

3-D Unitary ESPRIT 法を用いた 時空間チャネルサウンダの2波分離分解能測定実験

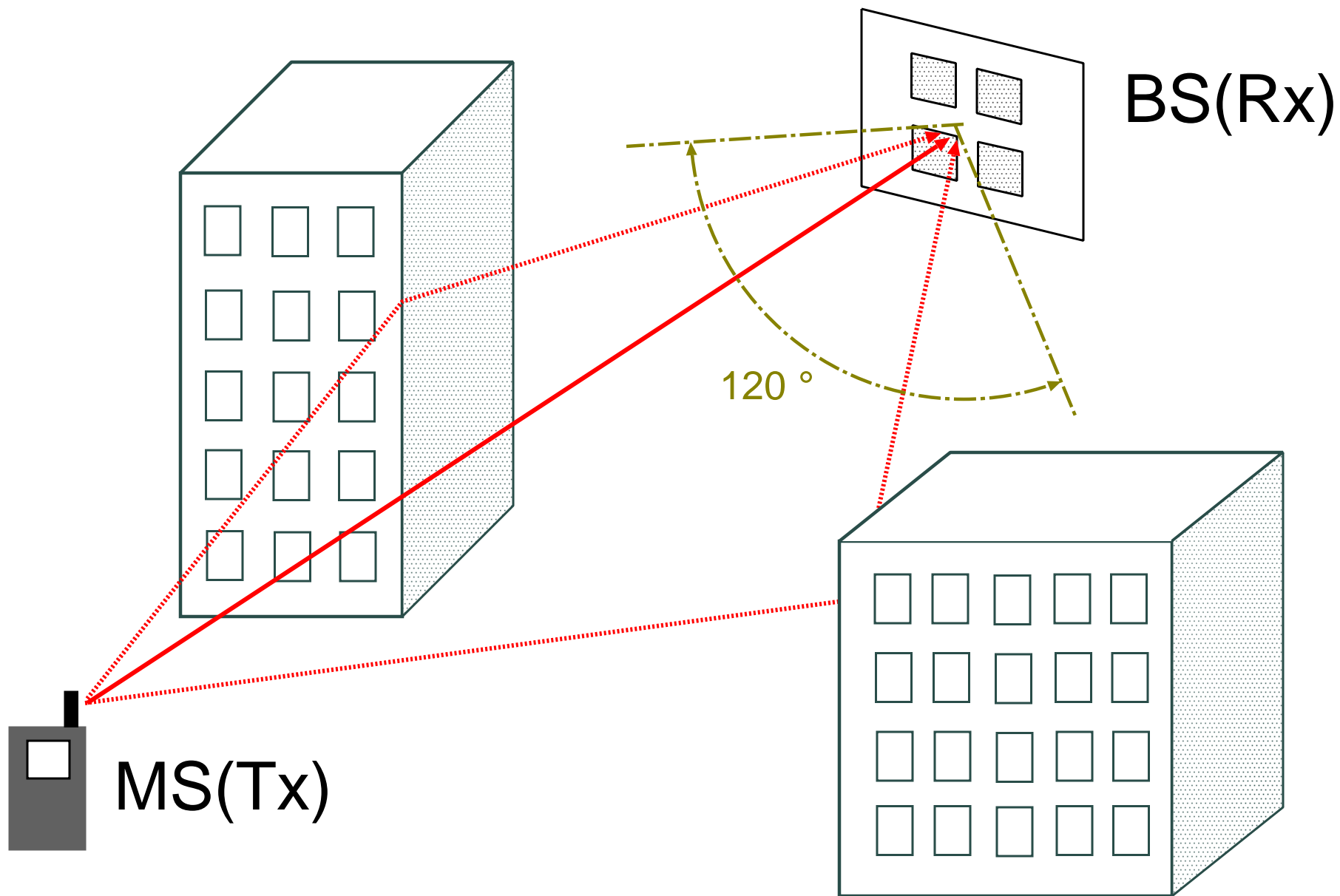
東京工業大学 移動通信研究グループ

黒田 一浩 ・ 阪口 啓 ・ 高田 潤一 ・ 荒木 純道

内容

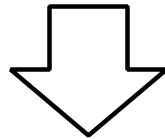
- 研究目的
- 時空間チャネルサウンダの構成
- 一波推定実験
- 遅延時間分解能の測定結果
- 空間分解能の測定結果
- まとめ

伝搬路



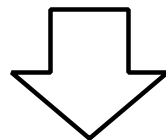
研究目的

自作のハードウェア  様々な誤差の要因が考えられる。



フリーエ分解能に比べて最低限どの程度の分解能が得られるか
実験により求める。

実環境において干渉波が所望波にたいして相関が高いかどうかは
測定してみないと分からない。

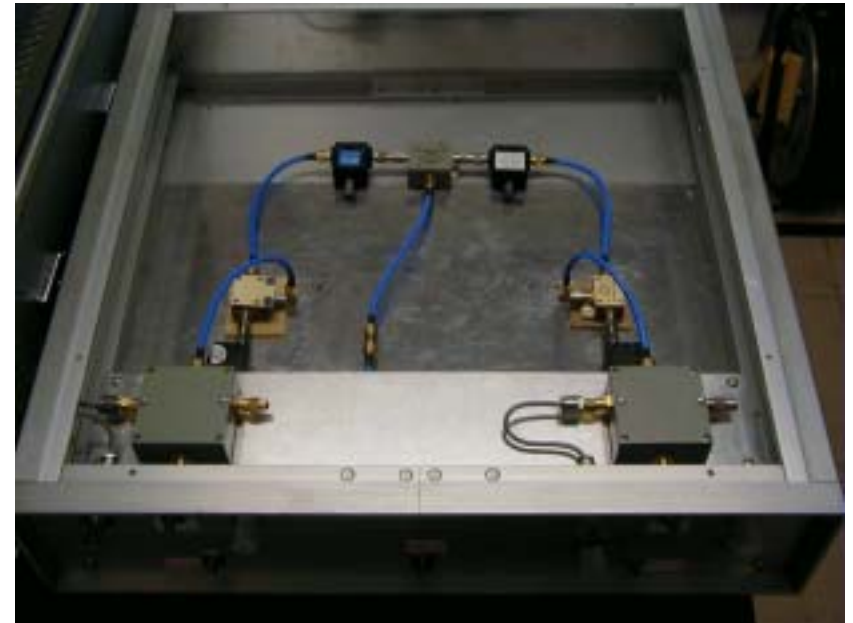
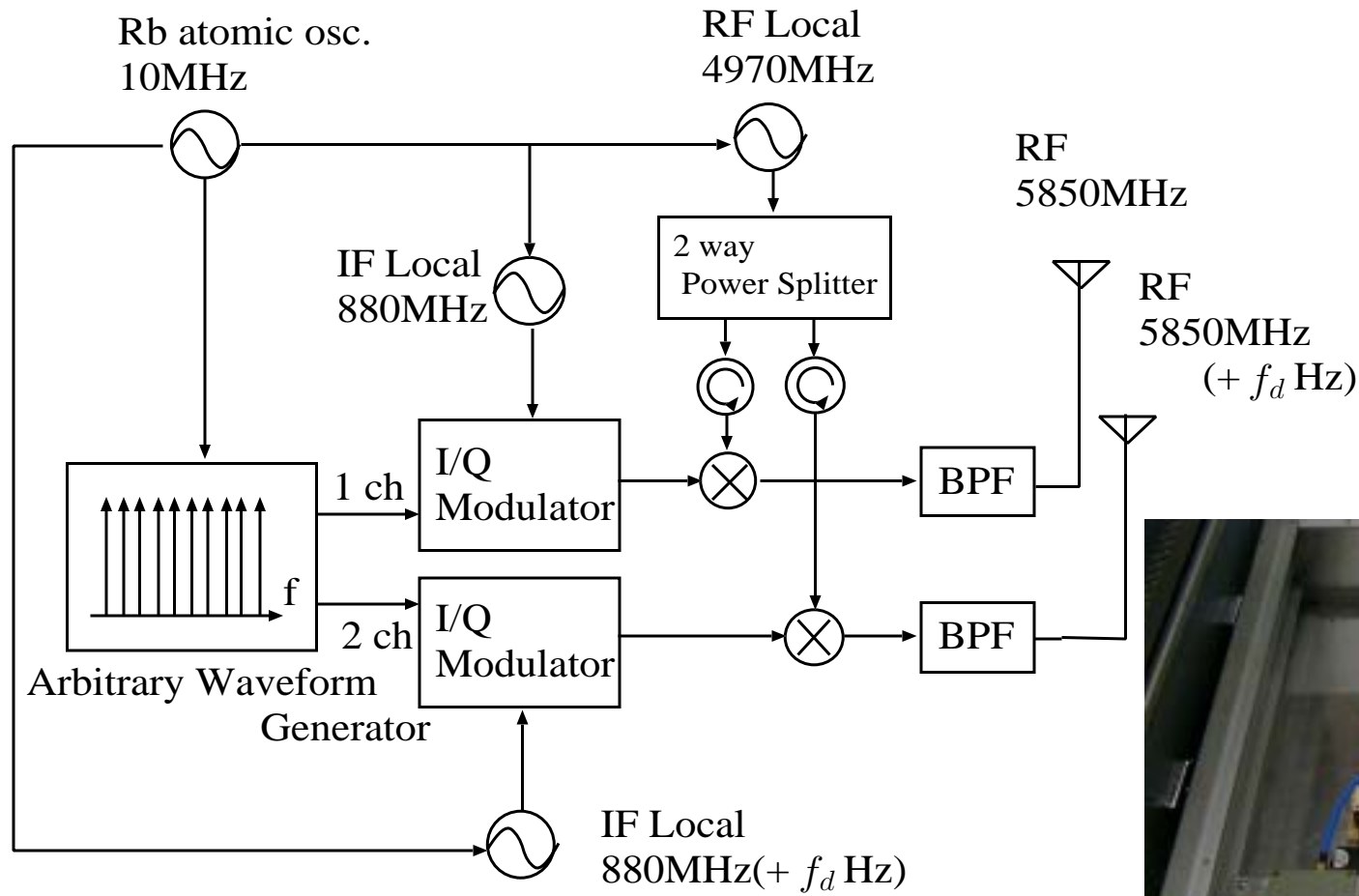


