

技術試験におけるセンサー案について

ハイバンド・ローレートUWB無線を用いたUWB一点測位機器

2010年9月3日

事務局

測位技術の想定されるアプリケーション

AV新機能

人位置に基づく
臨場感音場制御



人位置に基づく
3D-TV表示制御



モーションセンサ

位置情報に基づく
マンマシーン入力機器



セキュリティ

センシング・タグ測位による
家族識別(タグ有無)機械警備



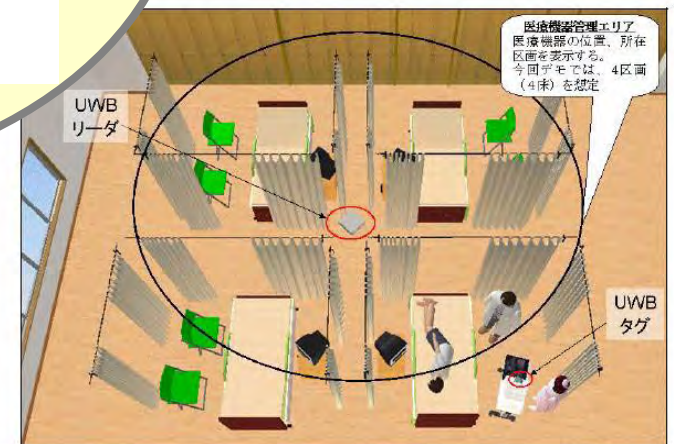
エコ制御

人数、人位置に基づく
小まめな空調制御、調光制御



リアルタイム ロケーションシステム

設備機器位置管理・ヘルスケア



ハイバンドUWB1点測位機器の特徴

①簡単設置を実現する1点測位技術

- 絶対座標の入力不要・複数リーダタイミング同期不要
- 電波到来方向推定方式によりリーダを一体化

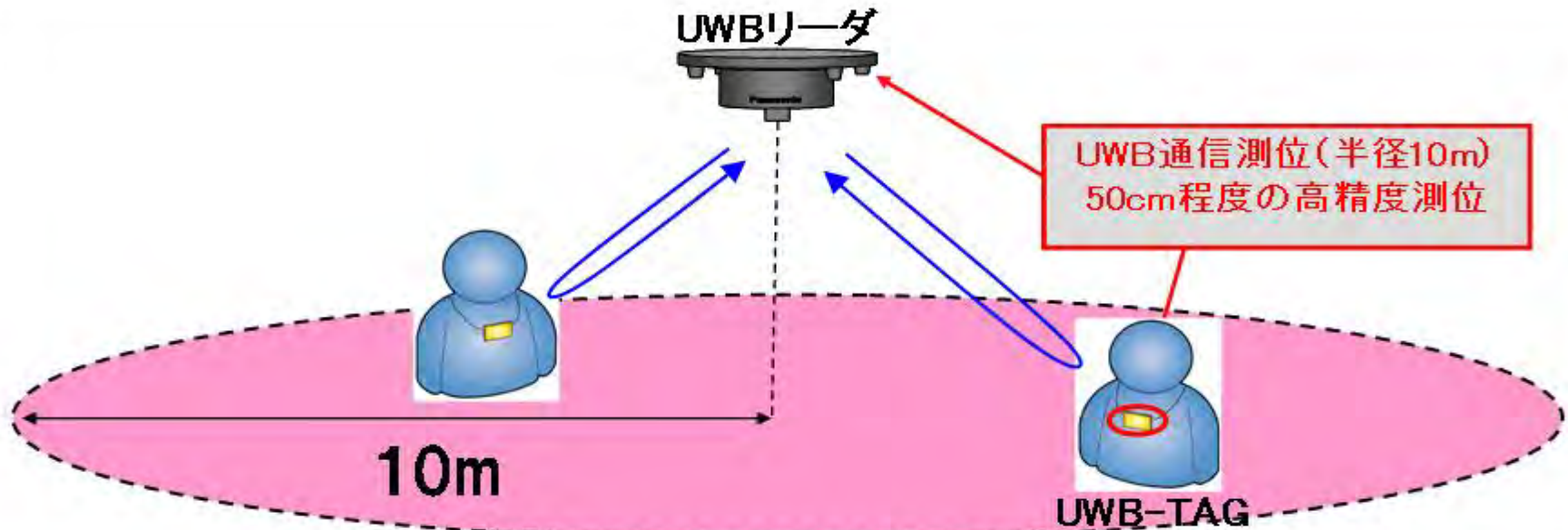
②高精度、高分解能

- タグ送信プリアンブル相関による先頭波遅延時間検出(TOA*)
- 先頭波信号に対する到来方向推定(DOA**)

③ハイバンドの利用

- 広帯域信号による精度向上
- DAA***が不要な帯域→タグの構成簡易化

(*TOA :Time Of Arrival ** DOA : Direction Of Arrival ***DAA Detect And Avoid)



一点方式高精度測位の課題と提案構成

• リーダにおける課題

- マルチパス伝搬環境における正確な先頭波検出
 - 測位においては直接波=先頭波の測定が大前提
- 広帯域パルス信号を用いた到来方向推定(DOA)
 - 2GHz帯域内の振幅位相キャリブレーション

• タグにおける課題

- 高感度受信(リーダ送信-41.3dBm/MHz、伝搬損失70dB)
- 低消費電力(電池駆動:寿命数ヶ月から数年)

