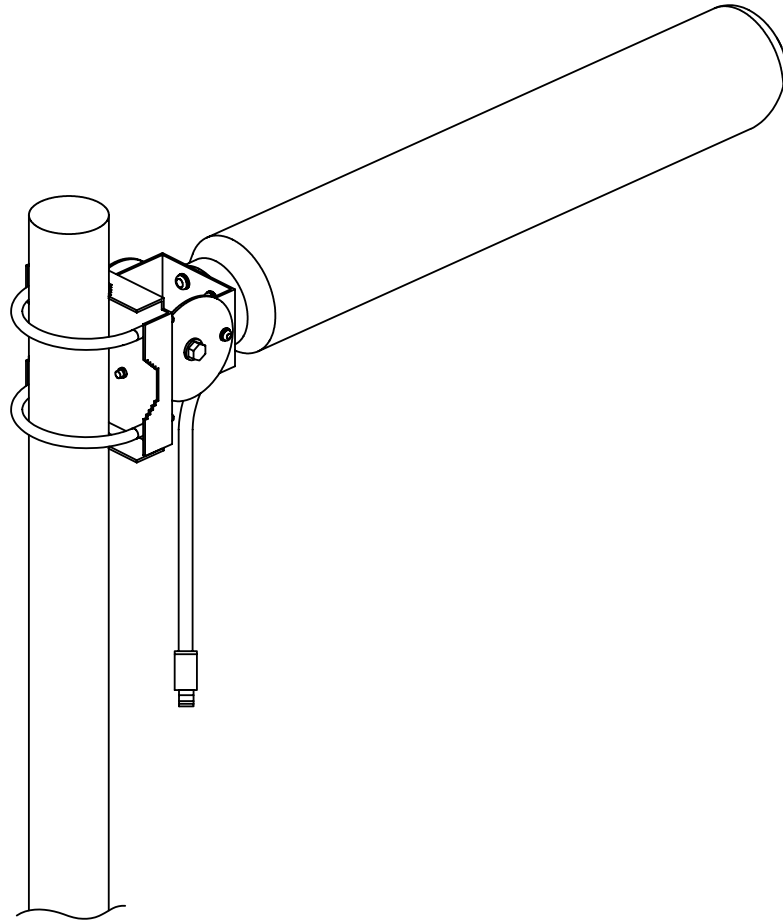


2.4GHz データ通信モデム用

# アンテナ設置マニュアル



**Futaba®**

## 1. はじめに

弊社のSS方式無線データ通信モデムは2.4GHzという非常に高い周波数の電波を使用しております。周波数が高いと、直進性やマルチパスフェージングなどの問題が顕著に出てきます。このため、無線モデムの性能を十分に発揮させるためには、アンテナの設置に注意を払う必要があります。

本マニュアルはアンテナ設置にかかわる一般的な問題点や注意点を説明し、より良い状態で無線モデムを設置、運用していただくためのものです。

## 2. アンテナおよび付属品

弊社で販売している2.4GHz用アンテナおよび付属品は以下の表のとおりです。

表1：アンテナ

名称	注文コード
つば付きアンテナ	1M38A14401
耐候性つば付きアンテナ(受注生産品)	1M38A15402
ペンシルアンテナ	1M38A03301
可倒型アンテナ	1M38A17201
平面ダイバシティアンテナ	00301319
平面アンテナ	00301328
コリニアアンテナ + 5mケーブル	00301391
八木アンテナ(12dBi)+5mケーブル	00301583

表2：付属品

名称	注文コード
つば付きアンテナ用基台	1M32A01901
平面アンテナ用基台	1M38A22101
SMA-Lアングルコネクタ	1M38A03201
アンテナ延長ケーブル 1m	1M38A01201
アンテナ延長ケーブル 2m	1M38A01301
アンテナ延長ケーブル 5m(受注生産品)	9M08A02001

### 3. アンテナの設置方法

#### 3.1. アンテナの位置

##### (1) なるべくアンテナ同士が見える位置に設置

「はじめに」で触れたように、高い周波数の電波を使用しているため、電波の直進性が強く、物陰に回りこみにくくなります。そのため、アンテナ同士はできるだけお互いが見える位置に設置してください。

特に、FRH型無線機の場合は屋内で50m、屋外で100m、FDA型無線機の場合は屋内で100m、屋外で200mを越えるような長距離で通信を行う場合は、アンテナが互いに見える場所に設置してください。

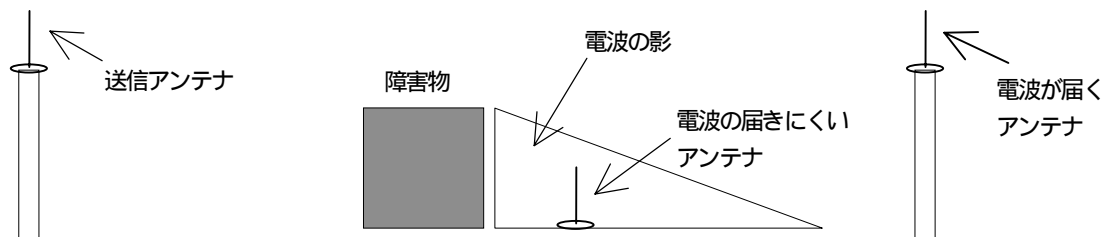


図 1: 電波の影

##### (2) アンテナの設置高さは高く

前項と同様に、アンテナの設置高さが高ければ、開けた空間に設置されることから、それだけ障害物の影響を受けず、電波が通りやすくなる訳です。逆にアンテナの高さがあまりにも低い(10cm程度)場合は、アンテナから出る電波が弱くなります。

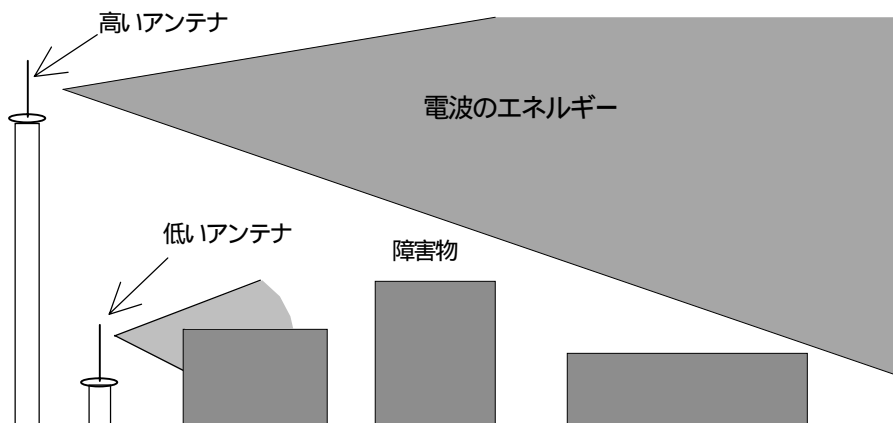


図 2: アンテナの高さ

#### 3.2. アンテナ周辺の障害物

##### (1) アンテナ周辺には障害物を置かない

アンテナの周辺、特に放射方向の近くに障害物があると、それらの影響を受けて電波が飛ばなくなります。影響の度合いは金属が最も高く、ついでコンクリート、石膏ボードや木材など水分を含むものが影響を受けやすくなっています。ガラスやプラスチックはあまり大きな影響はありません。

これらの障害物(特に金属)は見通しの確保ということとは別に、アンテナ自身の特性変化や電波の反射という問題を引き起こしますので、通信相手の方向に障害物がないからといって影響がないわけではありません。これらを考慮してアンテナから障害物を少なくとも30cm以上離してください。

## (2) 壁面から30cm以上離す

アンテナが壁面に近い場合は壁面からの反射の影響を受け、通信状態が悪くなることがあります。これはつば付きアンテナ、ペンシルアンテナにいたる事で、平面アンテナの場合、アンテナの裏側が壁面でも問題ありません。

## (3) 受信専用高利得アンテナと併用する場合

オプションで販売している、受信専用高利得八木アンテナやコリニアアンテナと、送信側の平面アンテナやつば付きアンテナとのダイバシティ方式による併用設置の場合は、アンテナがお互いに障害物とならないような注意が必要です。受信専用アンテナの高利得方向に送信側のアンテナが近接して設置されていると、両方のアンテナの性能が著しく低下することになります。八木アンテナの場合が特に問題です。下の図の悪い例と良い例を参考にしてください。