相関が高いときと低いときの分解能を測定する。

時空間チャネルサウンダの仕様

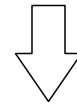
送信アンテナ	半波長ダイポールアンテナ
受信アンテナ	2×2素子 方形パッチアレーアンテナ
水平方向素子間隔	$\lambda/\sqrt{3}$
垂直方向素子間隔	λ
中心周波数	5.85[GHz]
周波数サンプル数	20
キャリア間隔	500[kHz]
帯域幅	9.5[MHz]
A/D 変換器	12bit ・ 20Ms/s
フーリエ分解能(空間)	約60[deg]
フーリエ分解能(遅延時間)	約100[ns]

送信機



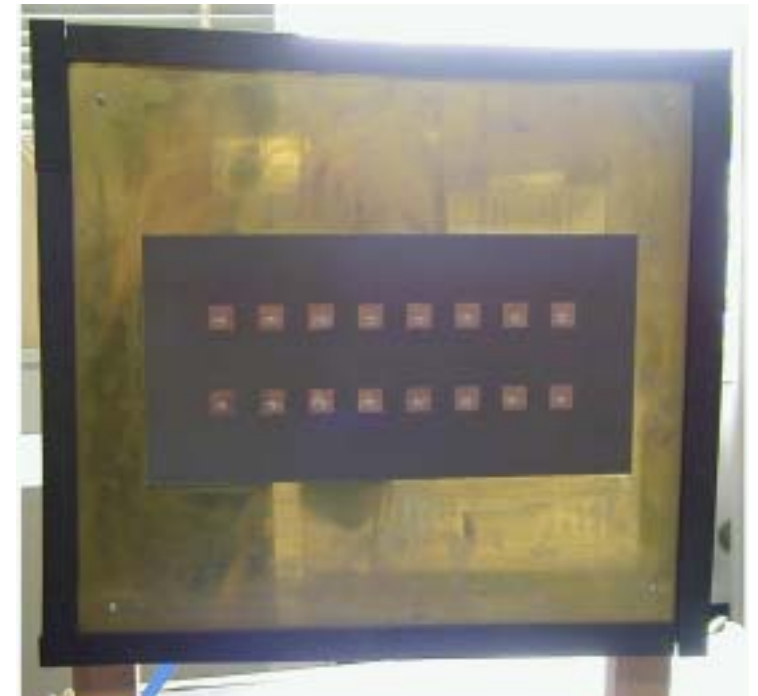
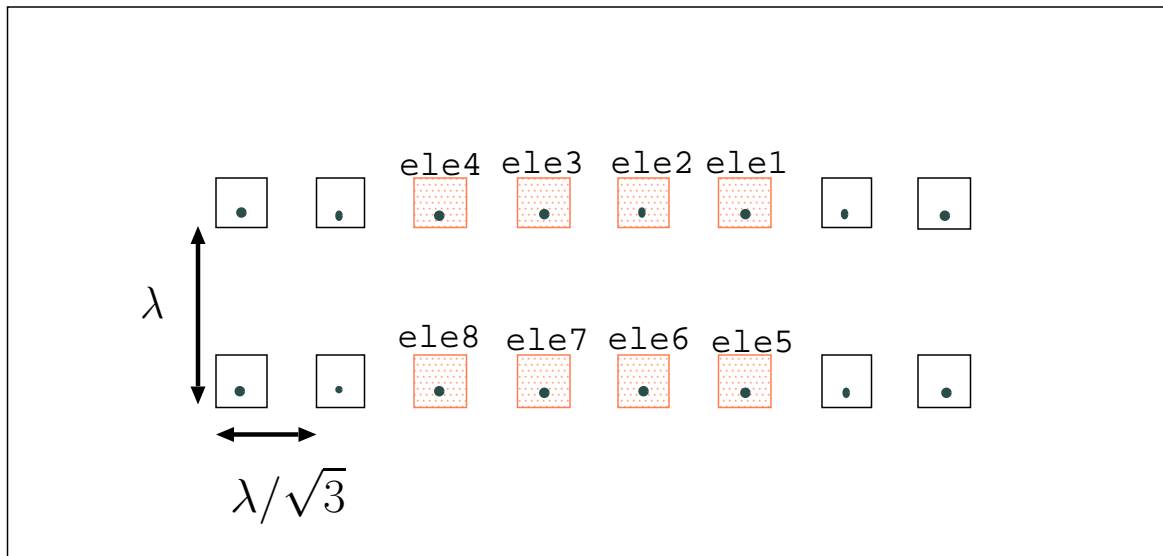
受信アンテナ

