

# 全方向性アンテナと指向性アンテナ

## 目次

[概要](#)

[前提条件](#)

[要件](#)

[使用するコンポーネント](#)

[表記法](#)

[基本的な定義とアンテナの概念](#)

[室内での効果](#)

[全方向性アンテナの長所と短所](#)

[指向性アンテナの長所と短所](#)

[干渉](#)

[結論](#)

[関連情報](#)

## 概要

このドキュメントでは、基本的なアンテナの定義を紹介し、さらに全方向性アンテナと指向性アンテナの長所と短所を中心にアンテナの概念について説明しています。

## 前提条件

### 要件

このドキュメントに関する固有の要件はありません。

### 使用するコンポーネント

このドキュメントは、特定のソフトウェアやハードウェアのバージョンに限定されるものではありません。

### 表記法

ドキュメント表記の詳細は、『[シスコテクニカルティップスの表記法](#)』を参照してください。

## 基本的な定義とアンテナの概念

アンテナはワイヤレスシステムに3つの基本的なプロパティを与えます: ゲイン、方向および分極。ゲインは電力の増分の尺度です。ゲインとは、アンテナにより無線周波数 (RF) 信号に付加されるエネルギーの増分の総量です。指向性とは、伝送パターンの形です。通常、指向性アン

テナのゲインが増加するほど、放射角度は狭くなります。この結果、カバー距離は増加しますが、カバー角度は減少します。カバレッジ エリアや放射パターンは角度で表されます。これらの角度は度数で表現され、ビーム幅と呼ばれます。

アンテナはパッシブ デバイスであり、これにより信号に対して電力が増強されることはありません。そうではなく、アンテナでは送信側から受けたエネルギーの送信方向が変更されるだけです。このエネルギーの送信方向の変更により、一方向へのエネルギー供給が増大され、それ以外の方向でのエネルギーが減少される効果があります。

ビーム幅は水平面と垂直面の両方で定義されます。いずれの面でも、ビーム幅はアンテナの放射パターンでの半減ポイント (3 dB ポイント) 間の角距離で表されます。そのため、アンテナには水平ビーム幅と垂直ビーム幅があります。

### 図 1: アンテナのビーム幅

アンテナの定格は、等方性アンテナあるいはダイポール アンテナとの比較で表されます。等方性アンテナとは (反射傘のない電球のように) 均等な三次元放射パターンを持つ理論上のアンテナです。言い換えると、等方性アンテナは垂直および水平に完全な 360° のビーム幅、つまり球体の放射パターンを持っています。これは理論上の理想的なアンテナで、全方向に放射され、1 のゲイン (0 dB) (つまりゲイン ゼロでロス ゼロ) があります。これは、対象のアンテナの電力レベルを理論上の等方性アンテナに比較するのに使用されます。

### 図 2: 等方性アンテナの放射パターン

アンテナはその指向性によって、全方向性アンテナと指向性アンテナに大まかに分類できます。

等方性アンテナとは異なり、ダイポール アンテナは実際のアンテナです。ダイポールの放射パターンは、垂直に設置した場合、水平面で 360°、垂直面でおおよそ 75° のドーナツ型になります。ビームがわずかに集中されるため、水平面では、ダイポール アンテナには 2.14 dB の等方性アンテナを超えるゲインがあります。等方性アンテナと比較して、ダイポール アンテナには 2.14 dBi のゲインがあるとされています。アンテナのゲインが高まるほど、垂直のビーム幅は狭くなります。

等方性アンテナの放射パターンを風船に擬えてください。この場合、アンテナからは全方向に均等に放射されています。ここで、風船の最上部と最下部を押さえた状況を想起してください。こうすると、風船は外側に張り出します。この場合、水平パターンではより広いエリアがカバーされていますが、アンテナの上下のカバー エリアは少なくなっています。これにより、アンテナのゲインは増大し、より広いカバー エリアに拡大されたように見えます。

