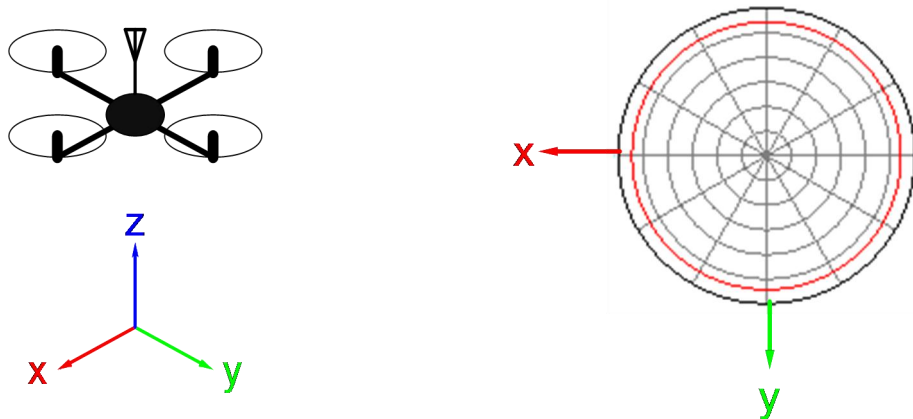


ドローンアンテナの基本特性

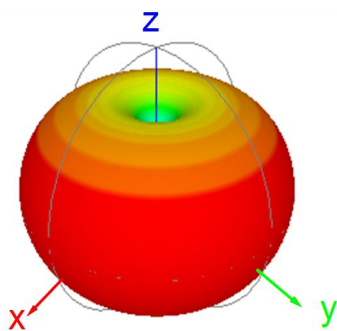
一般的にドローンも含めて移動体通信には無指向性アンテナが使用されます。アンテナの方式はダイポールアンテナ若しくはモノポールアンテナで、地面に対して垂直方向(下図のz軸方向)に設置すると水平面内(x-y平面)で均一な放射特性を示します。

ダイポール水平面内放射特性

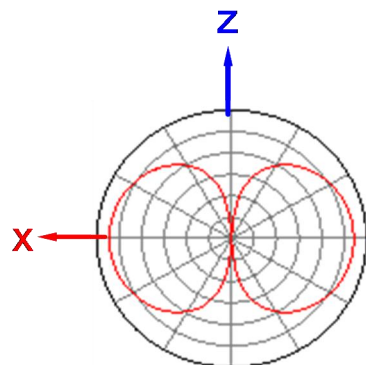


地面に垂直方向に設置したダイポールアンテナの垂直面内の放射パターンはドーナツ状を示し、断面パターンから判る通り、ドローンが飛行中に傾いたとしても水平方向の利得はさほど変化しません。
($\pm 45^\circ$ 程度はOK)

ダイポール放射特性 (3D)



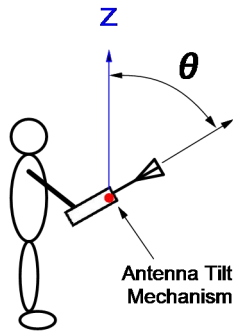
ダイポール垂直面内放射特性



輻射パターン図からも解る通り、アンテナの軸方向(天頂方向と直下方向)に輻射パターンを持たないので、地表から操縦する操縦者の天頂付近を飛行するドローン間では通信不能となる可能性があることに注意が必要となります。

プロポアンテナの傾斜角

プロポを操作する場合、ジョイスティックの操作し易さを考慮してある程度傾斜させて操作するでしょう。アンテナに構造的な傾斜角調整機能（チルト角調整）がある場合、調整角度により通信可能距離に差異が出てきますので考慮が必要です。