3D Unitary ESPRIT法 \Rightarrow 各アンテナ素子の特性が等しいことが前提

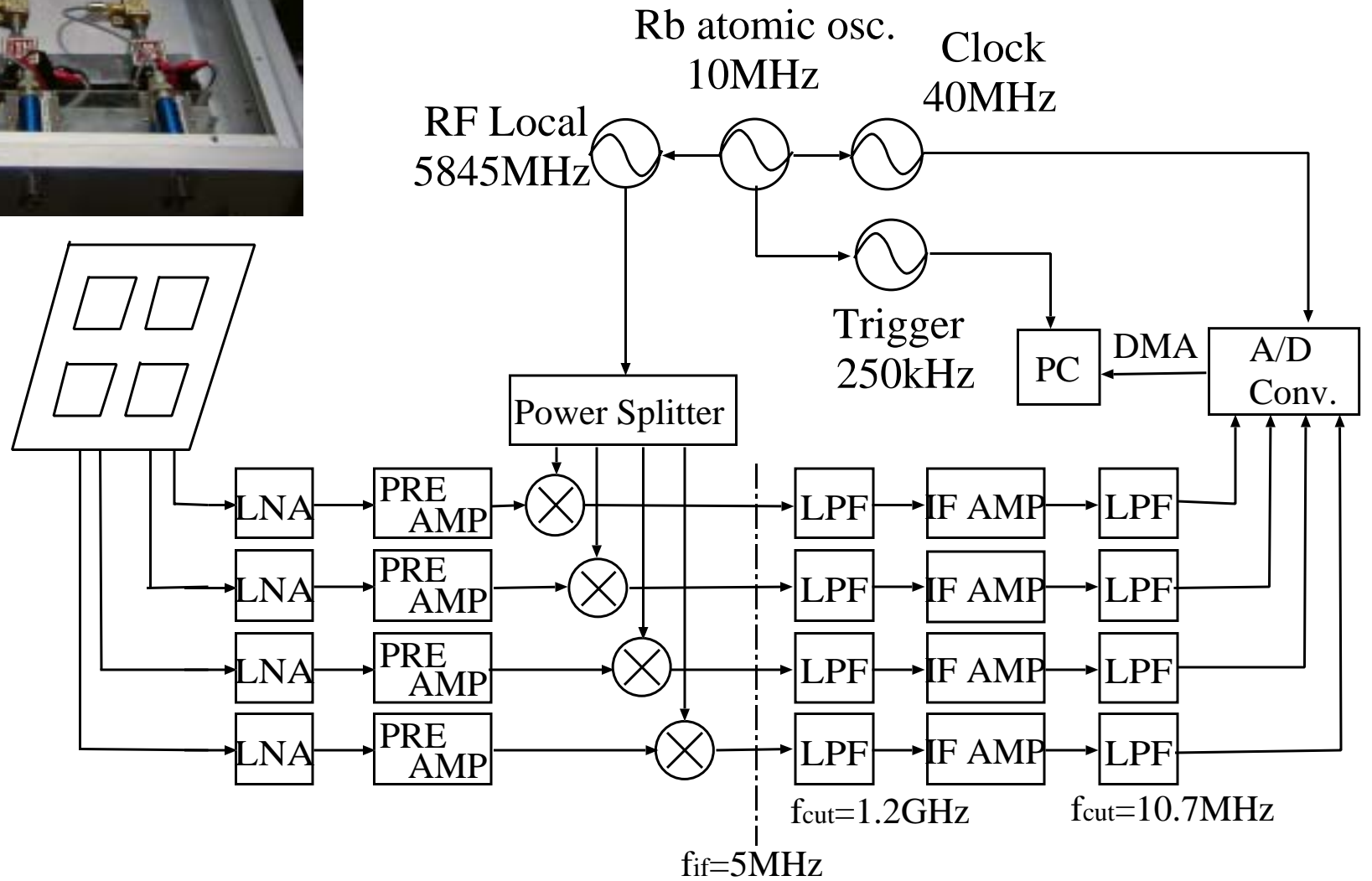


2×4素子の特性がほぼ等しいアンテナにするため

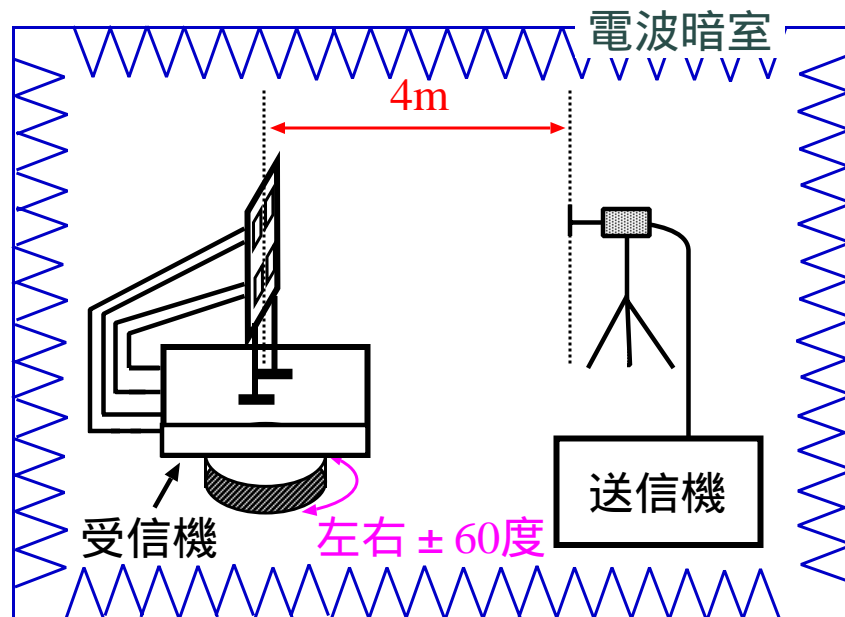
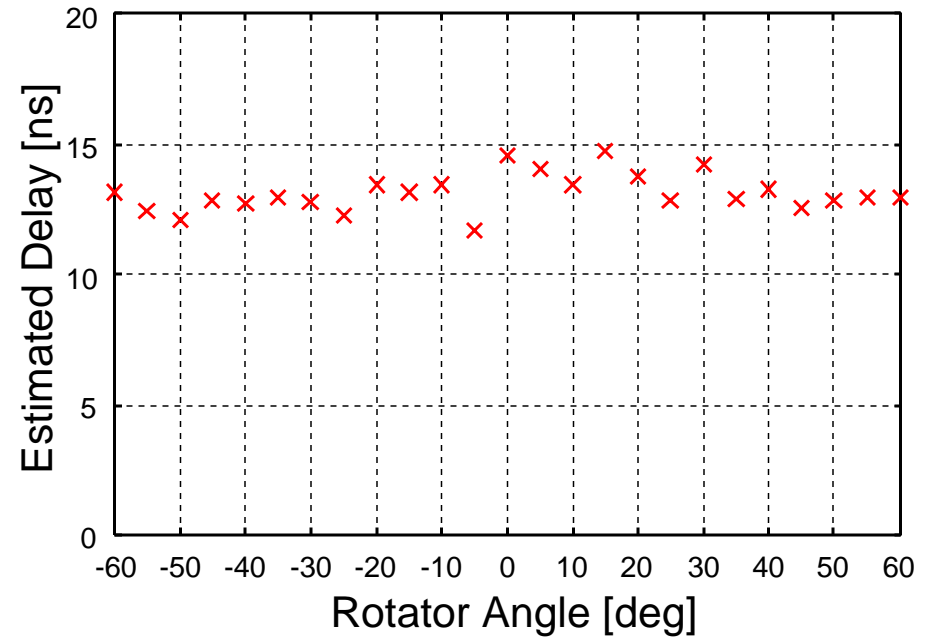
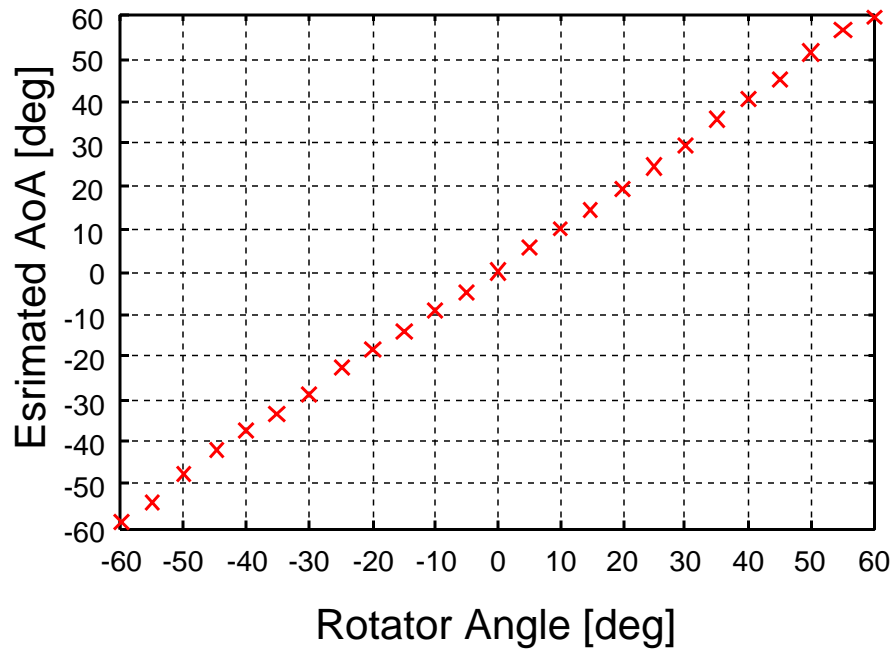
相互結合の影響が減少するようにダミー素子を配置



