



第8章 基本的な構造，種類， その特性などを知る

携帯電話基地局用アンテナの実際

川上 春夫

Haruo Kawakami

最近では日本全国津々浦々に至るまで、携帯電話やPHSの基地局アンテナを見かけるようになりました。本稿では自動車電話・携帯電話の基地局用アンテナの実際について説明します。

1 基地局アンテナの要求特性⁽¹⁾

■ 諸元や外観など

写真1は自動車・携帯電話基地局アンテナ(以下、基地局用アンテナと略)の代表的な形状例です。基地局用アンテナの諸元を表1に示します。800 MHz帯、1.5 GHz帯、1.7～2.1 GHz帯などが使用されています。現在はW-CDMA方式(NTTドコモおよびソフトバンクモバイル)とCDMA2000方式(KDDI)が主流です。また偏波は、一般に垂直偏波が使われますが、垂直と水平の両偏波を使ったもの⁽²⁾も実用化されています。

アンテナは一般に円筒形をしており、円筒状レドーム内に、アンテナの放射素子や給電回路を収められる構造です。これらは、鉄塔や高い建物の屋上などに設置されています。レドーム直径は美観や風圧荷重などからできるだけ小さくする必要がありますが、約100～160 mm程度のもので実際に使用されています。ア

ンテナ全長は約1 m、2 m、4 mなどが使われていますが、これらはセルの大きさ(0.5～20 km程度⁽¹⁾)によって決定されます。

アンテナ設置の際、1基地局は複数のセクタに分割され、空間(space diversity)ダイバーシティや偏波ダイバーシティ(polarization diversity)が行われています。このため水平面ビーム幅

〈表1〉自動車・携帯電話基地局用アンテナの諸元例

項目	値など
使用周波数帯	800 MHz帯：810～956 MHz (146 MHz幅)
	1.5 GHz帯：1429～1501 MHz (72 MHz幅)
偏波	垂直偏波
アンテナ形状	円筒形など
レドーム直径	約100～160 mm(0.49 λ～0.78 λ)
アンテナの全長	約1 m、2 m、4 mなど
VSWR	帯域内で1.4以下程度
FB比	15～20 dB以上
水平面ビーム幅	30°、60°、90°、120°、180°、 無指向性など
ビーム・チルト角	大地側に0°～15°程度
利得	約18 dBh ^{*1*2}
垂直面のビーム幅	約2.5° ^{*1}

注▶*1：水平面ビーム幅が90°、アンテナ全長が約4 mの場合

*2：dBhは半波長ダイポールを基準とした値



(a) 無指向性
(2 GHz帯)



(b) 無指向性(ビーム・
チルト機構付き)

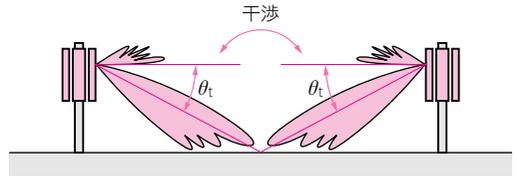
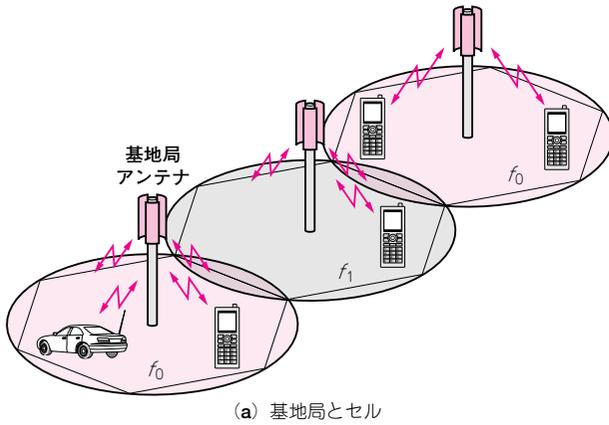