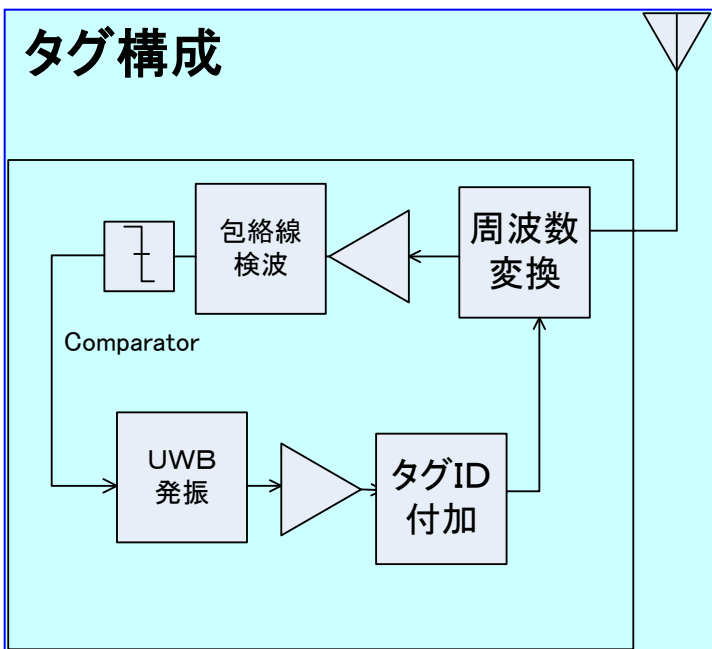
• 提案構成

- TOAに同期した4素子アレイアンテナ狭帯域信号DOA
 - マルチパス対応、広帯域キャリブレーション不要
- タグOOK検波後再放射方式
 - レーダ、パッシブタグと同等の構成→リーダタイミング基準の利用
 - タグ包絡線検波・コンパレータ復調・UWB再放射→同期不要

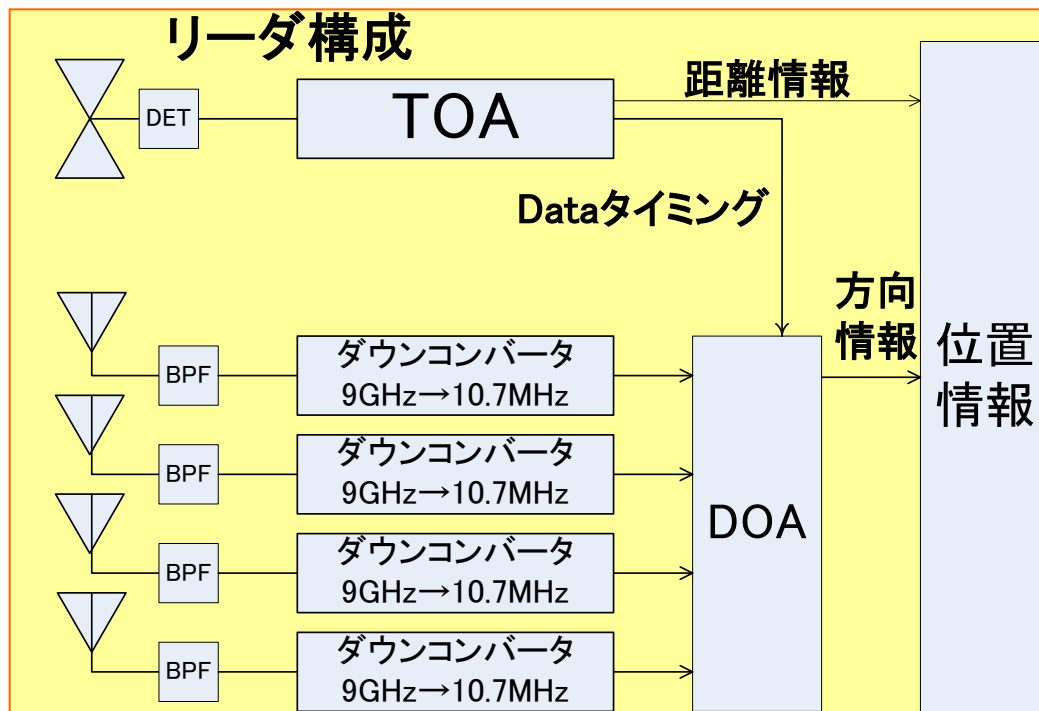
システム諸元と概略構成

使用周波数	7.25GHz~10.25GHz
送信電力	-44.3dBm/MHz以下(空中線3dBi)
変調方式	インパルスUWB OOK変調(5Mbps:リーダ送信信号とタグ送信信号との識別のため低レート信号が必要)
送信バースト長	26msec