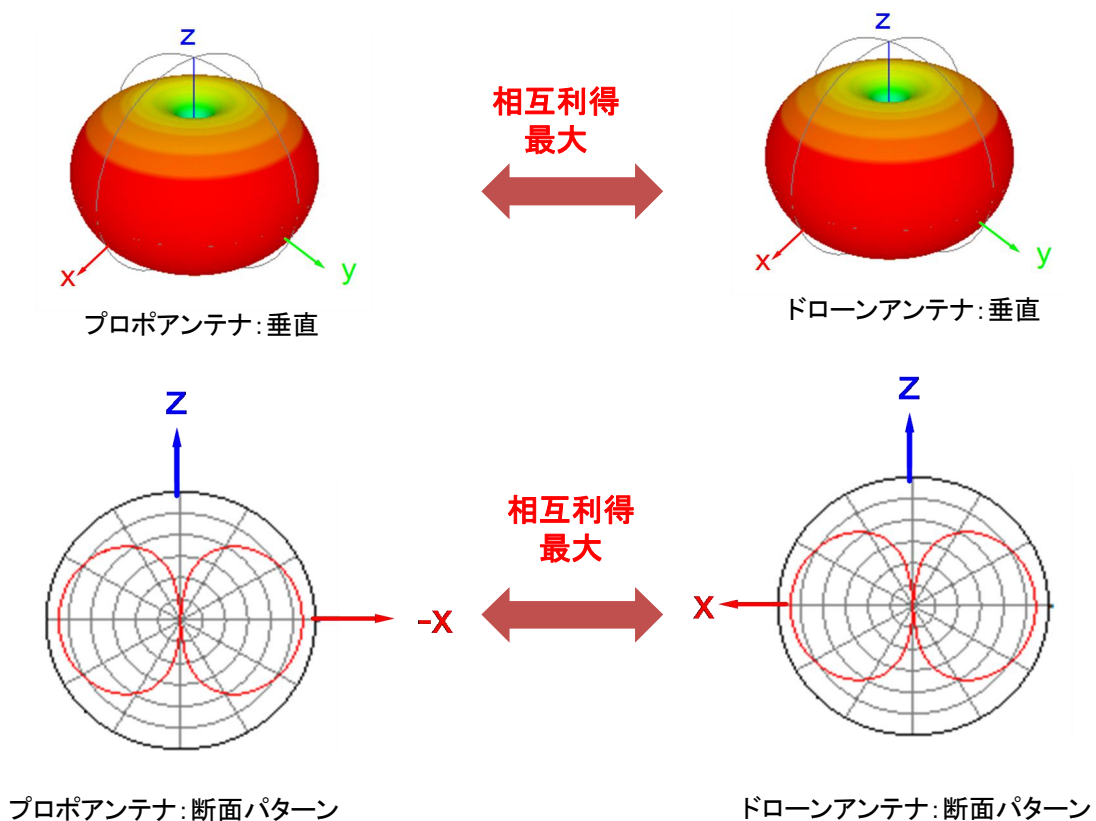


地面に対して垂直線（z 軸）からの角度 θ （度）を傾斜角とする。

注記:プロポ本体に対する傾斜角では無い

傾斜角 0° （垂直）－ ドローンが低仰角（遠方）に位置する場合

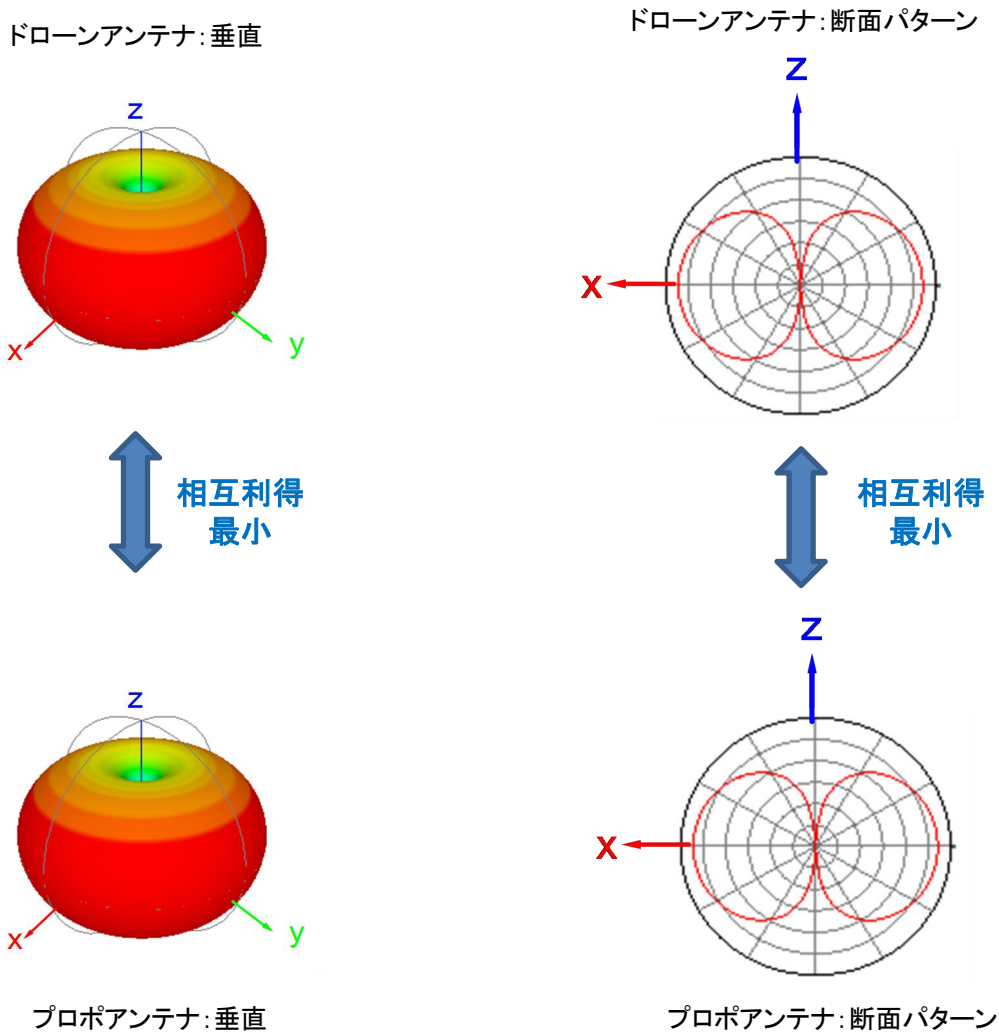
ドローンが低仰角の位置（比較的遠方）にある場合は下図に示した通り、プロポアンテナを垂直方向に設定した場合にプロポ・ドローン間の相互利得が最大となります。従ってこの条件の場合（操縦者から見たドローンの仰角が小さい場合）にプロポとドローン間の通信距離が最大となります。