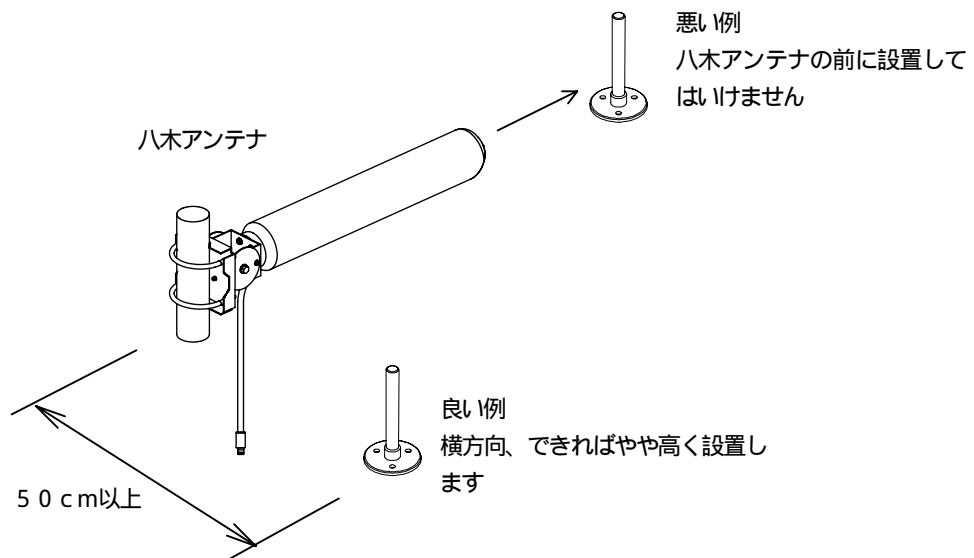


図3：良い設置例、悪い設置例

## (4) マストの処理

アンテナマストなどにアンテナを取り付けるとき、下図のようにアンテナの放射に対して、アンテナマストが影響を与えないように設置してください。

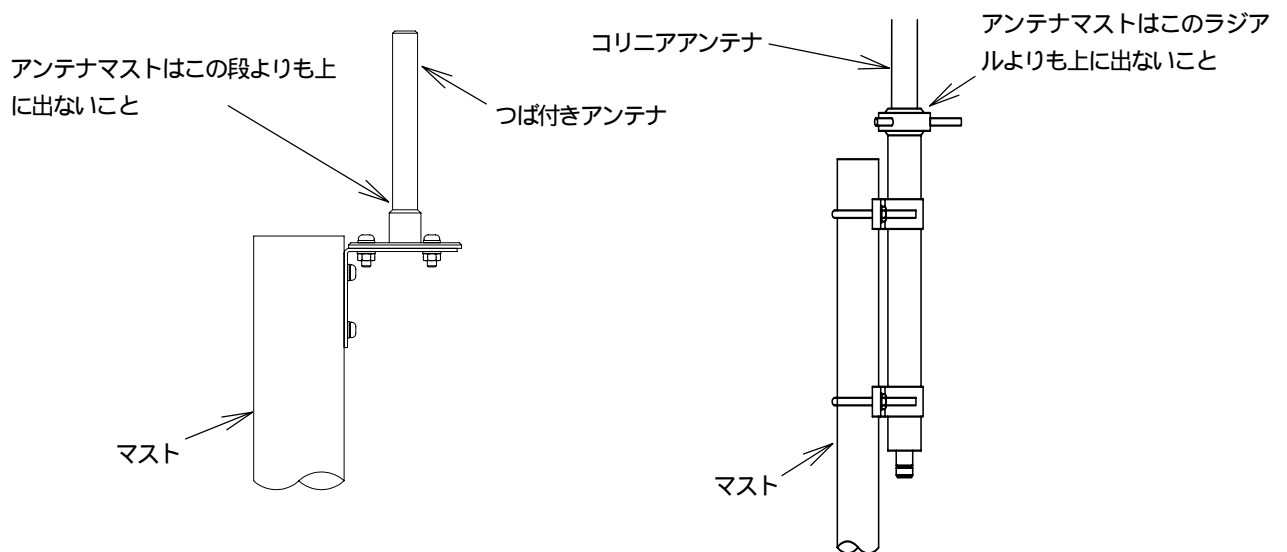


図4：アンテナマスト

## Futaba®

## 3.3. アンテナ相互の関係

## (1) 異なる無線機のアンテナは2 m以上離す

異なる無線機同士でアンテナが近いと、相互に影響しあい、それぞれの無線通信に影響を与え、無線区間での再送の増加、通信可能距離の低下をひきおこします。異なる無線機のアンテナ同士は少なくとも1 m以上、できれば2 m以上離して設置してください。

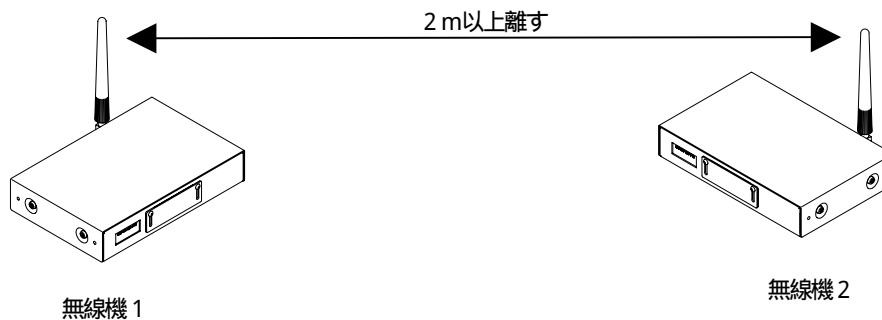


図 5 : アンテナの距離

## (2) ダイバシティアンテナ同士は30 cm以上離す

ダイバシティ受信方式とは、2本の受信アンテナを離れたところに設置し、それぞれのアンテナで受信状況が異なる様にするすることで、片側のアンテナで受信不可能な場合でも反対側のアンテナで受信可能として、通信品質を向上させる方式です。

2本のアンテナの受信状態が異なるほど効果が発揮されますが、アンテナの設置位置を30 cm以上離すことで、2本のアンテナ間での受信状況の相関がほとんどなくなり、ダイバシティの効果が発揮されてきます。もちろん2本のアンテナの位置は離すことができればできるだけ離してください。

## (3) ダイバシティでも送信アンテナは1本

FRH型及びFDA型の場合ダイバシティ受信方式は、受信は2本のアンテナで行われますが、送信に関しては送受信端子に接続されているアンテナで行われます(送信アンテナはダイバシティになっていない)。このため、送信アンテナが障害物の陰になった場合など、相手からの電波が受信できても、こちらからの電波が相手まで届かないケースが発生することがあります。たとえば移動台車で、荷物を積んだときに送信アンテナが荷物の影になって、ある特定の位置に行った時に通信できないといった問題を起こすことがあります。

そのため、送信側のアンテナは出来るだけ相手方に届くと思われる位置(たとえば、機械の頂点、影にならないところ)に設置するようにしてください。

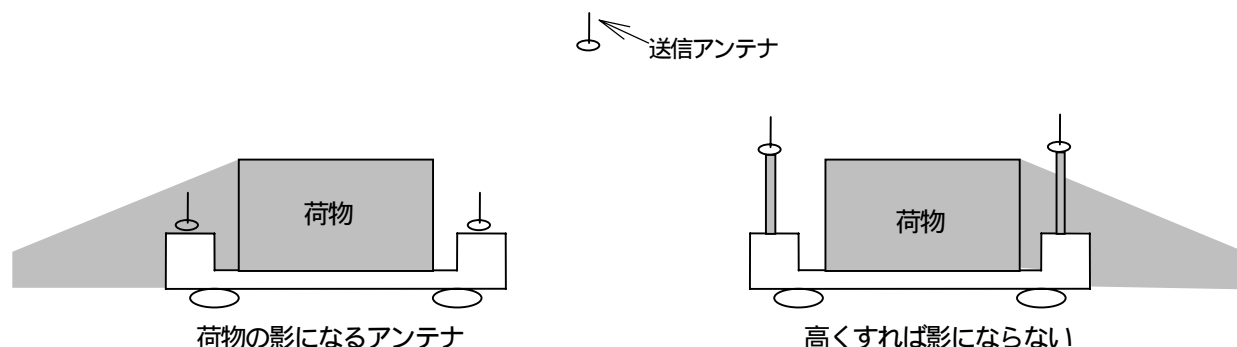


図 6 : アンテナを影に入れない

## (4) アンテナの方向を合わせる

通信を行っている無線機同士のアンテナは、図に示す様に、同じ方向に向けて設置してください。平面アンテナも同様です。方向が90度違うと極端に通信可能距離が短くなります。(偏波と呼ばれています)