(c) 無指向性(2本送受共用)



(d) 無指向性(偏波ダイバーシティ3面合成)

〈写真1〉自動車・携帯電話基地局アンテナの代表的な外観



〈図1〉自動車・携帯電話基地局アンテナのイメージ

の異なるアンテナが必要となり、実際には30°、60°、90°、120°、180°、無指向性など多種類のアンテナが使用されています。

図1に基地局アンテナのイメージ図を示します。大地側の垂直面指向性は、送信出力、受信感度、伝搬損などから利得(ビーム幅)とサービス側のサイド・ローブ・レベルが決定されます。一方、天頂側は、同一周波数使用の隣接基地局からの電波などの干渉を避けるために、メイン・ローブ近傍のサイド・ローブを抑圧する必要があります。これらの条件を満足させるための設計上のポイントについては後述します。

以下に、アンテナ構成、ビーム・チルト、アンテナ素子、給電回路の構成について説明します⁽²⁴⁾。

■ アンテナ構成

基地局用アンテナは、垂直方向にアンテナ素子を多段配置したアレイ・アンテナが使われます。アンテナの素子数および間隔は、アンテナの全長および利得との関係から決定されます。半波長ダイポール・アンテナを間隔 d で直線上に配置した場合、アンテナ素子数と利得の関係を図2に示します。同図から、素子間隔

が1λに近いか、または素子数が多いほど利得が大きくなるのがわかります。また、素子間隔に近いほど素子間の相互結合量が大きくなり、指向性および各アンテナ素子の入力インピーダンスに影響を及ぼします。

また、セルを小さくすれば、全体としてチャネル数を多く確保でき、周波数の有効利用につながります。

■ ビーム・チルト⁽⁴⁾

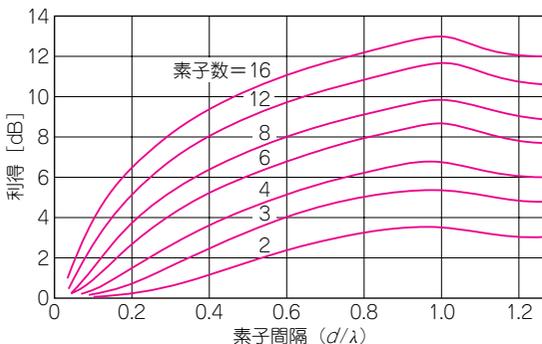
セル内に電波を有効に放射し、それ以外には電波を漏洩しないようにするためには、ビームをチルトさせる必要があります。アンテナ高が高い程、またセルが小さい程、メイン・ビームを大きくチルトさせる必要があります。ビーム・チルトの方法としては、機械チルトと電気チルトがあり、前者は取り付けや美観などを考えると適当ではありません。後者は各アンテナ素子の給電位相をある一定量ずつずらして実現しています。アンテナ素子間隔を d 、チルト角を θ_t とすると、その相対位相差 ψ は次式により求められます。

$$\psi = \frac{2\pi d}{\lambda} \sin \theta_t \dots\dots\dots (1)$$

ただし ψ : 相対位相差 [rad]

チルト角は、環境変化(例えば通信密度が高くなるなど)に伴って変更する必要があります。可変移相器や同軸ケーブルの交換で対応しています。アンテナ設置後、給電位相を各アンテナ素子ごとに可変できるような構成にすることが望ましいのですが、コストやアンテナのコンパクト化を考慮すると不適切です。

そこで、 M 個の素子を一括して1ブロックとし、このブロック単位で位相を可変できるようにします。このとき、隣り合うブロックに給電される位相差を ψ_b とすると、 $\psi_b = \psi M$ となります。このようにしてビームをチルトさせると、垂直面指向性に影響を及ぼします。図3にその一例を示します。ここである角度間



〈図2〉⁽³⁾アレイ・アンテナの利得と素子数の関係(ダイポール素子)