傾斜角 0° (垂直) — ドローンが天頂付近に位置する場合

輻射パターン図からも解る通り、アンテナの軸方向 (天頂方向と直下方向) に輻射パターンを持たないので、地表の操縦者の天頂付近を飛行中のドローン間では通信不能となる可能性があることに注意が必要です。

ドローンが天頂付近に位置する場合

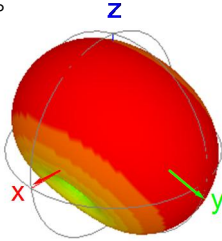


傾斜角 60°

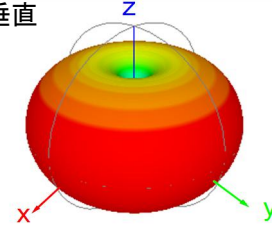
天頂方向の利得は約 30dB 改善され、傾斜角 0° の場合に生じた通信不能ポイントも改善されますが、水平方向の利得は約 7dB 程低下し、距離換算で最大時に比較し約 45% 程度となります。また仰角 30° 付近がダイポールの軸と重なり、この方向にヌルポイントが発生する恐れがあります。

低仰角(遠距離)の場合

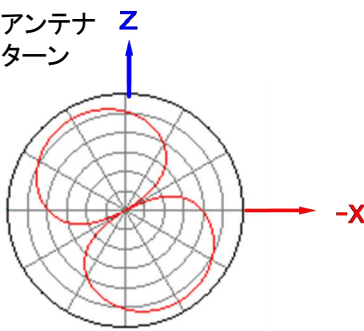
プロポアンテナ
傾斜:60°



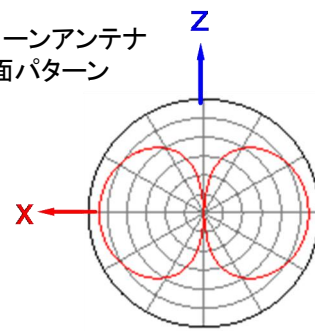
ドローンアンテナ
垂直



プロポアンテナ
断面パターン



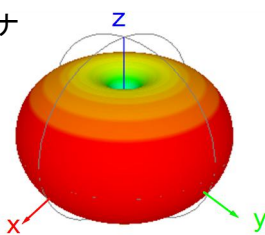