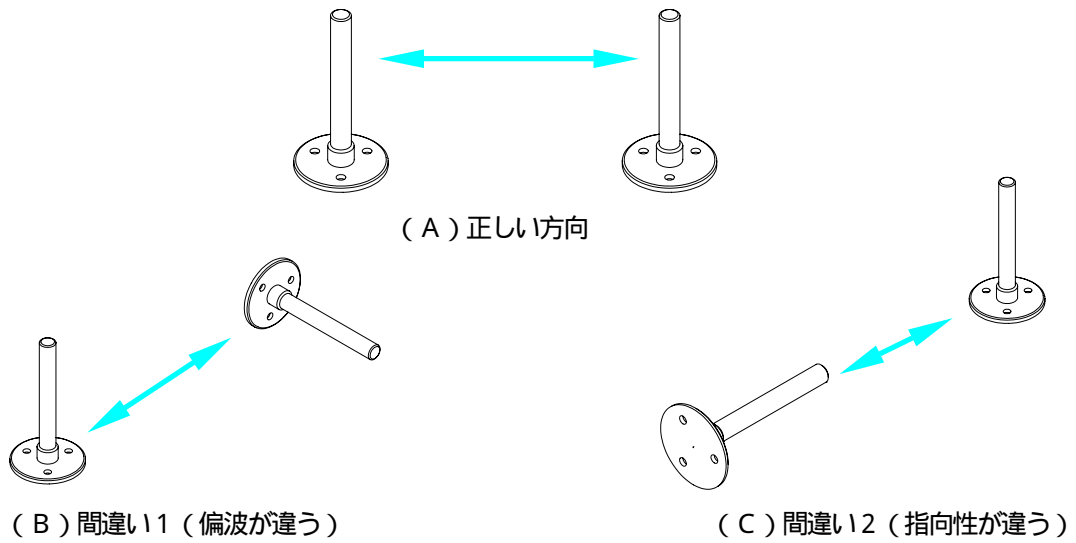


図7：つば付きアンテナ、ペンシルアンテナの方向

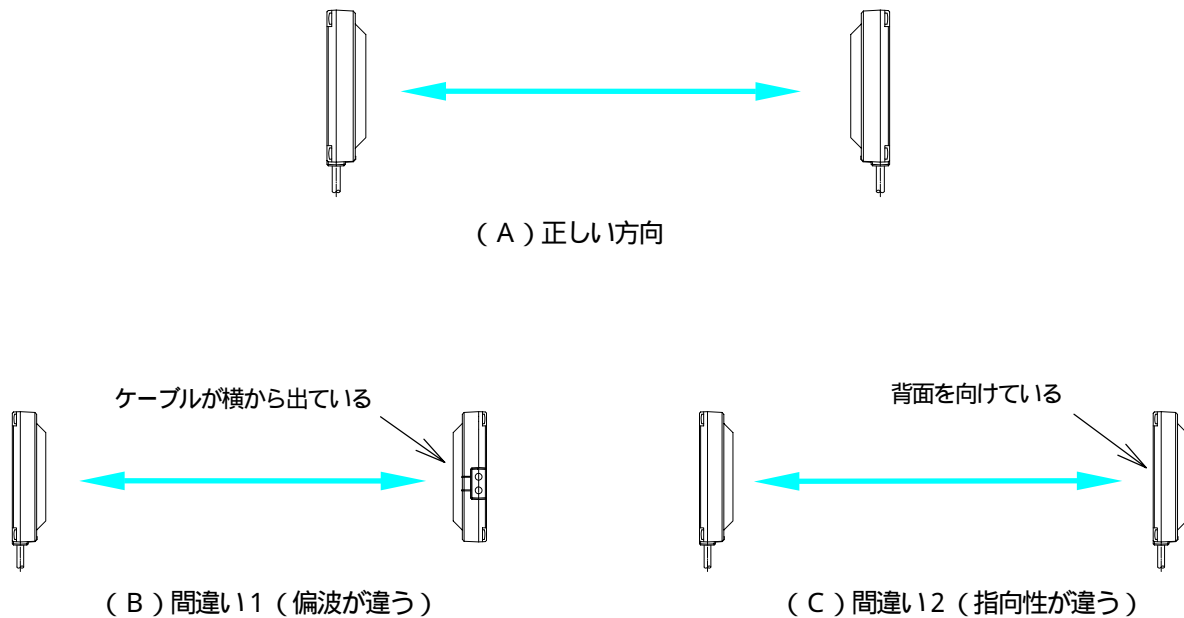


図8：平面アンテナの方向

Futaba®

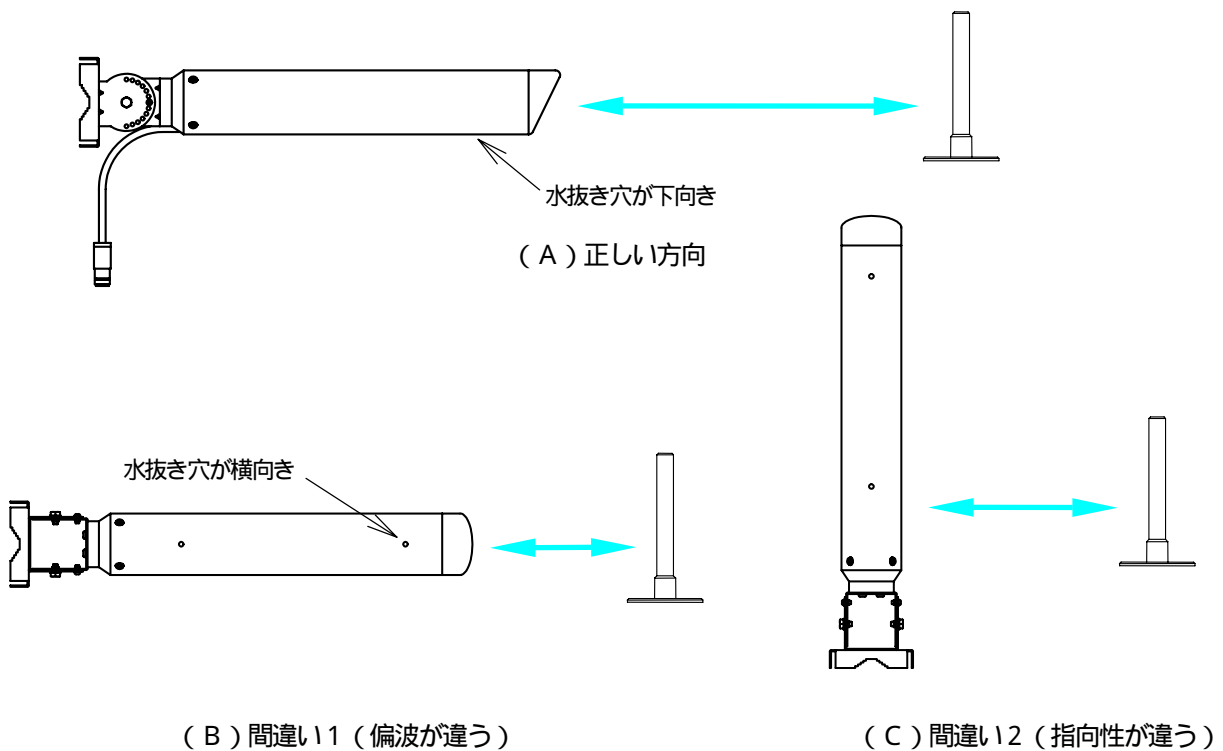


図 9 : 八木アンテナの方向

### 3.4. 電波の出る方向・受けやすい方向 (指向特性) について

アンテナには電波の出る方向または受けやすい方向があり、これを指向特性と呼んでいます。指向特性はアンテナの種類により異なります。

#### (1) つば付きアンテナ・ペンシルアンテナ

つば付きアンテナやペンシルアンテナの指向特性はアンテナを垂直に立てたときに水平方向にドーナツ状に広がっています。水平方向に対してはどの方向にも電波は放射されますが、上下方向には放射されません。

