡易方向探知機(以下、方探)について解説します。表1に本稿で紹介する方向探知機DF-1の主な仕様を示します。

1 方向探知機の種類と特徴

電波の到来方向を探知する方法はいくつかあり、図1のように独特な構造のアンテナと受信機を組み合わせます。なお、図中の方式名称は便宜的に付与したものです。

■ 磁界アンテナと電界アンテナの組み合わせ

図1(a)は磁界アンテナ(ループ・アンテナ)と電界アンテナ(垂直アンテナ)の出力を合成して得られる、カージオイド形指向性を利用します。ループ・アンテナを回転すると、受信信号が到来波の方向で最小になる特性を応用します。直交したループ・アンテナ2個を空間に設置して、アンテナを回転せずに方位検出するゴニオメータ式が古くから実用されています。

中波帯などの比較的低い周波数で構成しやすく、実用されています。自動方向表示は受信機の構造が複雑で、受信感度は低い傾向があります。

■ 八木アンテナ方式

図1(b)は、八木・宇田アンテナ(通称:八木アンテナ)やパラボラ・アンテナなどの指向性によって、方向を見定める方法です。アンテナを物理的に回転して方位を探索します。アンテナ利得によって受信感度が高く、広い範囲で遠くから到達する弱い信号を受信できます。ただし、到来方向検出に時間がかかる傾向があります。自動化するにはアンテナを回転する機構が必要です。複数の八木アンテナを使ってバランスをとり、表示精度を上げる方法も使われます。

〈表1〉方向探知機DF1の主な仕様 [株式会社無線研究所]

項目	値など
受信機外形	140×77×27mm(ハンディ・タイプ)
対応周波数	80～650MHz, 862～950MHz
表示分解能	360°/8分割(DF1-ANT使用時)
受信レベル	約-120～-30dBm(2段切り替え)
電源	内蔵単3電池(4.5～6V)、外部9～12V
消費電流	約70mA

■ 位相差検出方式

図1(c)は複数設置した垂直アンテナの位相差から電波の到来方向を計算する方式です。

垂直ダイポール・アンテナを複数組み合わせたアドコック・アンテナ、下側のエレメントを地板に置き換えた構造のU形アドコック・アンテナなどが使われます。方位確定には複雑な計算が必要です。

■ ドップラー・シフト方式

図1(d)は、回転運動でドップラ効果による周波数変動を検出して電波の到来方向を知る方法です。

■ 指向性切り替え回転方式

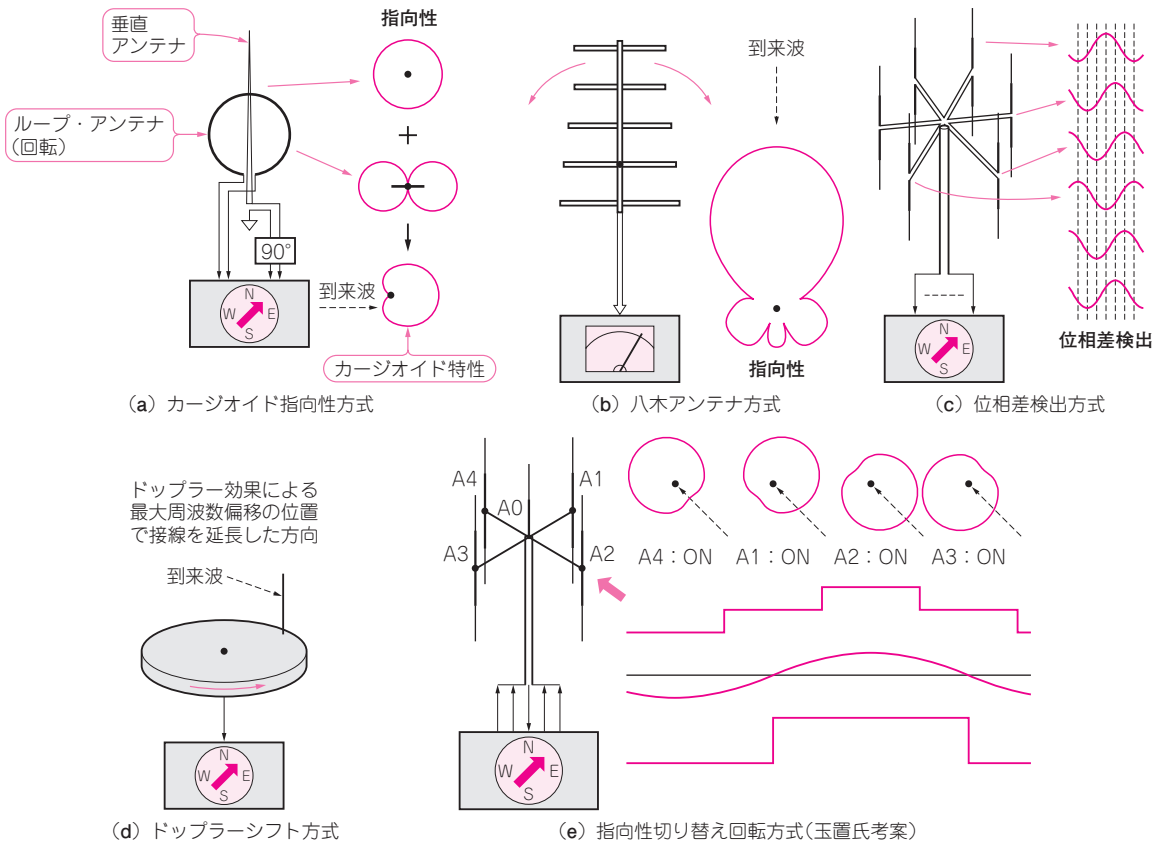
図1(e)は玉置晴朗氏(JAIQPY)が考案された自動方向探知機で、2エレメント八木アンテナの方向を電氣的に切り替えて、アンテナを高速回転したのと等価な動作で電波の到来方向を検出する方法です。