### 図 3: 全方向性アンテナの放射パターン

全方向性アンテナには、これとよく似た放射パターンがあります。これらのアンテナでは、360° の水平放射パターンが提供されます。垂直カバー域の程度が異なっても、アンテナから水平にすべての方向にカバー域が必要な場合に、全方向性アンテナが使用されます。極性とは、実際に RF エネルギーを放出するアンテナ上の素子の物理的な方向です。たとえば、全方向性アンテナは通常は垂直極性のアンテナです。

### 図 4: アンテナの極性

指向性アンテナでは、RF エネルギーが特定の方向に集中されます。指向性アンテナのゲインが増加するほど、カバー域の距離は増加しますが、実効上のカバー角度は狭くなります。指向性アンテナでは、ローブが特定の方向に押し出され、アンテナの背面でのエネルギーはほとんどありません。

### 図 5: 指向性アンテナの放射パターン

アンテナのこれ以外の重要な側面に前後比があります。前後比により、アンテナの指向性が表さ

れます。これは、アンテナが特定の方向に向けるエネルギーの比率で、アンテナの放射パターンに依存し、アンテナの背後に残される、つまり無駄になるエネルギーに対する比率です。アンテナのゲインが高まるほど、前後比は高くなります。良好なアンテナの前後比は、通常、20 dB です。

#### 図 6：キャリブレーション済みローブが備わった指向性アンテナの典型的な放射パターン

アンテナでは 21 dBi のゲイン、20 dB の前後比あるいは 15 dB の前側比が可能です。これはつまり、後方でのゲインが 1 dBi で、側面に外れたゲインが 6 dBi ということになります。ワイヤレス LAN での全体的なパフォーマンスを最適化するためには、適切なアンテナの選択と設置により無線カバー域を最大化する方法を理解することが重要です。

## 室内での効果

ワイヤレスでの伝搬は、特定の環境での反射や屈折や回折による影響を受ける可能性があります。回折とは、コーナーで電波が曲げられることです。送信側と受信側間で、RF 波によるマルチパスが形成される場合があります。元の信号に、反射や屈折や回折による信号が組み合わさってマルチパスが形成されます。このため受信側では、信号の位相によっては、反射信号に直接信号が組み合わさって信号が破損したり、信号の振幅が増加したりする可能性があります。直接信号の伝達距離はバウンスした信号よりも短いため、時間差により受信される信号が 2 つ発生します。

これらの信号が重なり合って、1 つの信号が形成されます。実環境では、最初に受信される信号と最後のエコー信号間の時間は遅延拡散と呼ばれます。遅延拡散はマルチパスを表すのに使用されるパラメータです。反射信号の遅延はナノ秒で表されます。遅延拡散の総量は、送信側と受信側間にある障害物の総数やインフラストラクチャに依存します。そのため家庭環境よりも、大量の金属構造物のある工場のフロアの方が遅延拡散の数値が大きくなります。全体的には、マルチパスによりデータ レートが制限され、パフォーマンスが低下します。

#### 図 7：室内環境でのマルチパス効果

屋内の RF 伝搬は、屋外伝搬とは異なります。減衰やマルチパスの信号損失を引き起こす固形の障害物や天井や床がこの原因です。そのため、マルチパスや遅延拡散は室内環境では増加します。遅延拡散が増加すると干渉が増加し、特定のデータ レートでのスループットが低下する原因になります。

室内環境は、さらに近 Line Of Sight (LOS; ライン オブ サイト) と非 LOS に分類できます。廊下のように AP が目視できる近 LOS 環境では、通常、マルチパスは微細で簡単に克服できます。エコー信号の振幅は元の信号よりは、はるかに小さくなります。ところが非 LOS 状況では、元の信号が一部あるいは全部遮蔽されているために、エコー信号の電力レベルが高くなる可能性があります。一般的にマルチパスが多く形成されます。