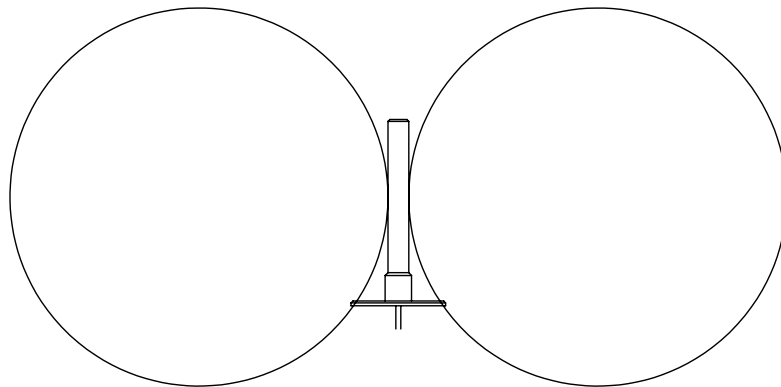


図 10 : つば付きアンテナの指向特性 (イメージ)

## (2) 平面アンテナ

平面アンテナの指向特性は、アンテナの正面方向に球形に広がっています。背面方向にはあまり電波は放射されません。

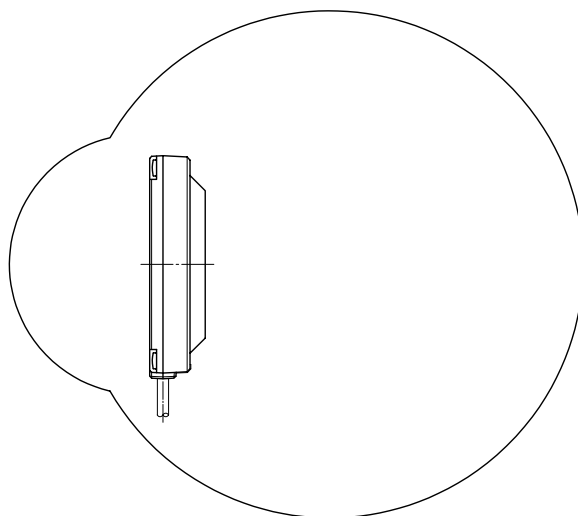


図 11：平面アンテナの指向特性（イメージ）

## (3) コリニアアンテナ

コリニアアンテナの指向特性は垂直に立てたアンテナの周囲に薄くつぶれたドーナツ状に広がっています。水平に対しおよそ $\pm 10$ 度の角度で受信の利得が半減し、さらに角度が増えると急激に利得が減少します。したがって、相手局のアンテナと高さが異なる場合は注意が必要です。

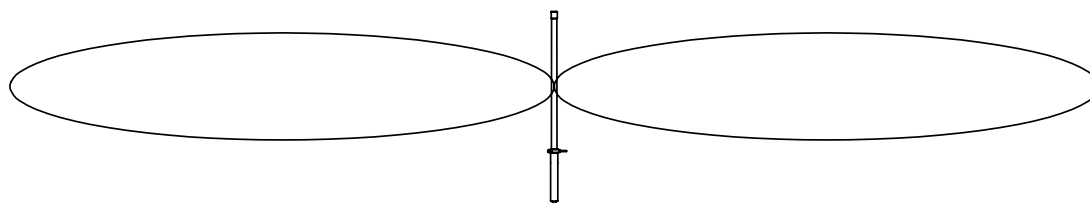


図 12：コリニアアンテナの指向特性（イメージ）

## (4) 八木アンテナ

八木アンテナの指向特性はアンテナの正面にラグビーボールのような形で広がっています。高利得の八木アンテナほどラグビーボールが細く引き伸ばされたようになります。受信利得が半減する角度はおよそ $\pm 30$ 度です。八木アンテナはアンテナの方向を慎重に決定する必要があります。

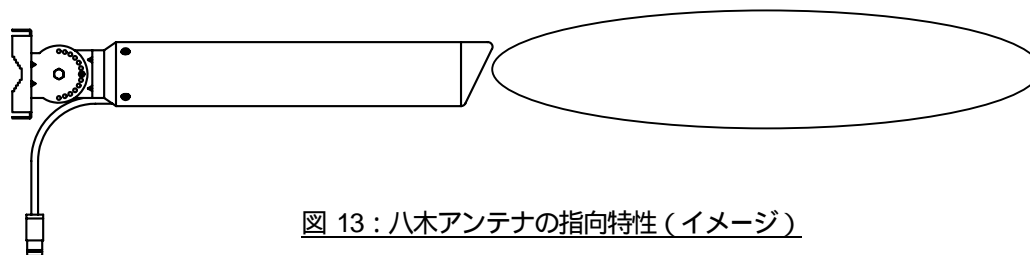


図 13：八木アンテナの指向特性（イメージ）



### 3.5. アンテナケーブルの注意点

#### (1) ケーブルの損失

延長ケーブルにより電波が減衰（ロス）します。1 mの延長ケーブルで約1.5 dB（30%、TYP値）のロスがあります。このロスにより通信可能距離が約15%短くなります。2 mの延長ケーブルの場合は3 dB（50%）となりますので、通信可能距離は約30%短くなります。（計算式としては、1 m毎に、元々の距離を0.85倍ずつしていく様になります。）

なお、通信を行っている2台の無線機同士で、それぞれ延長ケーブルを使っている場合は、上記の計算の倍の影響を受けます。

以下の表にケーブル毎の損失量を示します。

表3：ケーブルの損失

ケーブルの種類	損失量（TYP）	損失量（最大）
アンテナ延長ケーブル1 M	1.5 dB	2 dB
アンテナ延長ケーブル2 M	3 dB	4 dB
アンテナ延長ケーブル5 M	2.5 dB	3 dB
八木、コリニア用ケーブル5 M	2.5 dB	3 dB

#### (2) ケーブルの曲げ半径

つば付きアンテナのケーブルやアンテナ延長ケーブル1 mと2 m（細いアンテナケーブル）の曲げ半径は50 mm以上としてください。八木、コリニア用ケーブル5 m、アンテナ延長ケーブル5 m（太いアンテナケーブル）については、曲げ半径は150 mm以上としてください。これ以上にきつく曲げると、ケーブル内部の絶縁体に変形し、ケーブルのロスが増加して通信可能距離が短くなることがあります。

同様に、ケーブルを固定する時にケーブルをつぶしたりしないようにしてください。上記と同様にケーブルのロスが増加します。

### 3.6. その他の注意点

#### (1) アンテナをぶつけない

アンテナは、物をぶつけても良い様に設計されていません。そのためアンテナは他の物がぶつかったりしないような場所に設置するか、保護するような設置をしてください。

強い衝撃が加わった場合、破損することがあります。外見は問題なくても内部で断線等の破損がおきることもあり、この場合、通信が出来なくなってしまうます。

#### (2) 屋外で使用できるアンテナ

弊社のアンテナは屋外で使用を想定したものと、そうでないものがあります。以下の表に示されたものは屋外で使用可ですが、×で示されたものはプラスチック等の非金属の容器に納めて、雨水からアンテナを守っていただくようにお願いします。なお、プラスチックは非金属とはいえ、アンテナの特性に影響を与えますので、通信可能距離が若干低下する可能性があります。

表4：屋外での使用可否

名称	可否
つば付きアンテナ	×
耐候性つば付きアンテナ	
ペンシル型アンテナ	×
可倒型アンテナ	×
平面ダイバシティアンテナ	
平面アンテナ	
八木アンテナ（12 dBi）	
コリニアアンテナ	

### (3) コネクタの処理

アンテナとケーブルのコネクタには、水がしみこまないようにテレビアンテナの工事等で使用するブチルゴム系融着テープを使用して、しっかり巻き付けてください。

テープは巻いてある状態から単にはがして、巻き付けても粘着力がありません。テープは柔らかく引き伸ばせるので、1.5倍～2倍位の長さに引き延ばしてから巻き付けてください。巻き付けた引っ張り力により、テープの層同士が自己融着し、水分が入り込むのをシャットアウトします。