受信機



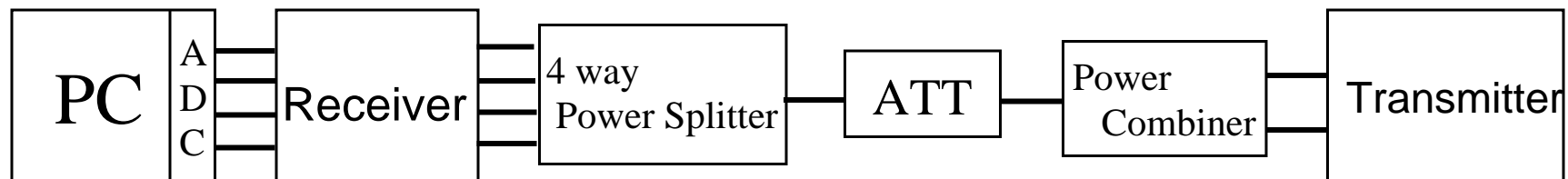
1波推定実験



遅延時間分解能測定実験

測定環境

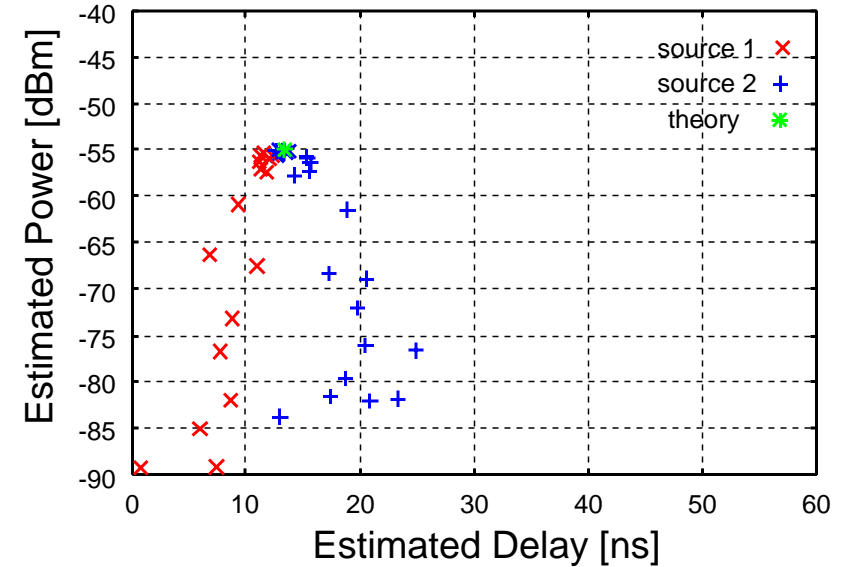
到来波数	2
送信電力	等電力
f_d	1[Hz]
スナップショット	50
スムージング法	フォワード・バック・フォワード
キャリブレーション法	バック・トゥ・バック(4m)



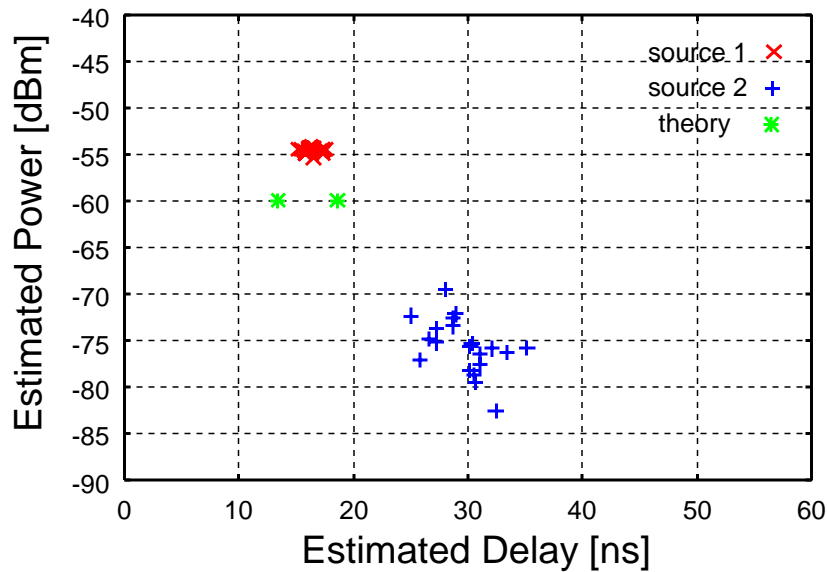
測定結果

SNR 30dB

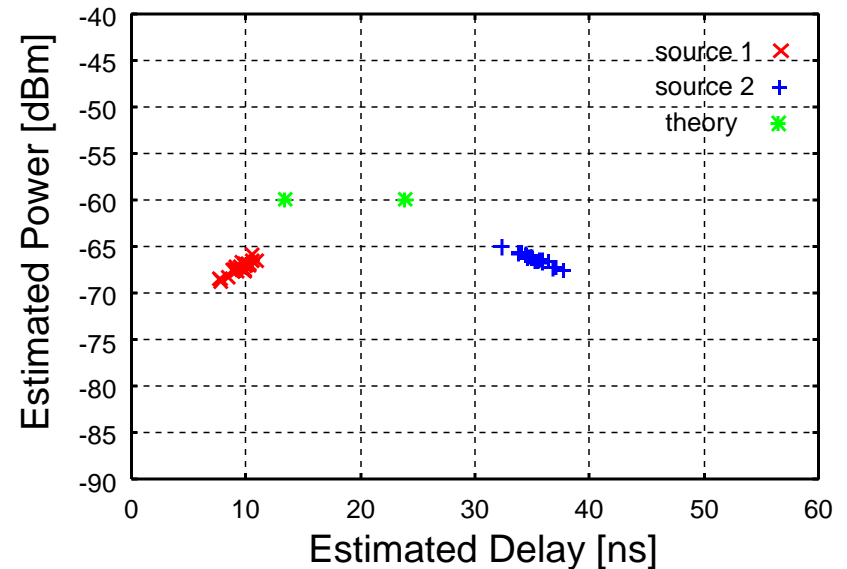
完全相関のとき



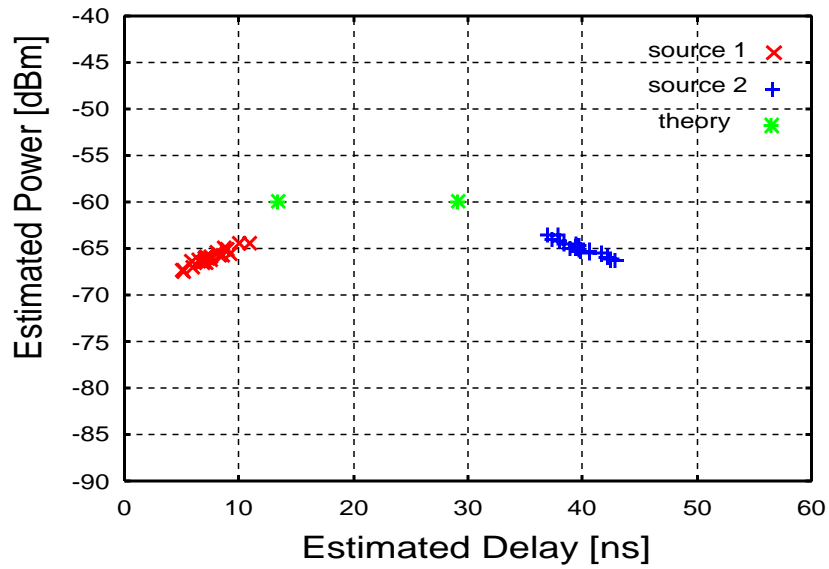
Delay Difference : 0[ns]