タグ構成



リーダ構成

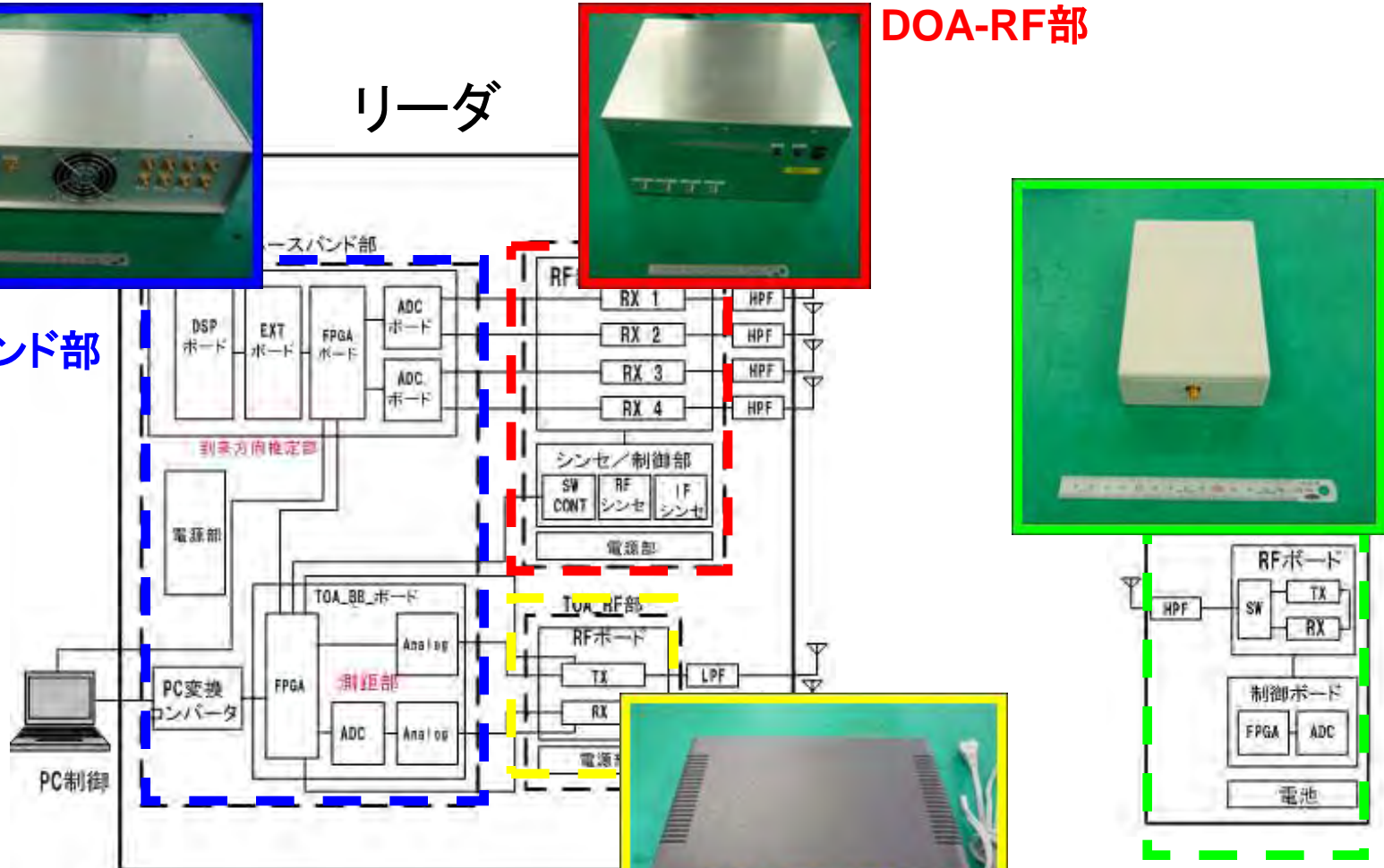


機器の外観

リーダ

DOA-RF部

ベースバンド部



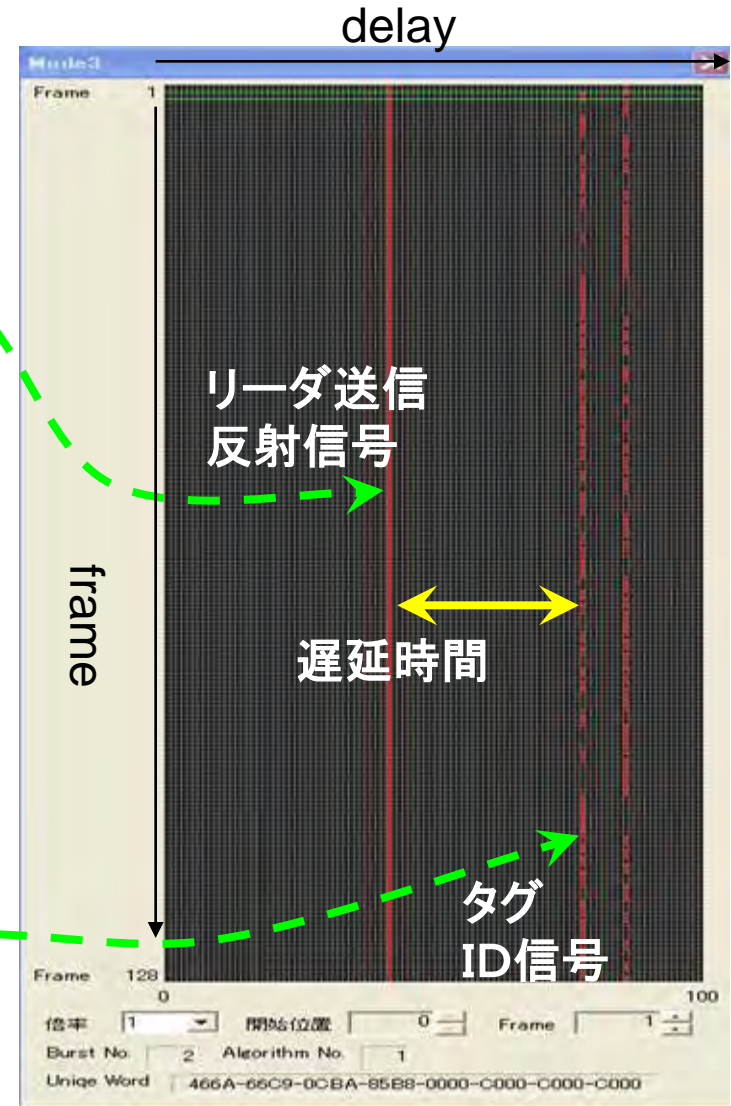
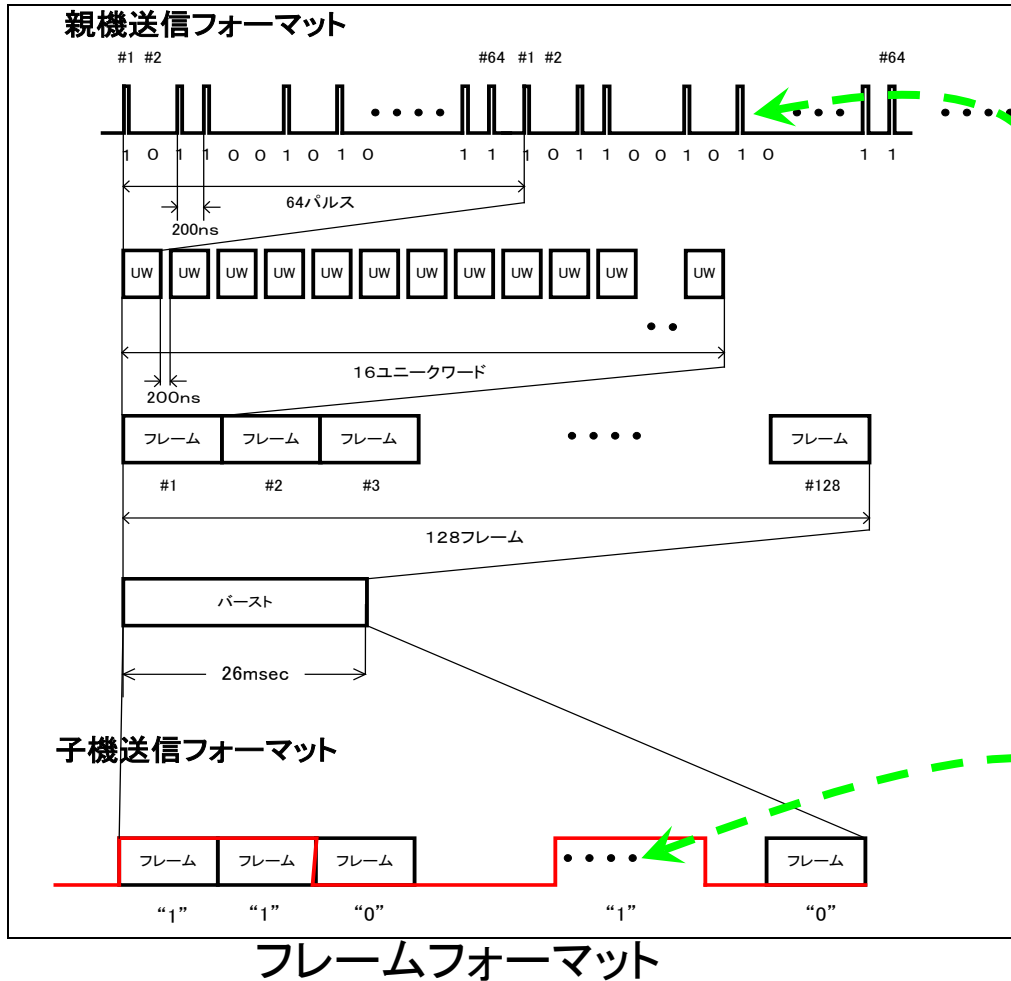
TOA-RF部