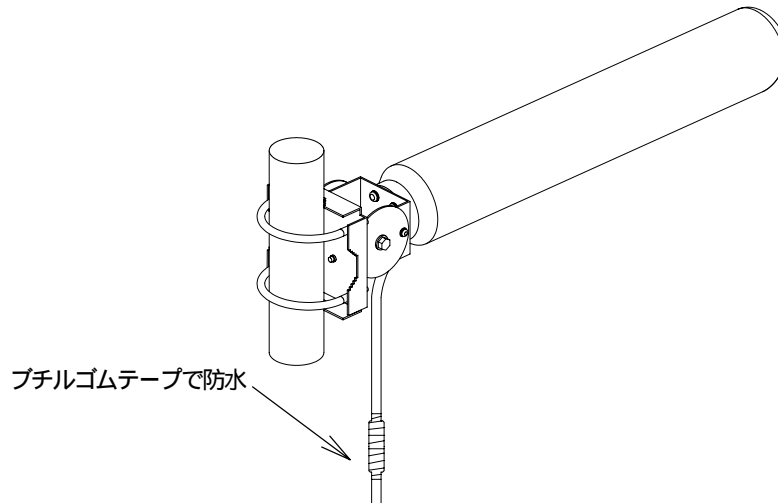


図 14：コネクタの防水

### (4) 積雪について

アンテナに付着した雪や氷は通信距離に著しい影響を与えます。屋外に設置する場合は着雪対策を施す必要があります。

## 4. 無線回線の品質確認

アンテナの設置が完了したら、テストコマンドを用いて無線通信回線の品質をチェックしてください。

アンテナが設置された状態で以下のテストを行なってください。通信品質を確認することで、無線回線が安定しているかどうかの確認が出来ます。

### 4.1. 回線テストコマンド TS2

パソコンと無線機をつなぎ、シリアル通信ソフトを起動して、TS2コマンド(無線回線のテスト)で無線回線の受信強度とエラー率を調べます。このコマンドの使い方は無線機の取り扱い説明書を参考にしてください。

TS2コマンドで読み出される受信強度の判定基準はそれぞれの機種により異なりますので、詳しくは無線機の取扱説明書を参照してください。以下の例はFRH-SD03T型の場合です。

良好レベル : -80dBm以上  
このレベルは殆ど問題無く通信ができる受信強度です。

注意レベル : -80dBm ~ -90dBm  
このレベルは、経年変化、外部環境(車両の通過等)によって通信品質が劣化した場合に、通信ができなくなるおそれがあります。

不可能レベル : -90dBm未満  
このレベルは、短時間の通信においてもエラーが発生しやすく、安定した通信を行なうのはほとんど不可能な状態です。

エラー率は、通常はBER(ビットエラー率)が $10^{-3}$ 、PER(パケットエラー率)が $10^{-2}$ 程度であれば通信ができるレベルです。しかしながら、上記(注意レベル)にある様な場合は余裕がありませんから注意してください。

移動体の場合は条件が異なります。詳しくは営業にお問い合わせください。

### 4.2. 簡易スペクトルアナライザによる電波環境確認

簡易スペクトルアナライザは無線機を受信機として使用し、周波数を切換えながら受信強度をパソコンの画面に表示するソフトウェアです。これを使用することで設置環境のノイズや無線LANなどの妨害電波を観察できます。

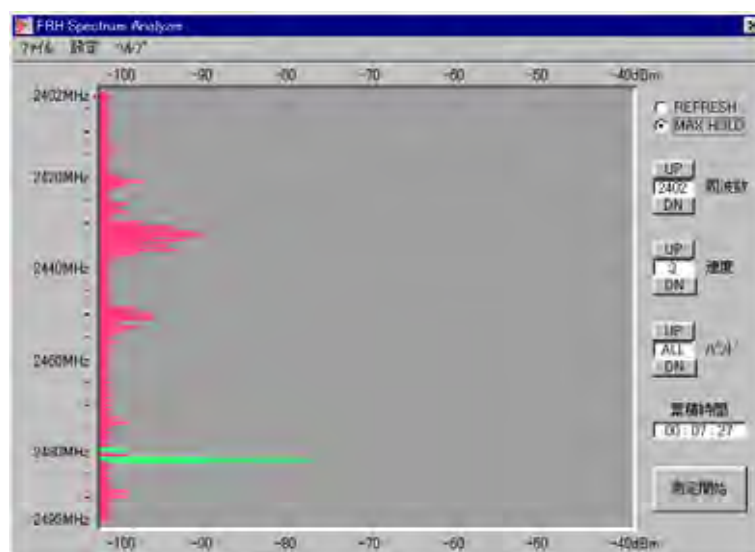


図 15 : 簡易スペクトルアナライザによる観察例

### 4.3. 通信回線の品質改善

T S 2 コマンドによる受信強度が注意レベルや不可能レベルにあるときは、次のような方法で改善を検討してください。

- (1) アンテナを障害物から離す  
アンテナを固定する場合は周囲に障害物を置かないでください。アンテナ間の見とおしを確保することが重要です。
- (2) アンテナは高いところに設置する  
アンテナを固定する場合はできるだけ高いところに設置して下さい。高いところのほうが見とおしを確保しやすくなります。
- (3) ダイバシティ動作する  
ハンディ機器や移動体に組み込む場合はダイバシティ動作してマルチパスの影響を減らしてください。また、ダイバシティ動作はアンテナの指向性の乱れを補う働きもあります。
- (4) リピータを設置する  
リピータは通信距離を伸ばすだけでなく、障害物による通信不能地帯を解消するためにも使用します。

簡易スペクトルアナライザによる観察で妨害電波が発見された場合は、次のような方法で改善を検討してください。

- (1) 通信周波数を妨害波の周波数から離す。  
どれくらい離せば良いかの判断は、妨害波の強さなどによりますので一概に決められませんが、原則としてできるだけ離れた周波数を使用してください。
- (2) 妨害波の到来する方向に金属板などの遮蔽物を設置する。  
この場合、遮蔽物はアンテナから少なくとも30 cm以上離してください。
- (3) 平面アンテナなど、指向性を持ったアンテナで妨害波を受信しにくくする。  
八木アンテナは鋭い指向性を持つためこのような用途に向いていますが、受信専用のアンテナ端子に接続してください。

## 5. 電波の伝達特性

ここでは少し理論的な視点から2.4GHzの電波がどのように伝搬していくのかを説明していきます。若干数式が示されますが、簡単に表現されていますので、ぜひお読みください。

無線区間では通信電文(パケット)が電波に変換されて送信され、それが受信されて伝送が行われます。受信側では無線区間の1パケット単位の電文の中身一つ一つ全てが受信感度限界以上で、かつ必要なSN比を持った状況でなければ、無事に受信した電文を復元できません。よって電波伝搬特性を考えることは非常に重要です。

### 5.1. 工場内など屋内の場合

工場内など屋内で使用する場合は、電波は直接アンテナに到達するもの、壁から反射して到達するもの、装置の上を回折して到達するものなどの総和として受信されます。つまりこの場合には、簡単な理論式では受信状況を表すことができません。そのため、受信点で【4.無線回線の品質確認】に示す方法で確認願います。

この場合も無線機が複数設置される場合には、それぞれの無線回線の状況を測定していただくようお願いいたします。

また、無線機を積んでいる機器が移動する場合には、移動範囲内全域で無線回線の品質を測定していただくことを推奨します。測定結果を工場内配置図上に書き込めば、どのくらいの範囲内で通信が可能か視覚的に判断することができます。

### 5.2. 見通し区間1 フレネルゾーンが確保出来る場合

見通し区間での通信可能距離であれば、理論計算で求めることができます。「フレネルゾーン」とは、アンテナの高さhを伝搬路上にある障害物に対して、ある高さ以上にすれば最小の伝搬損失が実現できるというものです。

$$h[m] = \frac{1}{2} \sqrt{0.122D} \quad \text{式(1)}$$

(フレネルゾーンの最大半径の式)

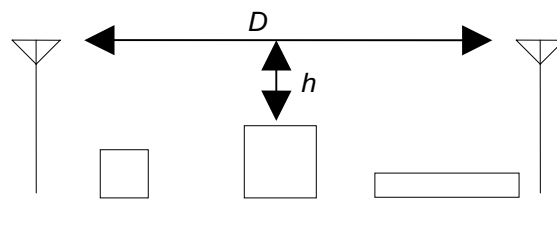


図 16 : フレネルゾーン

たとえば、500mの伝搬路を考えると、周波数が2.48MHzの場合、 $h = 3.9$ mになるので、アンテナ高さは障害物に対して4m以上あれば良い伝搬特性が得られることがわかります。この場合の伝搬損失は最小になり、以下の式で表せます。

$$L[dB] = 20 \log\left(\frac{12.56D}{0.122}\right) = 20 \log(D) + 40.25 \quad \text{式(2)}$$