ドローンアンテナ
断面パターン



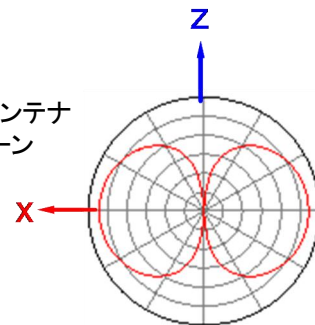
最大時に比較し
利得低下: -7dB

天頂付近の場合

ドローンアンテナ
垂直

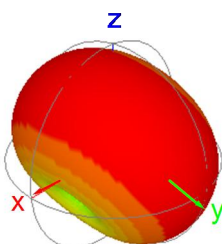


ドローンアンテナ
断面パターン

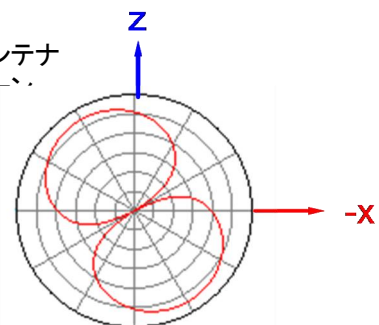


最小時に比較し
利得向上: 約30dB

プロポアンテナ
傾斜:60°



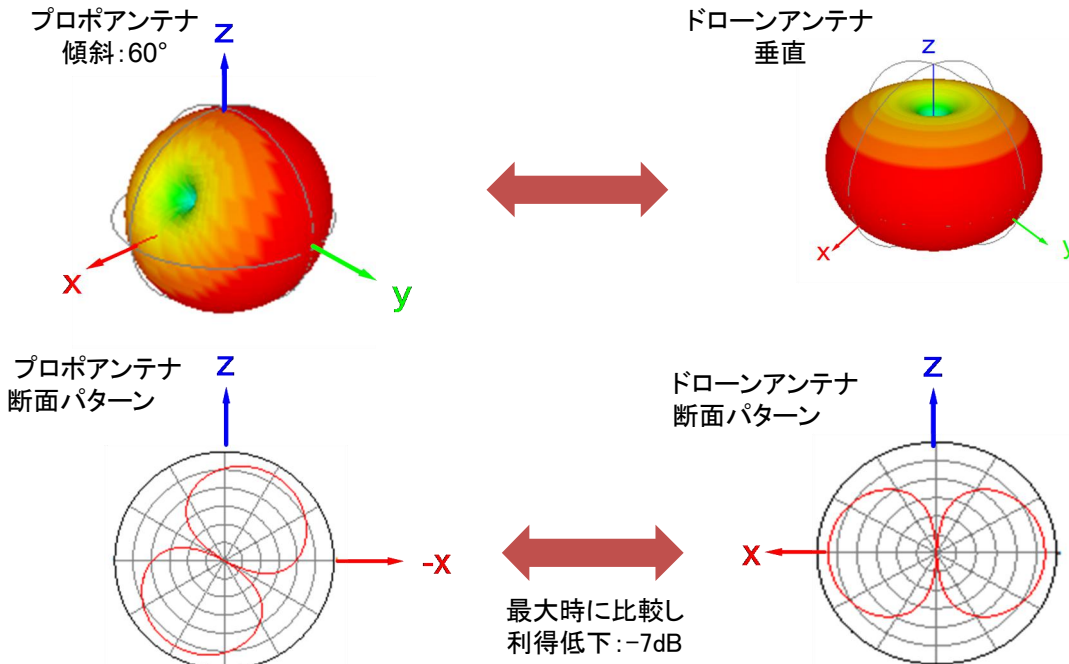
プロポアンテナ
断面パターン



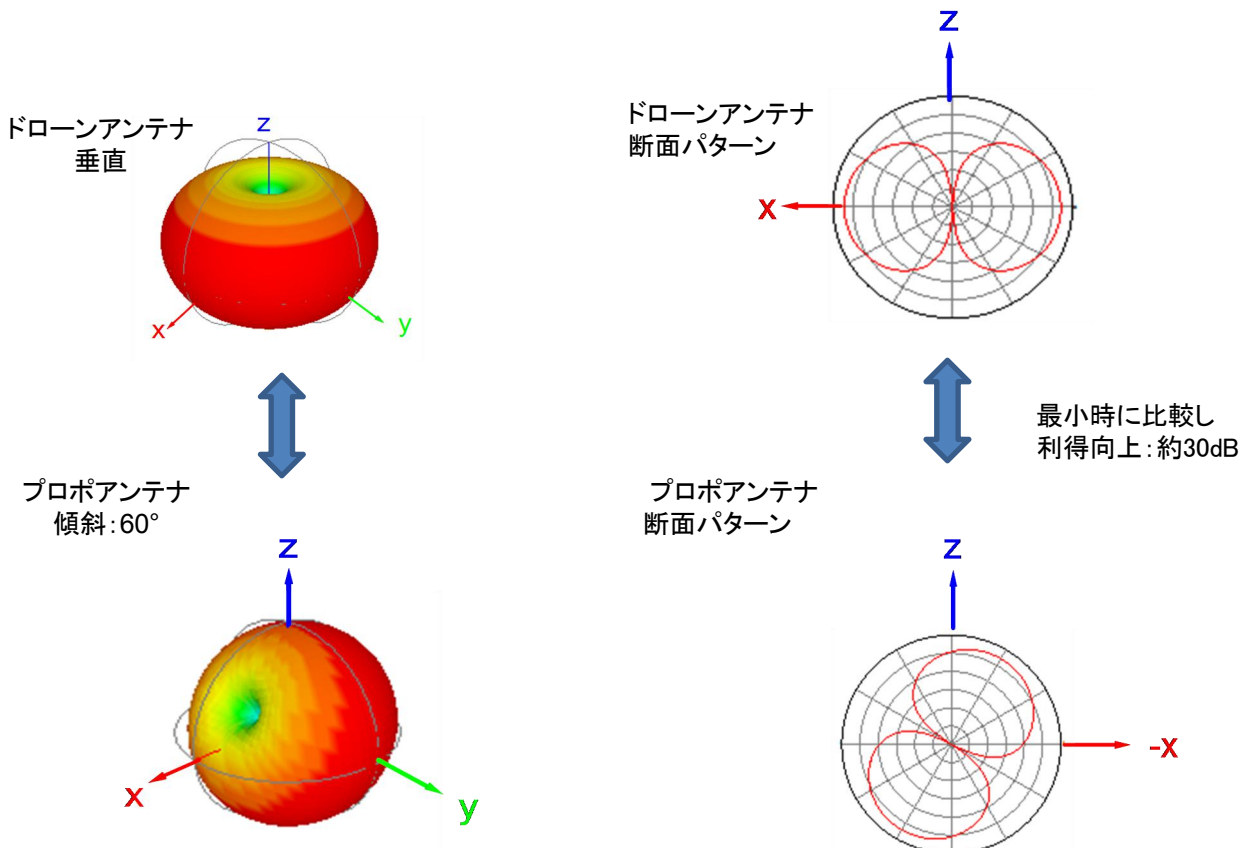
傾斜角 120°

水平方向の利得は約 7dB程低下し、距離換算で最大時に比較し約 45% 程度となります。
 天頂方向の利得も約 30dB 改善され、傾斜角 0° の場合に生じた通信不能ポイントも改善されます。
 飛行方向に対してダイポールの軸はありませんので飛行レンジ内で安定な電力分布となることが予測出来ます。
傾斜角 120° が総合的に見て最も安定した飛行レンジを示すでしょう。