タグ



技術内容 ① TOA先頭波検出方式

- リーダが送信信号に対して逆拡散
- タグIDを検出後、遅延時間推定

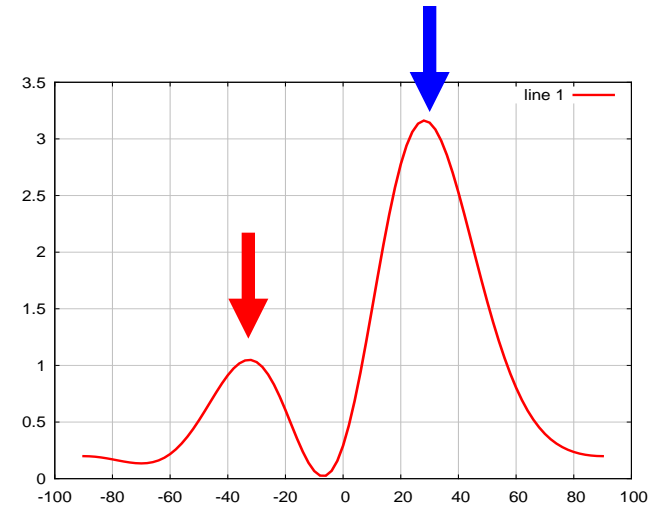
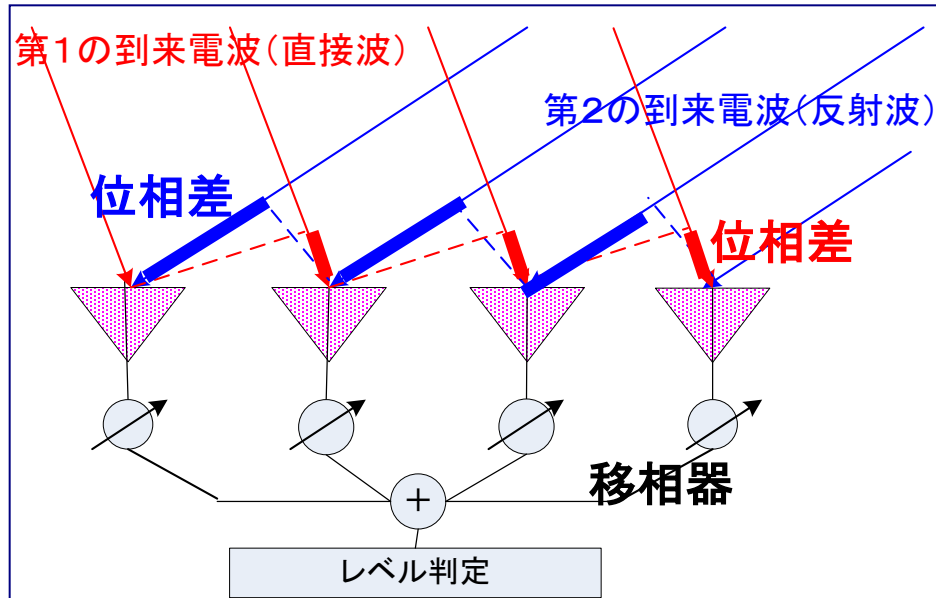