ここで $D = 500$ mの距離の場合 $L = 94.2$ dBとなり、送信電力が10mW(10dBm)、送信・受信アンテナゲインが2.14dBi、アンテナケーブル損失を各々1dBとすると、受信アンテナ端子には以下の電力が受信信号として現れます。

$$-81.9[dBm] = 10[dBm] - 1[dB] + 2.14[dBi] - 94.2[dB] + 2.14[dBi] - 1[dB]$$

すなわち、この値は【4.無線回線の品質確認】で示すようにほぼ良好なレベルといえます。アンテナの高さをhで示す高さ以上にすれば、特性の良い伝搬路が作れることとなります。

また、式(2)から判る様に距離が倍になれば、損失量は6dB増えることとなります。

参考までに、幾つかの距離条件でのフレネルゾーンの半径距離と伝搬損失を表に示します。

表 5：フレネルゾーン半径と、伝搬損失

通信距離 $D$	30m	100m	300m	1000m	3000m
フレネルゾーン半径 $h$	1.0m	1.8m	3.0m	5.5m	9.6m
伝搬損失 $L$	74dB	80dB	90dB	100dB	110dB

### 5.3. 見通し区間 2 フレネルゾーンが確保出来ない場合

しかしながら、現実にはなかなかこのような環境に設置することは難しく、アンテナの高さが制限されてしまうこととなります。この場合は伝搬路の地表の影響を受けてしまいます。伝搬路が平坦である場合の伝搬損失は以下の式で表されます。

$$L[db] = 20 \log\left(\frac{D^2}{h_a h_b}\right) \quad \text{式(3)}$$

但し  $h_a, h_b$  はアンテナの高さ[m]  $h_a, h_b \ll D$  の場合の近似式

この場合は式(2)と異なり、距離が倍になると減衰量は12dB増えることとなります。つまりフレネルゾーンが確保出来ない距離になると減衰量が6dBから12dBに変化し、減衰曲線の傾斜が急になることがわかります。距離  $D = 500\text{m}$  で、アンテナ高さ  $h_a, h_b = 2\text{m}$  の場合は  $L = 95.9\text{dB}$  となります。

### 5.4. 市街地等の見通し外区間の場合(1kmを超える長距離距離)

FDA型無線機(FRH型無線機に受信専用高利得アンテナを併用した場合も同様)では長距離の通信が可能です。そのため1kmを超える場合についても考察してみます。1kmを超える場合でも平坦地の場合は上記の式(2)式(3)が適応できます。しかし一般的に1kmを超える場合は平坦地である可能性は少なく、種々の地形や建物が混在する(見通し出来ない)伝搬路になります。この場合は奥村モデルと呼ばれる伝搬損失モデルが一般的に使われています。ただしこのモデルは以下の制限の上に成立しているため、アンテナ高さが低い、周波数が異なる等の条件が外れた場合にどれだけ近似できるかが問題になります。また、実際の状況は様々であり、これより遠くまで届く場合やこれより近くしか届かない場合もあります。そのため参考値程度としてご理解ください。

奥村モデルの近似範囲条件	
周波数	150MHz ~ 2200MHz
基地局アンテナ高( $h_1$ )	30m ~ 200m
移動局アンテナ高( $h_2$ )	1m ~ 10m
伝搬距離(D)	1km ~ 20km

下記に奥村モデルの近似式(市街地)に2.48GHzを代入した場合の式を示します。

$$L[db] = 158.4 - 13.82 \log(h_1) - 3.03 h_2 \{ 44.9 - 6.55 \log(h_1) \} \log(D) \quad \text{式(4)}$$

但し単位は  $D[km]$   $h_1, h_2[m]$

(郊外地は-13[db]補正、開放地は-39[db]補正する)

**Futaba®**

たとえば $D = 2 \text{ km}$ 、 $h_1 = 5 \text{ m}$ 、 $h_2 = 5 \text{ m}$ の条件の場合（奥村モデルの近似条件に入っていないが）、 $L = 133 \text{ dB}$ となります。当社FDA型無線機を使用し、受信に八木アンテナを用いた場合の受信電力を算出してみます。場所は郊外地としています。

D=2km 損失（郊外地補正）	133dB
送信電力	200mW(23dBm)
送信アンテナケーブル損失 （つば付きアンテナ+5m延長ケーブル）	3dB
送信アンテナゲイン	2.14dBi
受信アンテナゲイン	20dBi
受信アンテナケーブル損失	2dB

とすると受信アンテナ端子には以下の電力が受信信号として現れます。

$$-92.8[\text{dBm}] = 23[\text{dBm}] - 3[\text{dB}] + 2.14[\text{dBi}] - 133[\text{dB}] + 20[\text{dBi}] - 2[\text{dB}]$$

ちなみに式(2)、式(3)で計算した結果も比較として示してみます。

式(2)の計算によるロス 106.3dB

式(3)の計算によるロス 104.1dB

なお、本来であれば式(2)の方がロスが少ないはずですが、式(3)は近似式であるため、結果が反転していると思われます。いづれにしても、奥村モデルによる133dBと比較しても、伝搬路に障害物が無い場合の方が格段に伝搬損失が少ないことがわかります。

### 5.5. 森林による減衰係数

屋外で森等の木々の間を電波がぬけてくる場合について、近似式を示してみます。  
 なお、この式は、周波数が2.48 GHz、森がアンテナの近くにある場合で、電波が森の上を通過してこないものと仮定しています。この減衰損失量が式(2)、式(3)で示される損失量に上乘せられます。

$$L[\text{dB}] = 2.08d^{0.6} \quad \text{式(5)}$$

$d$  は森の深さ[m]です。

たとえば、10mの深さの森があった場合は、この式から約8 dBの損失が上乘せられることとなります。

### 5.6. 降雨による減衰

以下に説明するように降雨による減衰は殆ど考慮する必要はないと考えられています。

しかしながら、未確認ながらも一部ユーザから降雨による伝搬損失の増加の可能性の連絡もあります。これらは、雨滴の付着でアンテナ輻射効率が低下した可能性や、地面の反射係数の変化によるマルチパスの影響の変化などと考えられますが、屋外で使用する場合には、晴天時の通信品質測定結果に対し3～5 dB程度の余裕を取っておいた方が確実です。

雨による減衰がどの位あるかを推定する場合に以下の近似式が使えます。

$$L[\text{dB} / \text{km}] = 0.000154R^{0.968} \quad \text{式(6)}$$

$R$ は一時間あたりの降雨強度[mm/h]、上記の係数は垂直偏波の場合で周波数は2 GHzの値(残念ながら2.4 GHzではありませんが、充分近似できるはずです)です。なお、他の周波数での減衰係数を求めたい場合は、参考文献[2]をご覧ください。

この式から、たとえば、一時間に10mmの雨量の場合は0.0014 dB/kmとなり2.4 GHz付近では降雨による減衰は「理論的には」ほとんどないことがわかります。

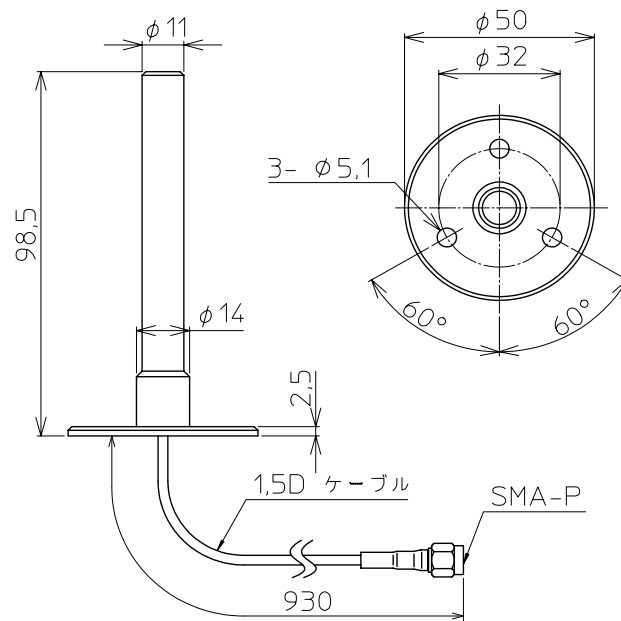
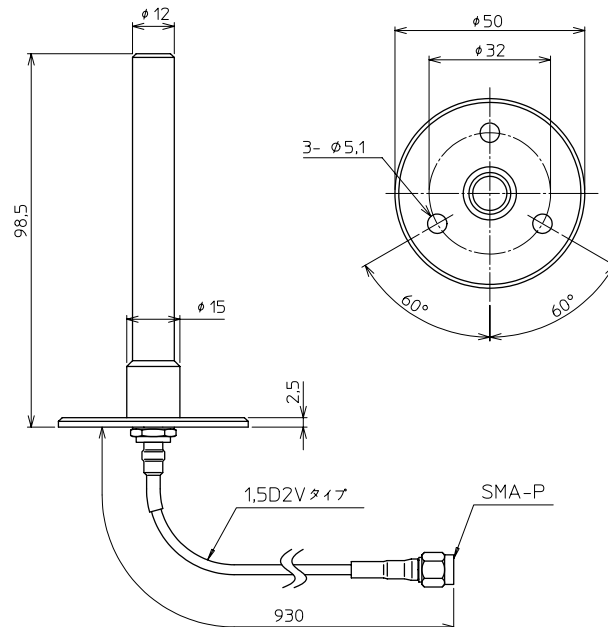
#### 【参考文献】