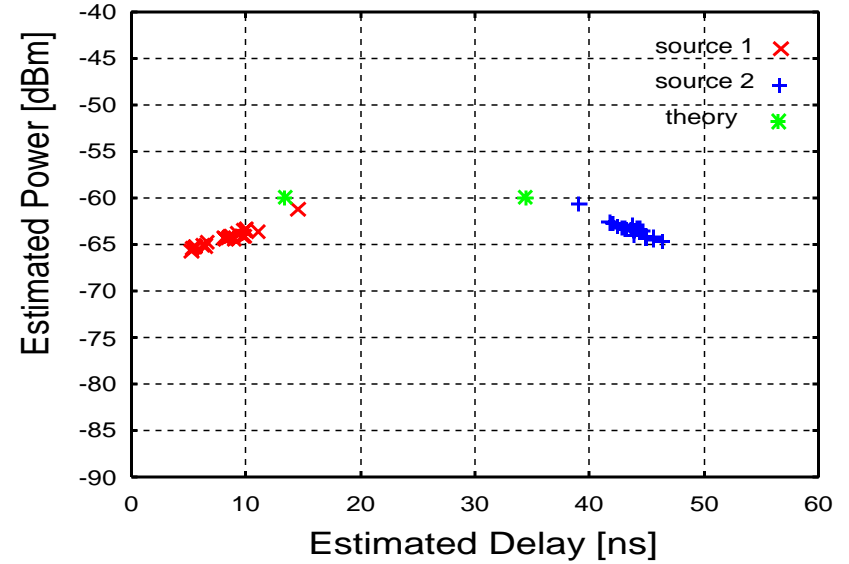
Delay Difference : 5.26[ns]



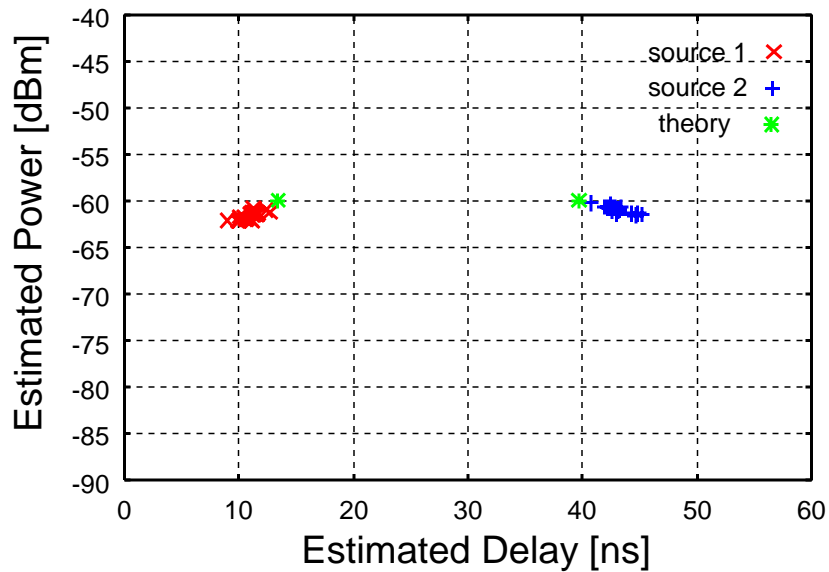
Delay Difference : 10.53[ns]



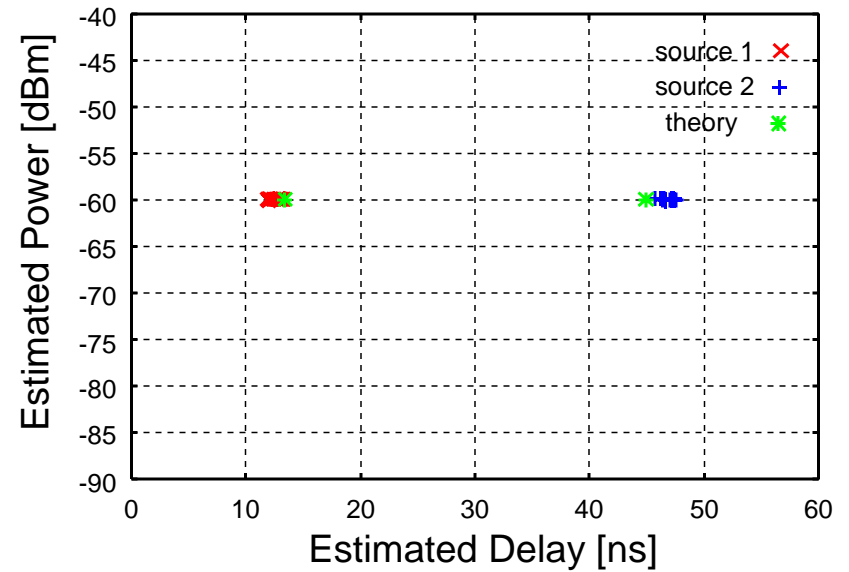
Delay Difference : 15.79[ns]



Delay Difference : 21.05[ns]



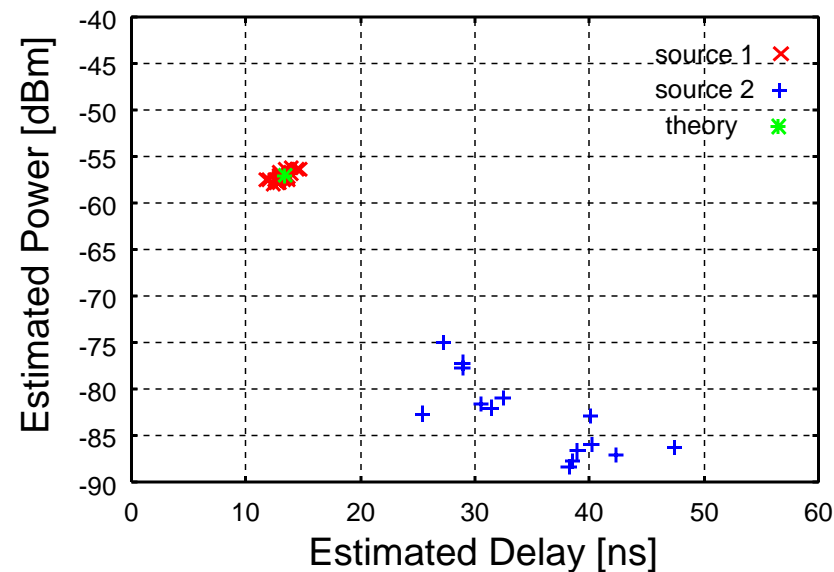
Delay Difference : 26.32[ns]