リーダー逆拡散観測信号

技術内容 ② DOA狭帯域推定方式-1

●一般的な電波の到来方向推定技術

複数アンテナの受信信号の位相を変化させながら加算し、電力最大方向を電波の到来方向として判定する



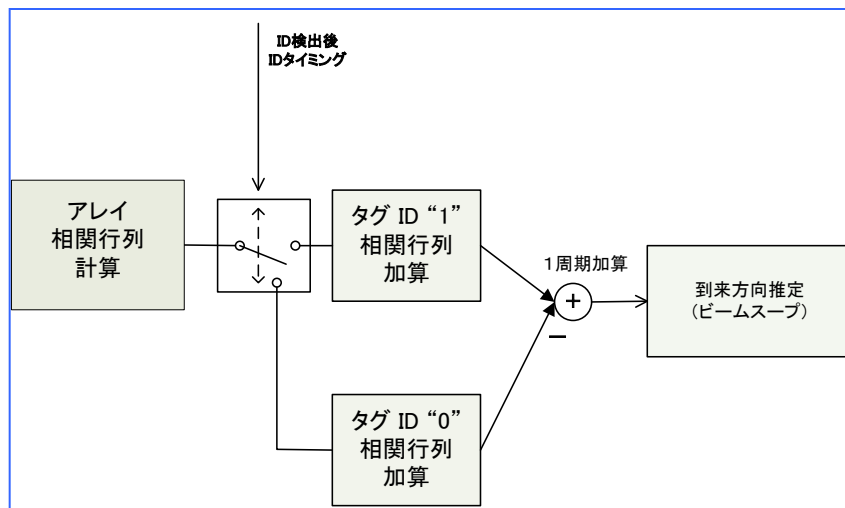
DOA処理結果の一例

●一般的なDOA技術をUWB測位に使う場合の課題

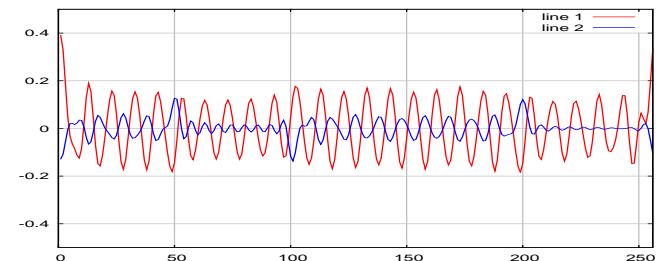
- 室内の多重伝搬環境(多くの電波伝搬経路が加算される)に起因する誤差
→先頭波検出後(パス分離後)DOA推定
:チャンネルサウンダ(電波伝搬測定器)で使われる技術)
- UWB広帯域性のため位相分布が広がることに起因する誤差
→狭帯域化(シングルキャリア成分の抽出後)DOA推定

技術内容 ② DOA狭帯域推定方式-2

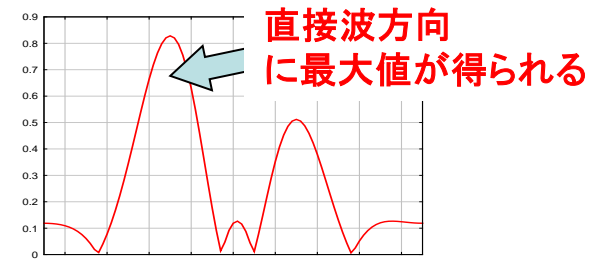
- インパルス信号が、基本繰り返し周波数(5MHz)の高調波を持つことを利用
 - 9GHzの線スペクトル成分を10.7MHzにダウンコンバート
 - 狭帯域化により位相振幅キャリブレーションが容易
- 狭帯域化により信号成分が合成されるためIDのタイミングに同期して相関行列の加算、減算を行う



処理の概念図



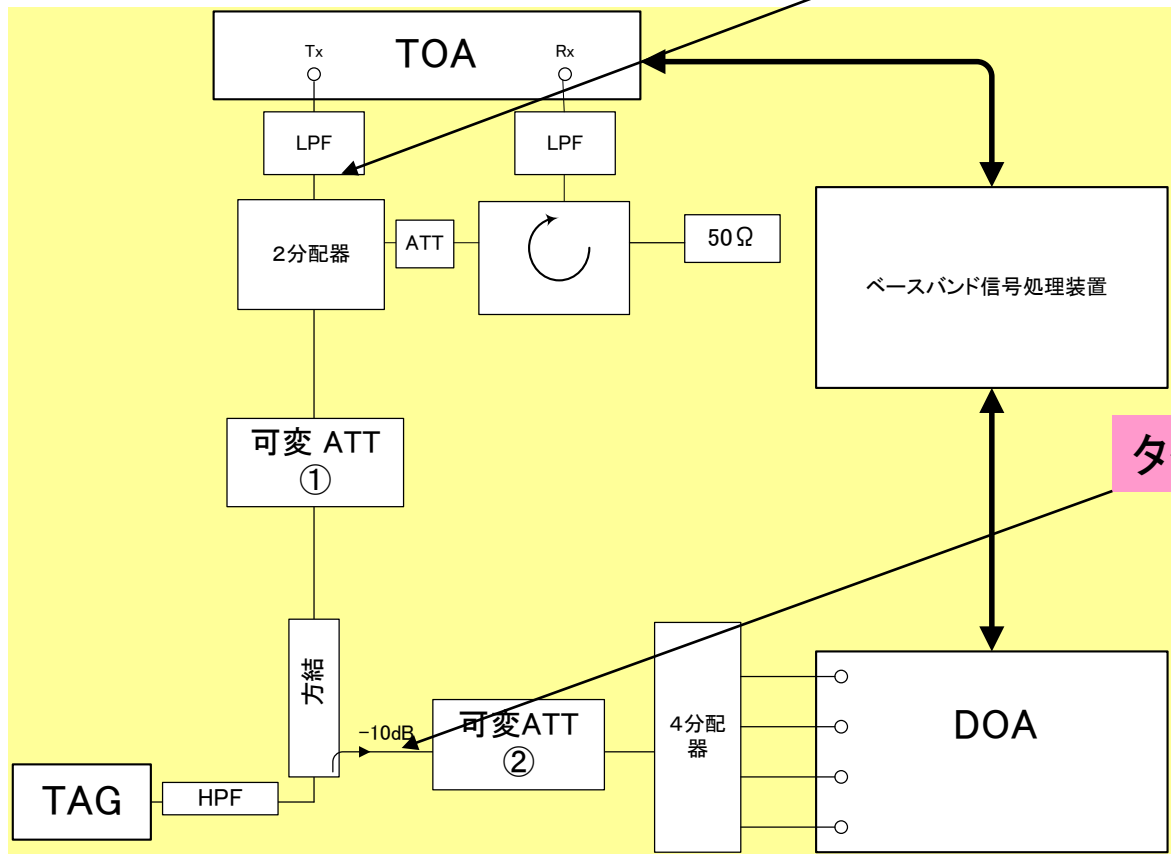
狭帯域信号 (青線: 直接波:-30deg、赤線: 反射波30deg)



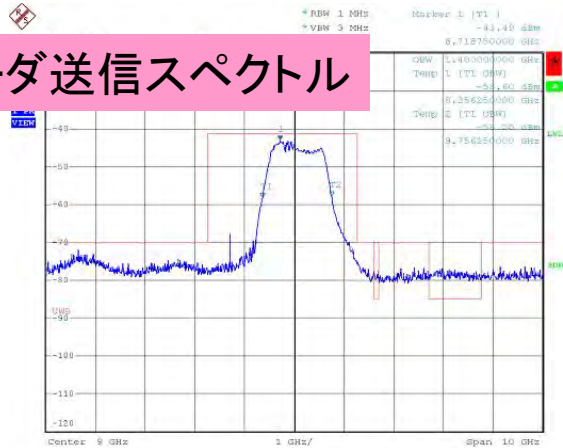
処理の効果 (シミュレーション)