マルチパスは部分的に修正済みのイベントです。ところが、障害物の移動のような他の要素が影響する可能性があります。特定のマルチパス状況では、1 つのサンプル期間から次に移行します。これを時間変移と呼びます。

マルチパス干渉により、アンテナの RF エネルギーが極度に高くなる場合がありますが、データは回復不能です。解析を電力レベルのみに限定するべきではありません。低 RF 信号が低品位の通信を意味するわけではありませんが、低信号品質は低品位の通信を意味します。信号品質と Rx レベルを順次解析する必要があります。高 Rx レベルと低信号品質は、干渉が多いことを意味しています。このようなシナリオでは、再度、チャネルの周波数計画を解析する必要があります。低 Rx レベルと低信号品質は、障害物が多いことを意味しています。

室内の電波伝搬は建物の材質によっても影響を受けます。建物の建築部材の密度によって、RF

信号が妥当なカバー域を維持しながら通過できる壁の枚数が決まります。紙とビニールの壁は RF 信号の透過にほとんど影響しません。空洞のない壁、空洞のない床、およびプレキャスト コンクリート壁の場合、カバレッジの低下なしに信号が透過できる壁の枚数は 1 枚か 2 枚に限られます。これはコンクリート内の鉄筋により、大きく変動する可能性があります。コンクリートおよびコンクリートブロックの壁の場合、信号が透過できる壁の枚数は 3 枚か 4 枚に限られます。木製または乾式壁の場合、通常、適切な信号透過ができる壁の枚数は 5 枚か 6 枚です。厚い金属壁は信号の反射を引き起こし、信号透過性が低くなります。鉄筋で補強されたコンクリート床では、各階間のカバー域はおそらく 1 階か 2 階に限られます。

周波数が高くなるほど、波長は短くなります。波長が短いと、建物の材質による吸収やひずみの可能性が増えます。このため、高い周波数で稼働する 802.11a では、建物の材質による影響を受けやすくなります。

RF に関する実際のテストはサイトで行う必要があります。そのため、サイト調査が必要になります。サイト調査を行って、壁の反対側で受信される信号レベルを確認する必要があります。アンテナのタイプと場所を変更することで、マルチパスによる干渉を低減できます。

## 全方向性アンテナの長所と短所

全方向性アンテナのインストールは非常に簡単です。水平パターンが 360°なので、室内環境では天井に上下逆に取り付けることもできます。さらにその形態により、これらのアンテナは製品への取り付けが非常に簡単です。たとえば、ワイヤレス AP に取り付けられたラバーダックアンテナを見る機会があるかもしれません。等方性アンテナにより全方向性のゲインを得るためには、最上部と最下部からエネルギーローブを押し付けて、ドーナツ型のパターンを作り出す必要があります。この風船（等方性アンテナのパターン）の両端をさらに押し続けると、きわめて狭い垂直ビーム幅のパンケーキ効果が発生し、水平カバー域が大きくなります。このタイプのアンテナの設計ではきわめて長距離の通信が実現しますが、欠点として、アンテナ直下でのカバー域が狭くなります。

### **図 8：アンテナ直下にカバー域のない全方向性アンテナ**

高い位置からエリアをカバーしようとする、アンテナの直下にカバーされない大きな穴があることに気づきます。

この問題は、ダウンチルトと呼ばれる設計により部分的には解決が可能です。ダウンチルトを使用すると、ビーム幅を操作することにより、アンテナの上方よりもアンテナの下方のカバー域が増加されます。全方向性アンテナではその放射パターンの特性により、ダウンチルトによるこのソリューションは不可能です。

全方向性アンテナは通常は垂直偏波アンテナなので、干渉対策として交差偏波を使用する利点はありません。

室内環境では低ゲインの全方向性アンテナにより完全なカバー域が提供されます。マルチパス環境での信号受信の可能性を強化するためには、これにより AP やワイヤレス デバイスの近辺でより広いエリアがカバーされます。