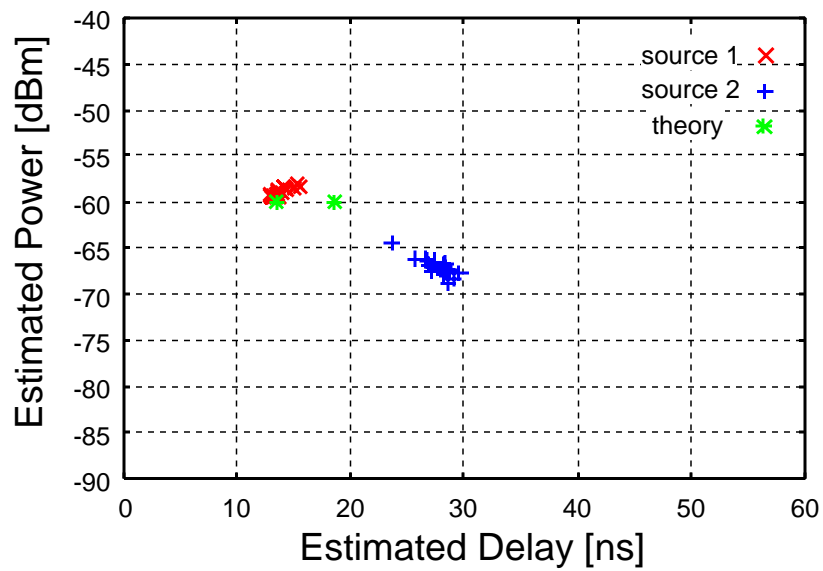
Delay Difference : 31.58[ns]

SNR 30dB

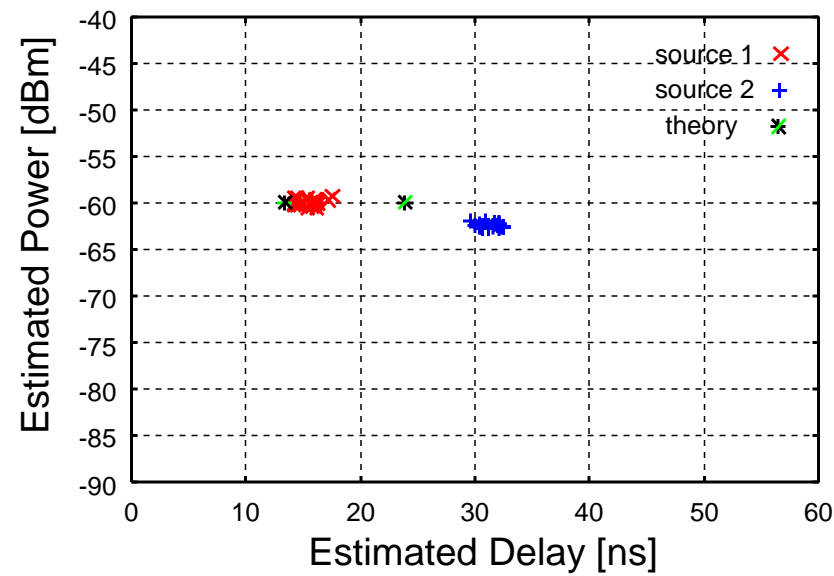
相関が低いとき[約0.15]



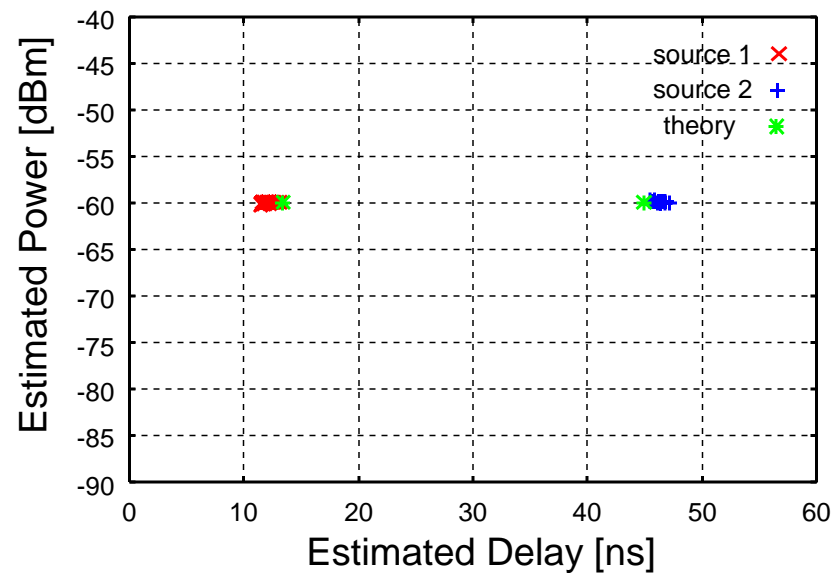
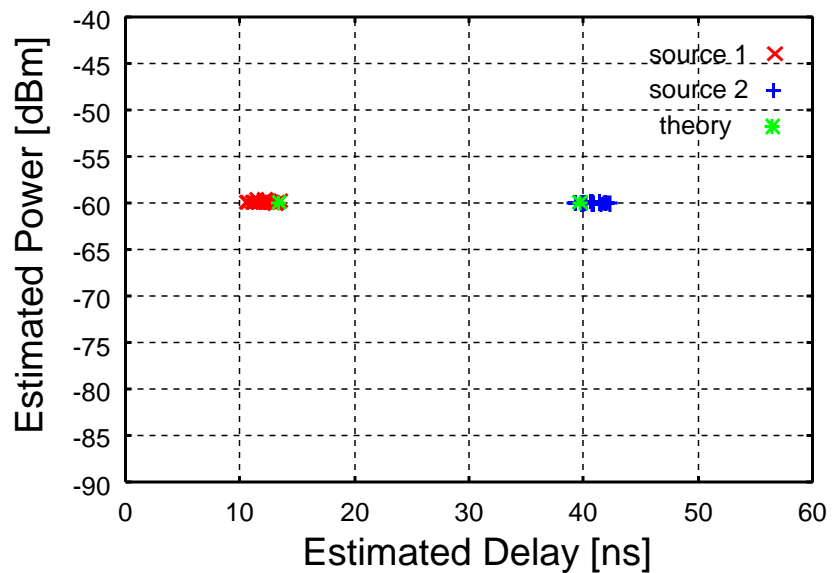
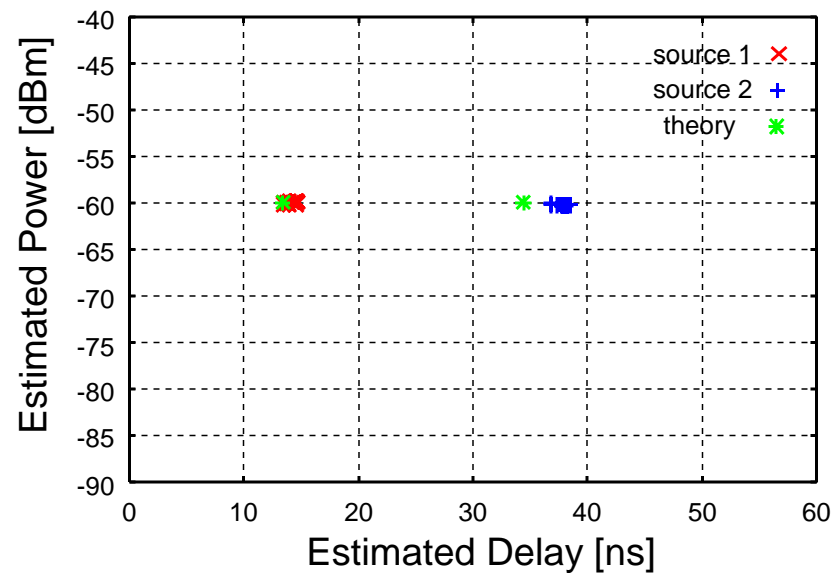
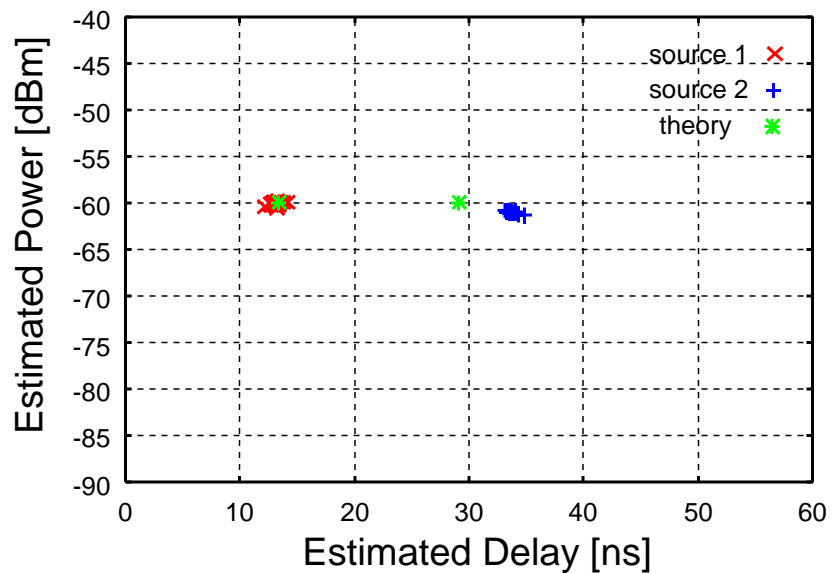
Delay Difference : 0[ns]