低仰角(遠距離)の場合

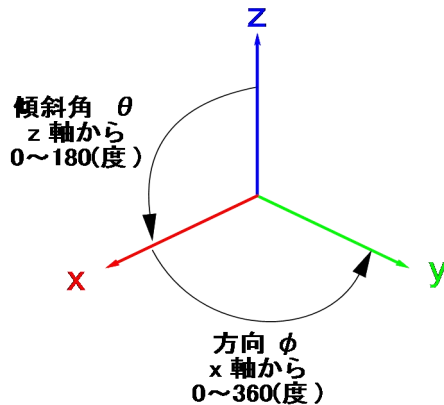


天頂付近の場合

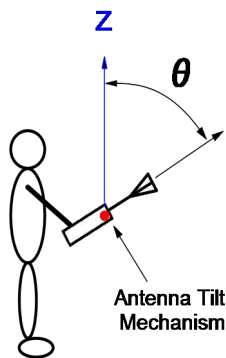


受信電力分布シミュレーションの座標系

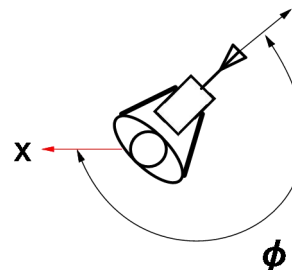
座標系



プロポアンテナ傾斜



プロポアンテナ方向



ドローンの受信電力分布シミュレーション条件

- 1、送信周波数及び送信電力は、無線局免許が不要な、技術基準適合証明を受けた2.45GHz帯 特定小電力を使用したプロポを想定しています。
- 2、偏復調方式はDSSSまたはFHSS方式を想定し、占有帯域幅が比較的広帯域であることから、いわゆる周波数選択性フェージングは考慮せず中心周波数のみでシミュレーションを実施しました。
- 3、シミュレーションは垂直偏波で実施しました。
- 4、ドローン搭載のアンテナは、垂直方向(z 方向)に設置した基本的ダイポールアンテナ(公称利得: 2.14dBi)としてシミュレーションしました。
- 5、アンテナのインピーダンス不整合損失と熱損失(導体損・誘電体損)を考慮し、双方のアンテナ放射効率を 70%としてシミュレーションを実施しました。