有線接続による測定 ①送信特性

- 実験局事前データを有線接続にて取得中
- 送信系に関してスペクトルマスクを満たすことを確認

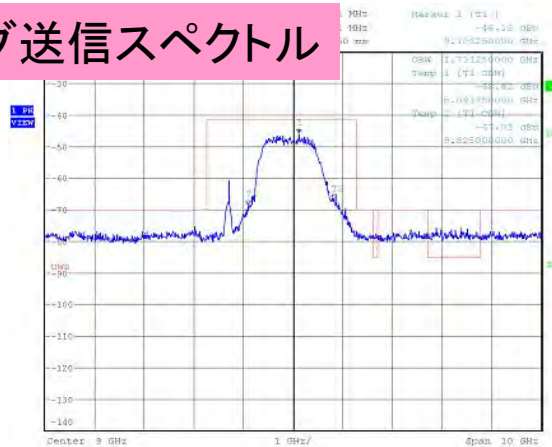


リーダ送信スペクトル



Date: 25.FEB.2010 09:24:24

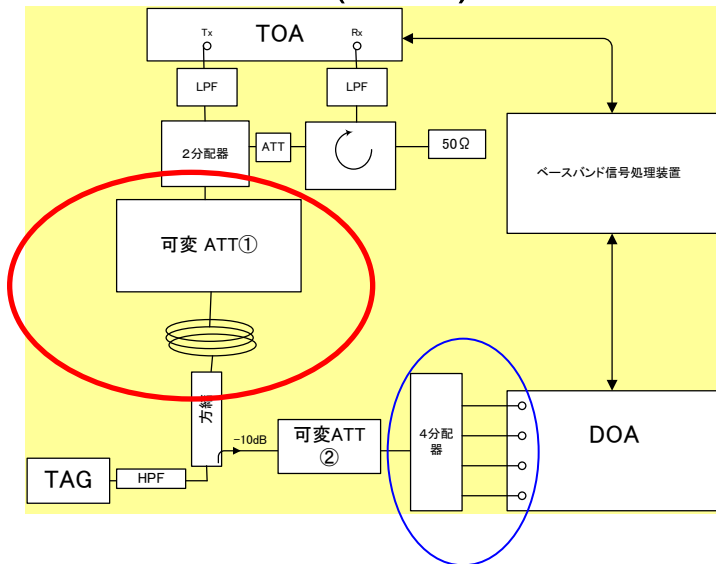
タグ送信スペクトル



Date: 5.MAR.2010 02:52:21

有線接続による測定 ②受信特性

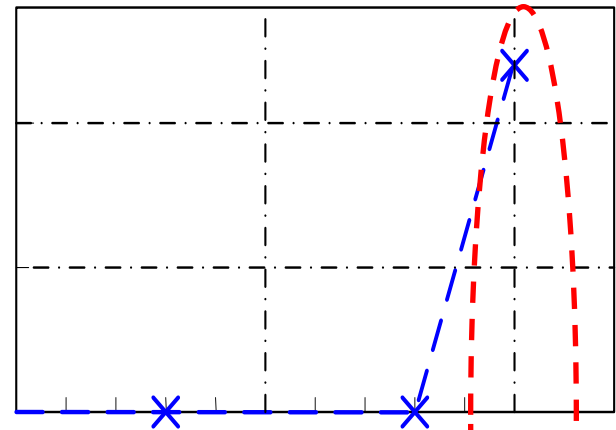
- 測距性能評価(TOA): ケーブル長と伝搬損失(アッテネータ)により誤差測定



測位誤差

100cm
50cm
0cm

タグS/N=0
リーダ積算性能向上必要

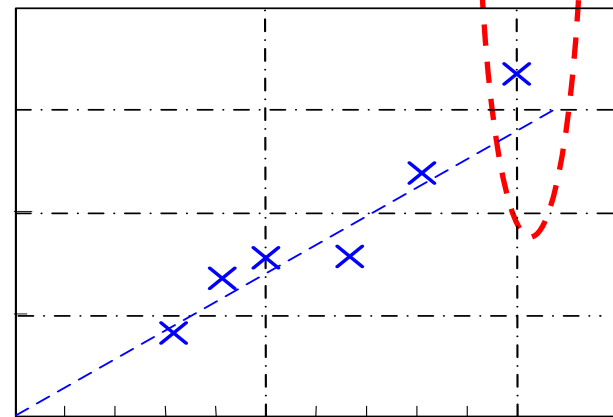


5m 10m 測位距離

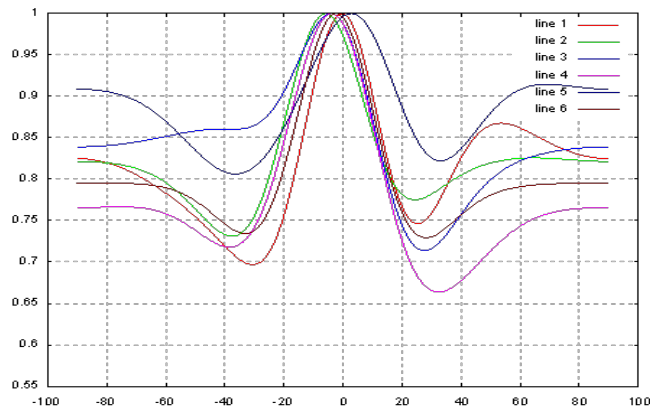
- 方向推定評価(DOA): 4分配器により0° 方向の推定結果として評価

DOA誤差 (RMSE)

3[deg]
2[deg]
1[deg]
0[deg]