高速な方位表示が可能で、垂直アンテナ5個の組み合わせからなります。機械的な回転が不要で、比較的シンプルな方位検出回路ですみます。回転速度の限界は受信帯域幅に依存し、20～1000回転/秒程度の速度で実用例が見られます。

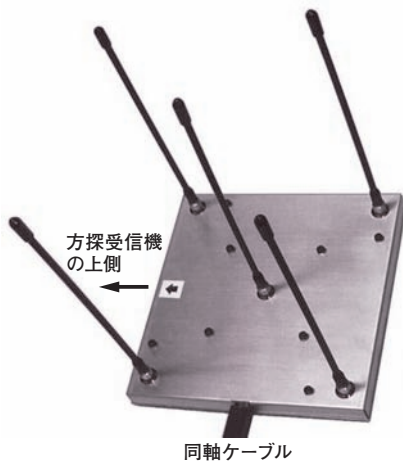
本稿で説明する方向探知機は、この方式であり、約100回転/秒で動作します。

2 方探アンテナの動作

写真1は、方向探知受信機DF1Rと組み合わせる430MHz用方探アンテナ(DF1-ANT)の外観です。



〈図1〉 到来電波の方向を感知する各種方式の例



〈写真1〉 方探アンテナDF1-ANTの外観(地板中央にA0, 周囲にA1~A4の各エレメントを配置) [株式会社無線研究所]

SMA コネクタ付きの脱着可能なエレメント5本を地板へ装着して、写真の下側へ延びる同軸ケーブルを受信機へ接続すると動作します。矢印の向きが方探受信機DF-1の上側方向に該当します。

図2は方探アンテナのブロック図です。地板中央の

アンテナ A0は受信機へ接続、周囲四隅のアンテナ A1 ~ A4は順番に一つずつ地板と接続するスイッチへ接続されて、A0とで2エレメント八木アンテナを各々構成します。

切り替えスイッチは受信機から同軸ケーブルを通して送られる制御電圧に同期して動作し、0VはA1: ON, 1VはA2: ON, 2VはA3: ON, 3VはA4: ONのように切り替えます。

周囲四隅のエレメントは、その長さによって導波器になる場合と反射器として動作する場合があります。製品のA0~A4エレメント5本は同じ長さですが、周囲四隅のエレメントは、根元から更に地板へ接続するまでの基板パターン等の長さが追加されて、反射器として動作します。

なお、周囲四隅の各エレメントの根元にコイルかコンデンサを挿入すると、同じ長さのエレメントが反射器として動作したり、導波器として動作したりします。

以下はA1~A4のエレメントが導波器として動作する場合について説明します。反射器のときは方位が反転します。

図3はONのエレメント方向を0°とした指向性です。利得差は大きくありませんが、前方の利得が高く、後