注: より大きい配備、[HGA9N](#) および [HGA7S](#) のためにはたらく Cisco Aironet アンテナに加えて スモールオフィス 環境のための Cisco によってサポートされる高利得全方向性 アンテナがあります。

## 指向性アンテナの長所と短所

指向性アンテナでは、特定の方向でさらに遠くへ RF エネルギーを集中できます。そのため、長距離をカバーできますが、実効ビーム幅は狭くなります。アンテナのこの型は領域が付いているカバー玄関、長い通路、島構造、先祖などのような近い LOS カバレッジで中間有用、ですただし、角カバレッジがより少しであるので、大きいエリアをカバーできません。AP 周辺のより広い屈曲したエリアをカバーする必要があるため、これは一般的な室内でのカバー域には短所となります。

カバー域が必要な方向にアンテナの配列が面している必要があり、このため設置が難しくなる可能性があります。

## 干渉

802.11 が動作するのは免許不要の帯域なので、だれでも使用できます。WLAN の干渉は、他の類似のデバイスや、電子レンジ、コードレス電話機、付近の空港からのレーダ波などの他の発信源により引き起こされます。Bluetooth デバイスやセキュリティ デバイルのような同じ帯域を使用する他のテクノロジーからの干渉もあります。2.4 GHz の免許不要帯域では、干渉を避けるために利用するチャネルは限られており、オーバーラップしない利用可能なチャネルは 3 つだけです。

干渉とマルチパスにより、特定の周波数で受信信号が変動します。この信号の変動はフェーディングと呼ばれます。減衰が周波数によって変動するように、フェーディングも特定の周波数で発生します。チャネルは、ファスト フェーディング チャネルあるいはスロー フェーディング チャネルのいずれかに分類できます。これは、転送されるベースバンドの信号が変わる速度によります。室内を移動するモバイル受信者では、波長の半分の間隔で直接信号の追加とキャンセルが行われることにより発生する急速な信号の変動を受信する可能性があります。

干渉により、特定のデータ レートの SNR に対する信号の要求が増加されます。干渉やマルチパスが多い場所では、パケットのリトライ数が増加します。アンテナのタイプと場所を変更することで、マルチパスによる干渉を低減できます。アンテナのゲインがシステムのゲインに追加され、信号対干渉ノイズ比 (SINR) の要件が次のように改善されます。

### 図 9：ノイズ比に対するノイズフロアと信号と干渉

指向性アンテナは特定の方向にエネルギーを集中する効果があり、これはフェーディングとマルチパスの克服には有効ですが、指向性アンテナの集中した電力もマルチパスそのものによって低下します。AP からの距離が遠くなると、ユーザから見たマルチパスの総量はさらに増える可能性があります。

通常、室内用に使用される指向性アンテナのゲインは低く、その結果、ローブの前後比と前側比が低くなります。このため、元のローブ エリア外の方向から受信される干渉信号を拒否したり、削減したりする機能は低下します。

## 結論

指向性アンテナは特定の室内用アプリケーションではきわめて有効ですが、このドキュメントで取り上げた理由により、室内への設置の大多数では全方向性アンテナが使用されます。指向性か全方向性かのアンテナの選択は、正しく適切なサイト調査で厳密に決定される必要があります。

## 関連情報

- [Cisco Aironet アンテナおよびアクセサリのリファレンスガイド](#)

- [アンテナの配線](#)
- [WLAN の無線カバー領域の拡張方法](#)
- [無線サイト調査に関する FAQ](#)
- [ワイヤレス LAN ネットワークの接続に関するトラブルシューティング](#)
- [マルチパスとダイバーシティ](#)
- [屋外でのブリッジ範囲計算に関するユーティリティ](#)
- [無線周波数通信に影響する問題のトラブルシューティング](#)
- [テクニカルサポートとドキュメント - Cisco Systems](#)