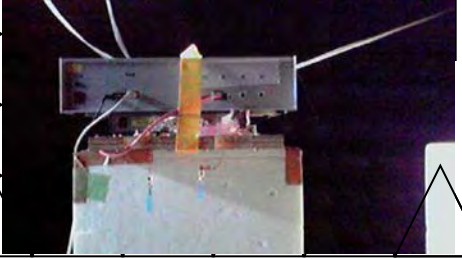
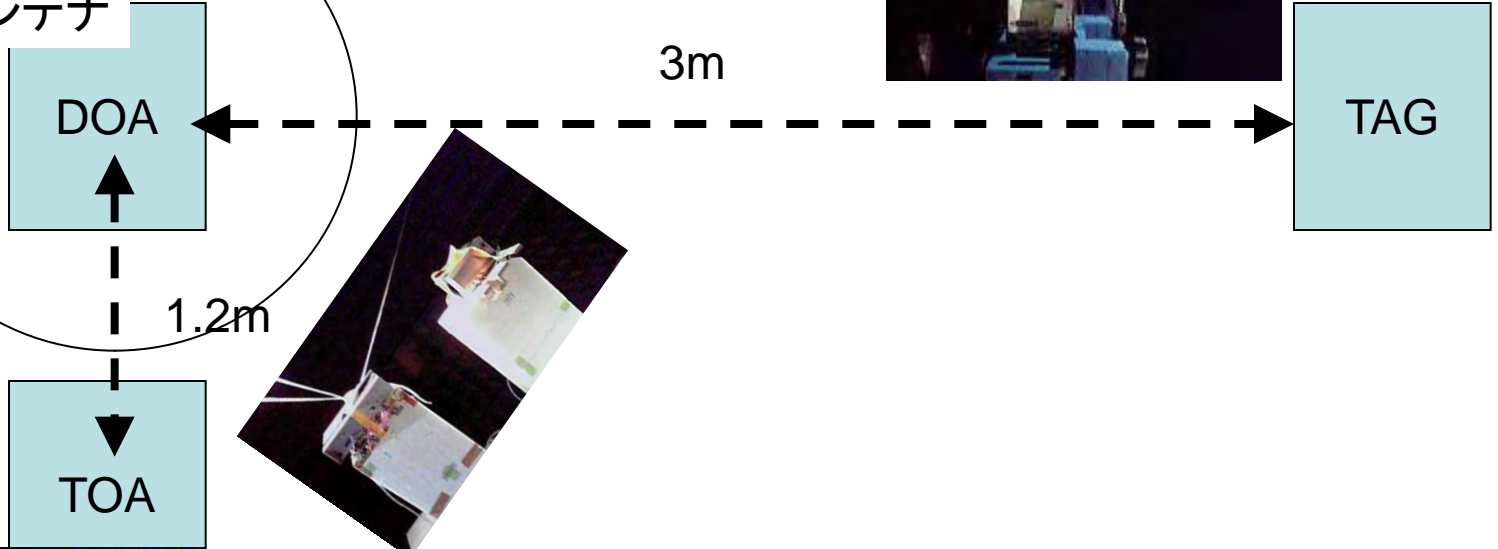
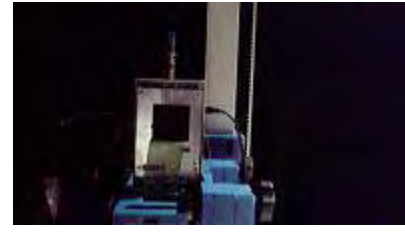
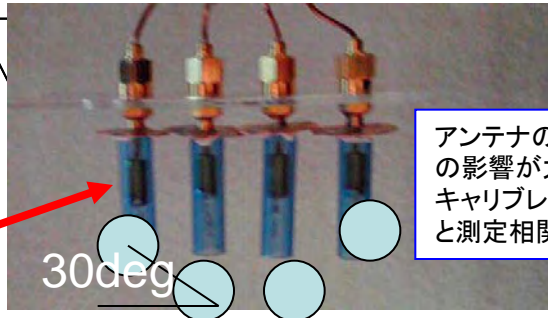
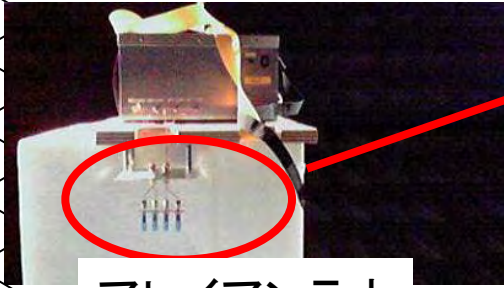


5m 10m 測位距離



DOA結果の例(10m)

台形アレイによるDOA評価(配置)



電波暗室評価結果

台形アレイ配置による評価結果

①アジマス

台形アレイ: -80度から80度の方向で誤差は全体的に2度程度である

リニアアレイ: 中心方向0度付近での誤差はリニアアレイの方が小さい

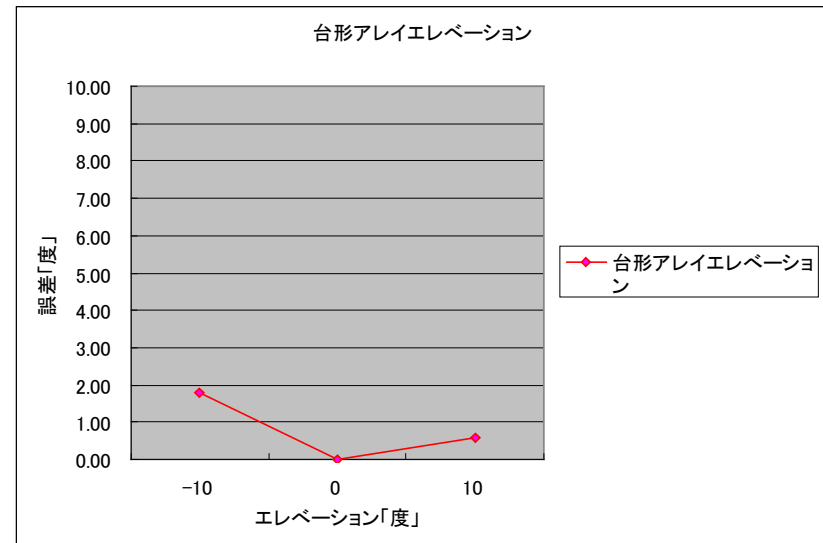
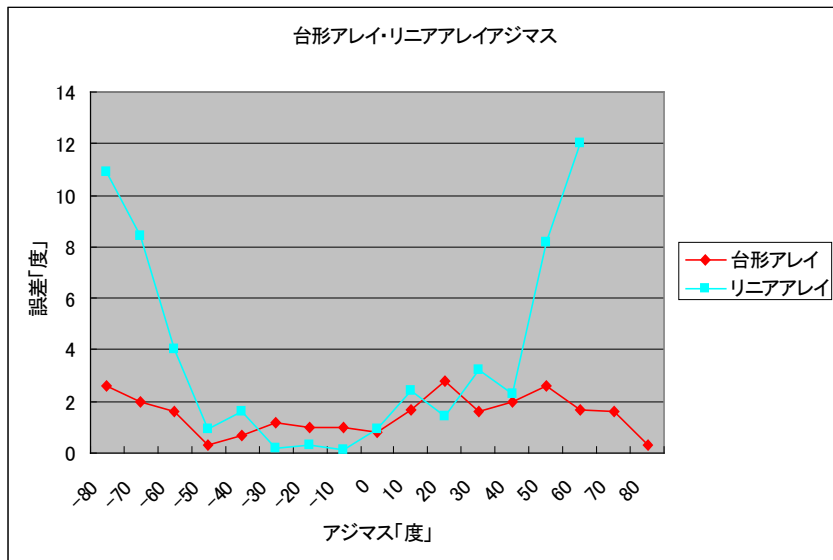
→リニアアレイは、理論ステアリングベクトル+0度方向キャリブレーション