- |               |    |        |
|---------------|----|--------|
| [1] デジタル移動通信  | 桑原 | 科学出版社  |
| [2] 無線通信の電波伝搬 | 進士 | 電子情報通信 |

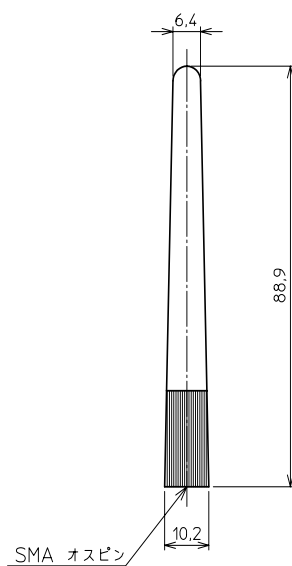


Futaba®

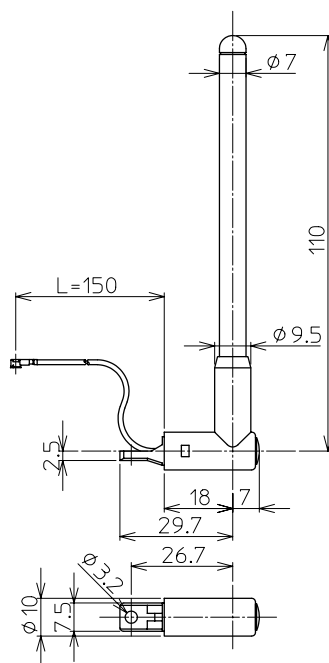
## 6. 外観寸法

6.1. つば付きアンテナ寸法  
(1M38A14401)6.2. 耐候性つば付きアンテナ寸法  
(1M38A15402)

### 6.3. ペンシルアンテナ寸法 (1M38A03301)



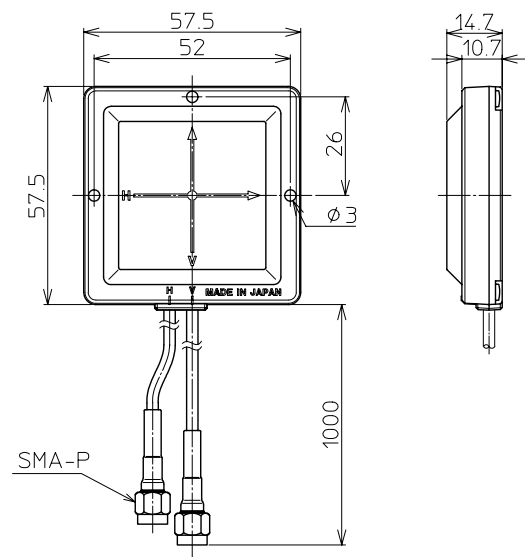
### 6.4. 可倒型アンテナ寸法 (1M38A17201)



Futaba®

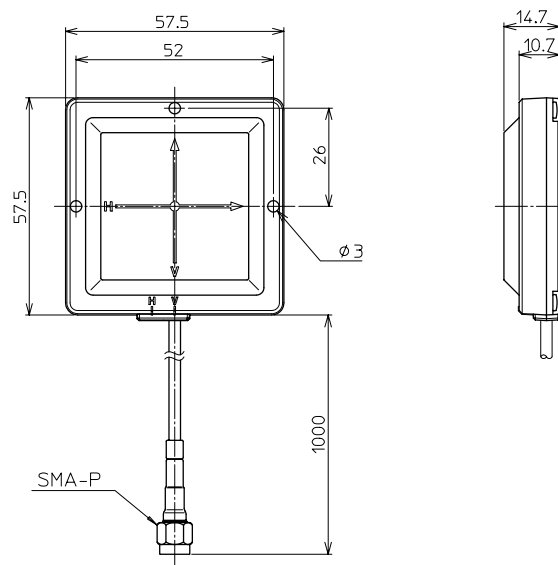
## 6.5. 平面ダイバシティアンテナ寸法

(00301319)

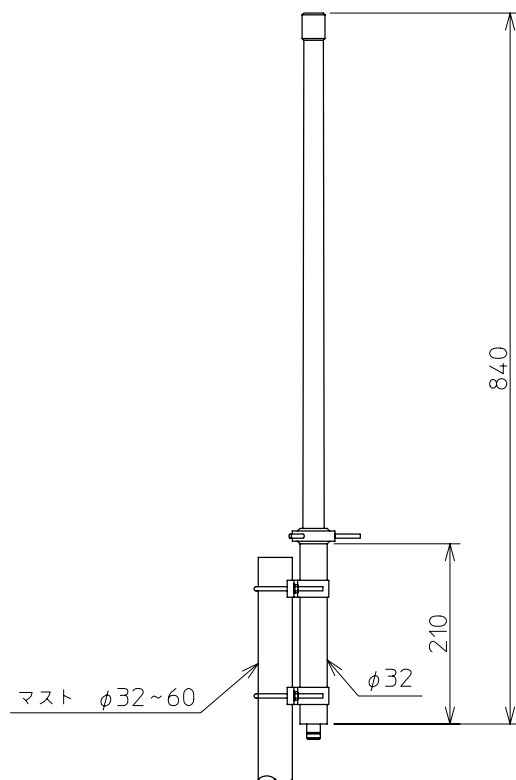


## 6.6. 平面アンテナ寸法

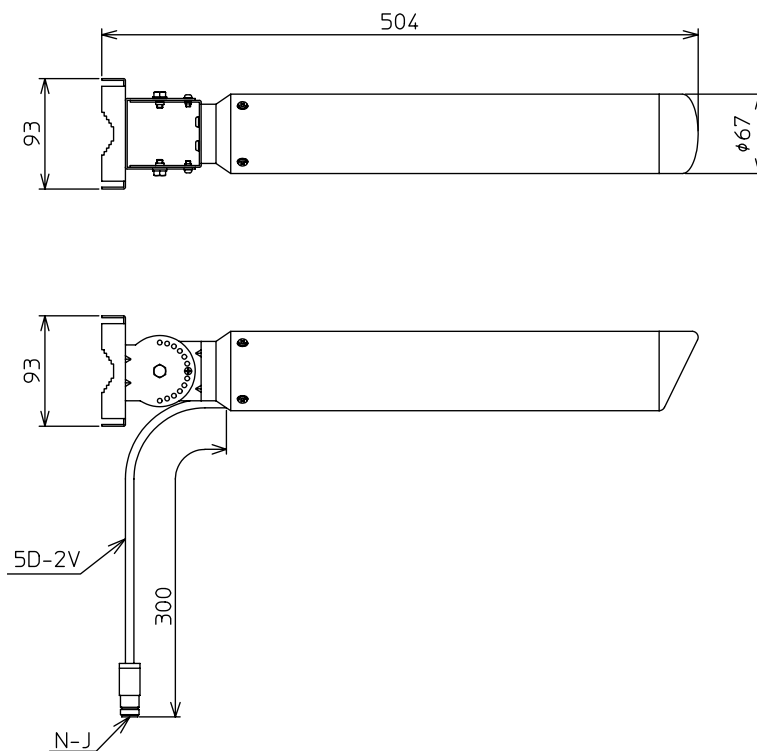
(00301328)