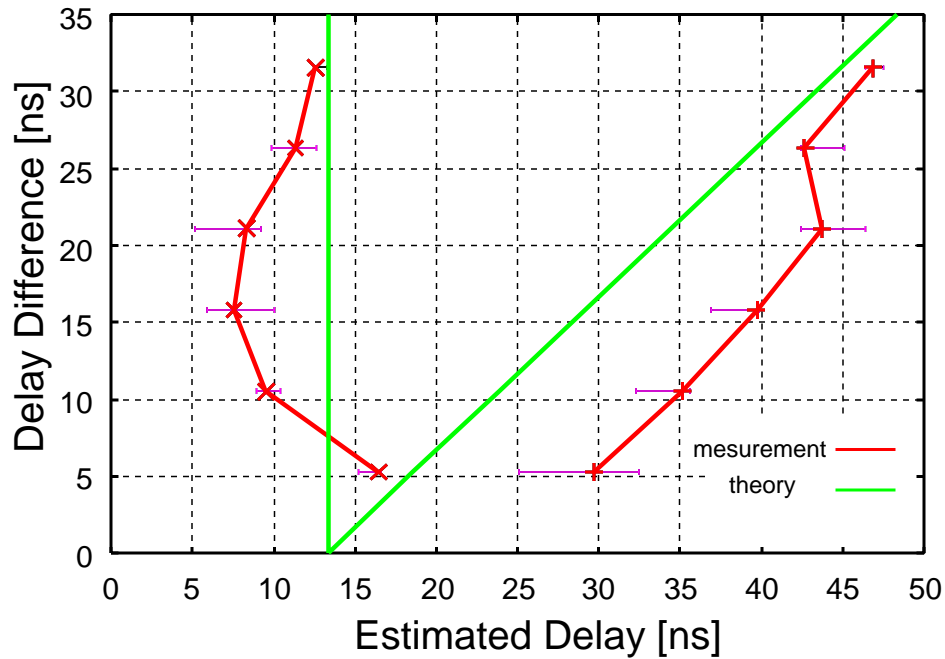


Delay Difference : 5.26[ns]

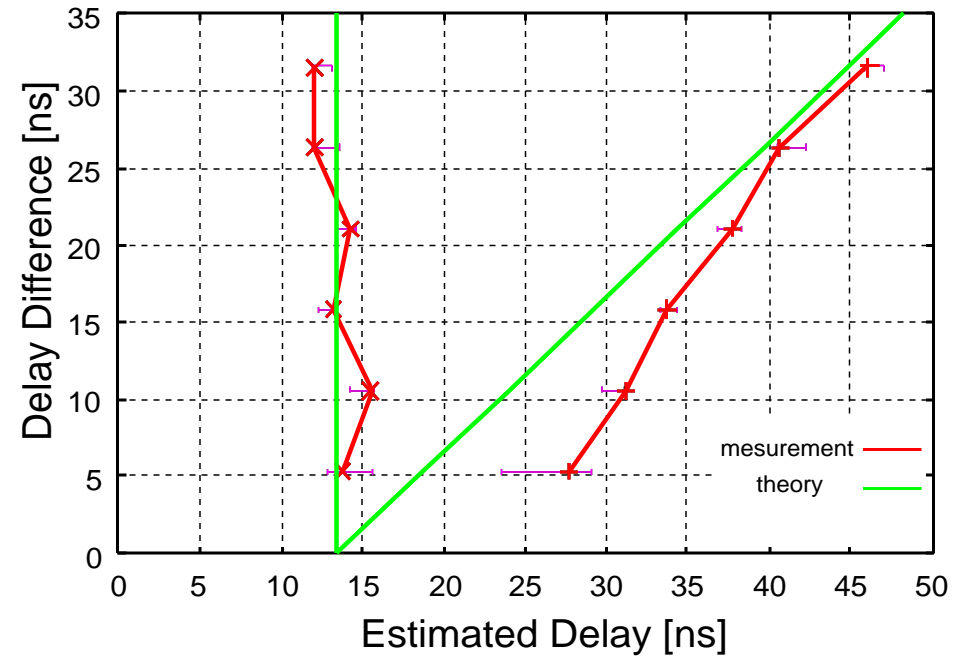


Delay Difference : 10.53[ns]





2波が完全相関



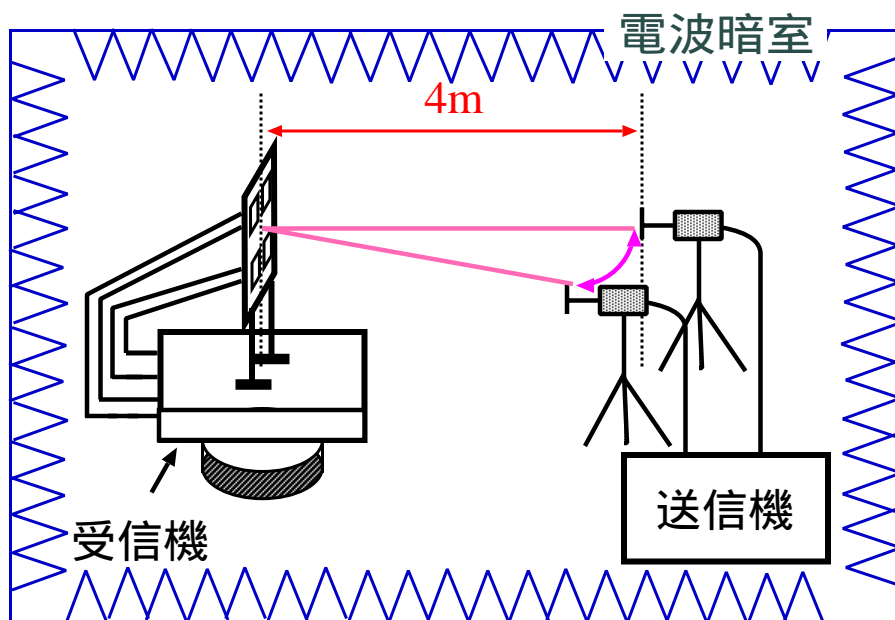
2波の相関が低いとき

- 遅延時間差が大きくなるように誤差が生じている。
- 完全相関のときはある点から急に誤差が減少している。
- 相関が低いときは徐々に誤差が減少している。

空間分解能測定実験

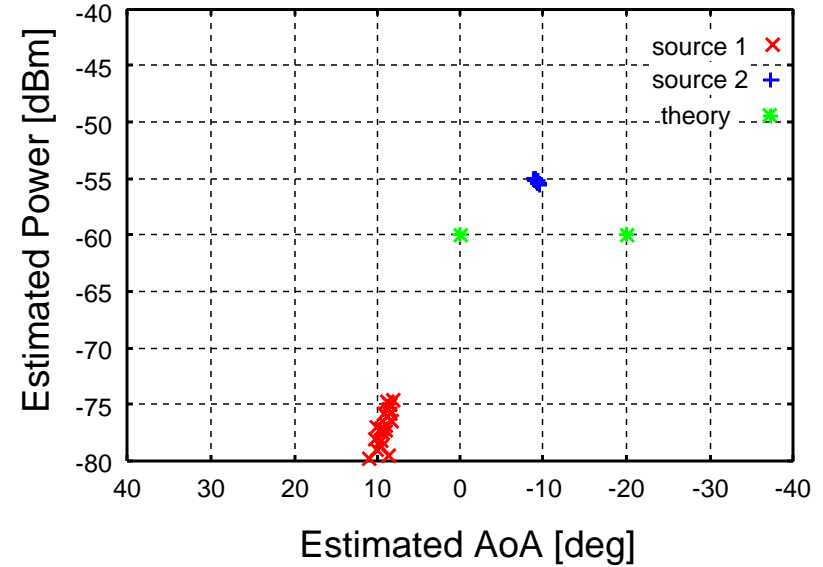
測定環境

- 一波は受信アンテナの正面から，もう一つはそれに方位角方向に角度差をつけた．
- 2波の遅延時間差は無いものとした．
- 各設定は遅延時間分解能の測定の際と同様