→台形アレイは、全方向の相関行列との相関結果

②エレベーション

-10度から10度の方向で誤差は全体的に2度程度である

→但し、エレベーション方向に対してアレイの信号変化が少ないため誤差は大きくなる傾向にある

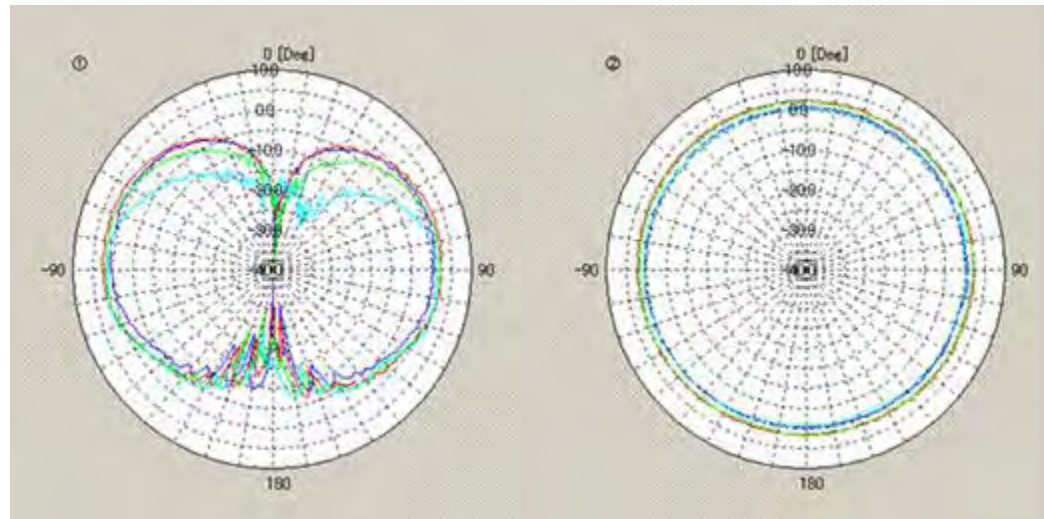


アンテナ特性

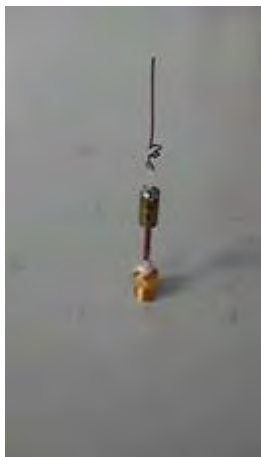
TOA DOAタグ使用ダイポールアンテナ(最大放射方向利得 3dBi以下) E面パターン(エレベーション特性) H面パターン(アジマス特性)



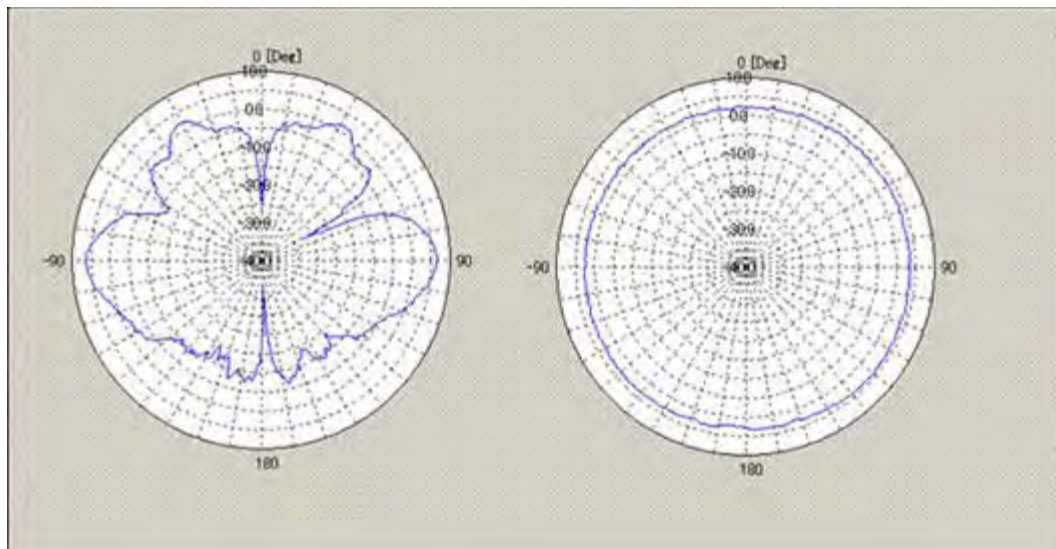
f=7000MHz(青)
8000MHz(赤)
9000MHz(緑)
10000MHz(水色)



DOA受信専用高利得コリニアアンテナ(最大放射方向利得7dBi以下) E面パターン(エレベーション特性) H面パターン(アジマス特性)



f=8648MHz



まとめ

- DOA、TOAを用いたハイバンド・ローレートUWB無線を用いた一点測位試作機器に関して基本特性を測定
 - 送信特性:UWB技術基準を満たすことを確認
 - 測位特性:エリア内の平均誤差50cm以内(最大誤差1.2m)
- 今後の予定
 - 実験局免許取得後、実伝搬環境における特性評価
 - 実証実験によるエリアの測定(半径10mを想定)