6.7. コリニアアンテナ寸法  
(00301391)



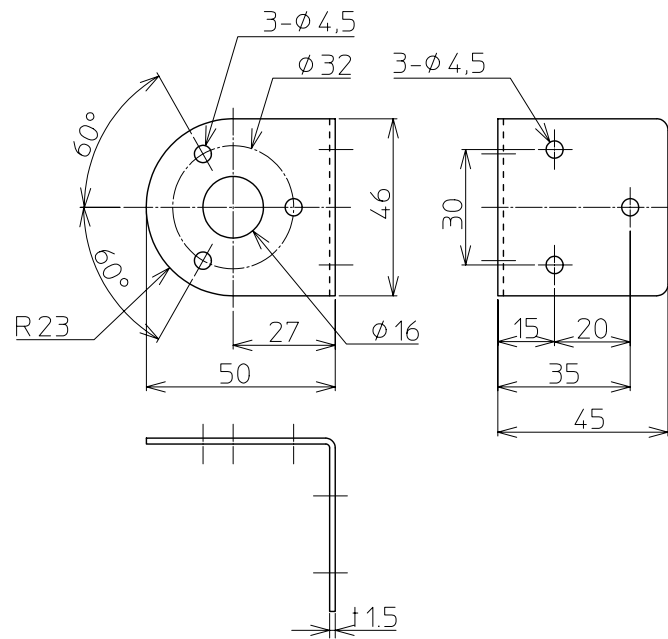
6.8. 八木アンテナ寸法  
(00301583)



Futaba®

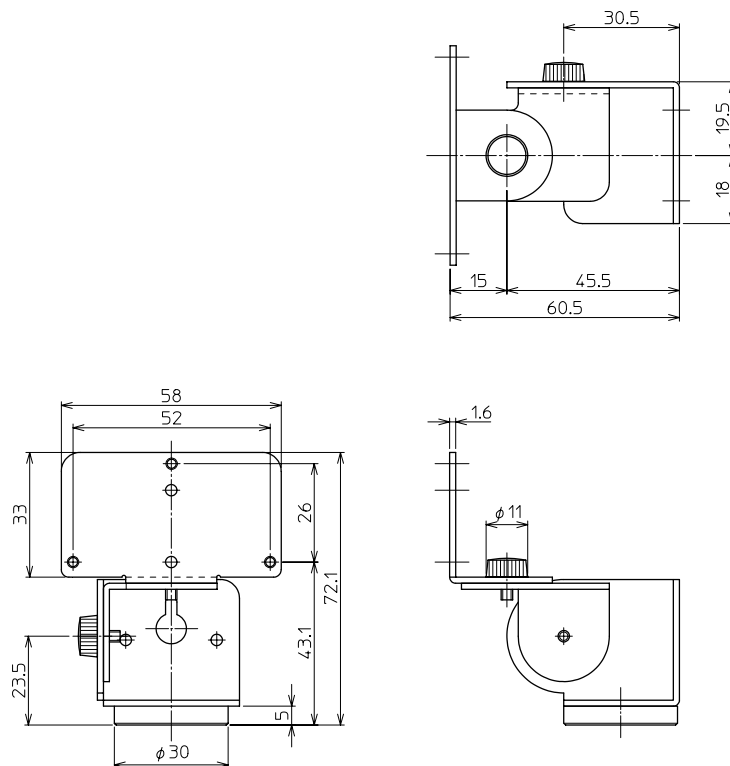
## 6.9. つば付きアンテナ用基台寸法

(1M32A01901)

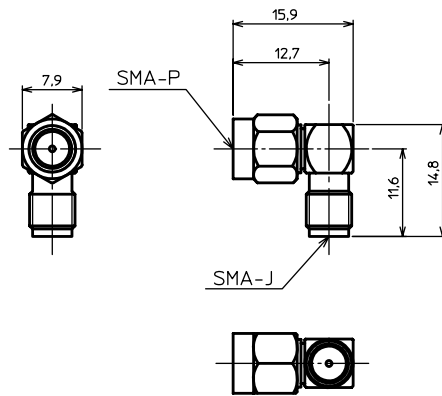


## 6.10. 平面アンテナ用基台寸法

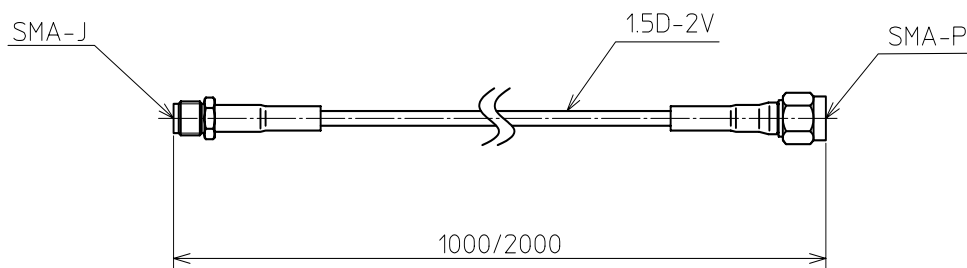
(1M38A22101)



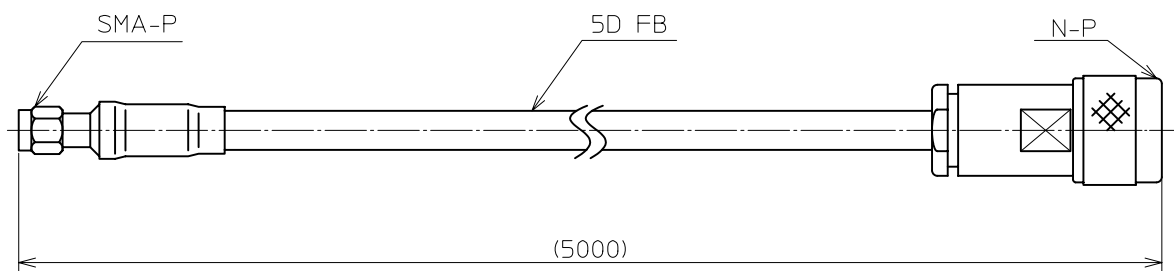
6.11. SMA - Lアングルコネクタ (1M38A03201)



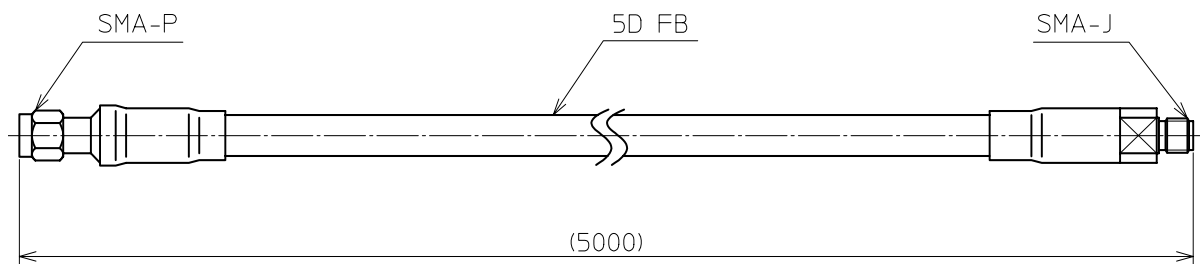
6.12. アンテナ延長ケーブル 1 m / 2 m (1M38A01201) (1M38A01301)



6.13. アンテナケーブル (SMA - N 5 m) (1M38A08401)



6.14. アンテナ延長ケーブル (SMA - SMA 5 m) (9M08A02001)



## 故障修理依頼される時は

- ・長くご愛用の結果、または突発的な事故および自然故障などのトラブルにより故障修理を依頼される場合は、その故障状況をできるだけ詳しくレポートしてください。修理箇所のポイントを早く確実に知ることができますので、修理期間が短くなります。
- ・アンテナに手を加えたり、分解したりしないでください。

\* 仕様及び外観は、改良のため予告なく変更する事がありますのでご了承願います。

\* 無断改造でご使用になりトラブルが発生した場合、弊社では責任を負いかねますのでご了承願います。

---

不明な点は下記へお問い合わせください。

無線機器グループ産業機器営業ユニット 〒299-4395 千葉県長生郡長生村薮塚 1080

TEL (0475)32-6173

FAX (0475)32-6179

ホームページアドレス <http://www.futaba.co.jp>