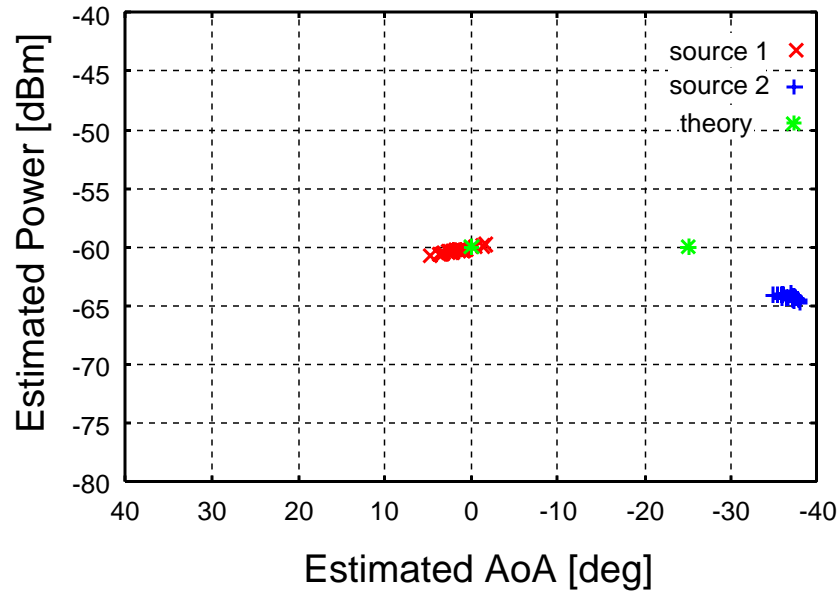


測定結果

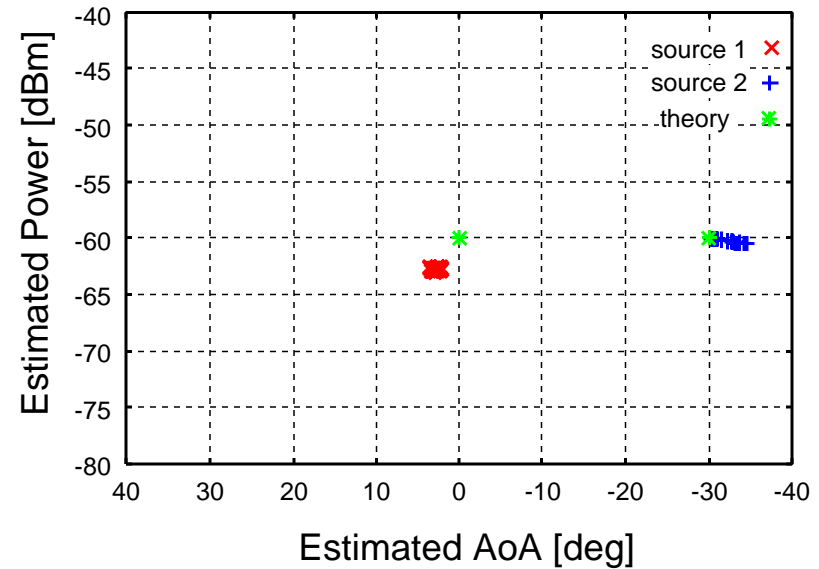
完全相関のとき



Azimuth Angle Difference : 20[deg]

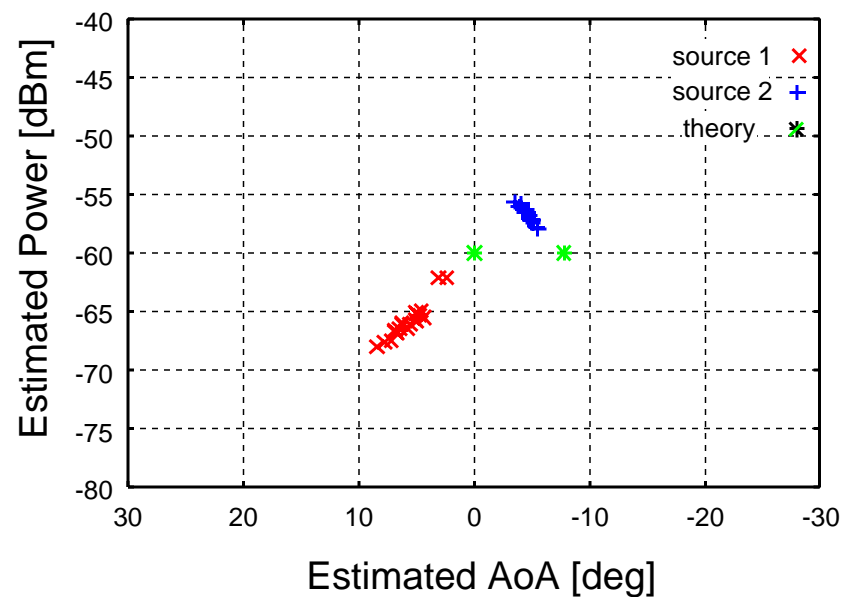


Azimuth Angle Difference : 25[deg]

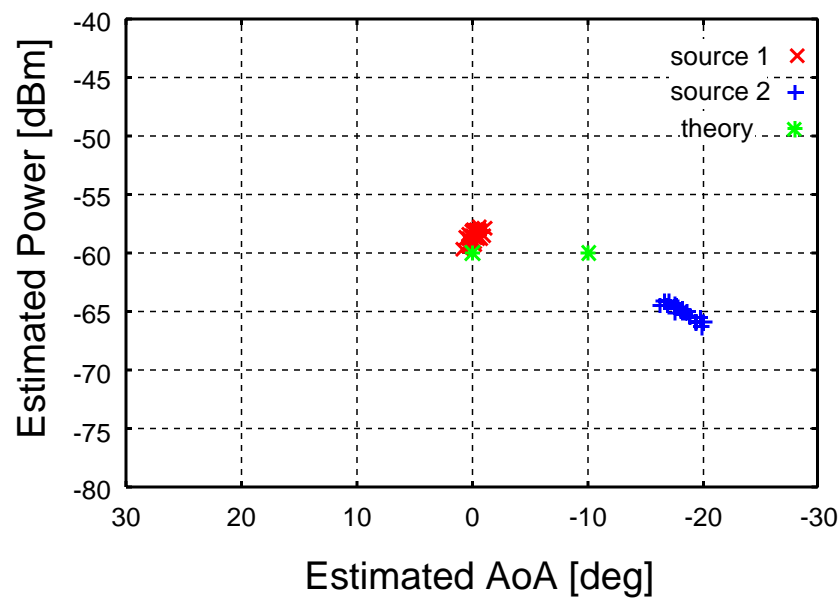


Azimuth Angle Difference : 30[deg]

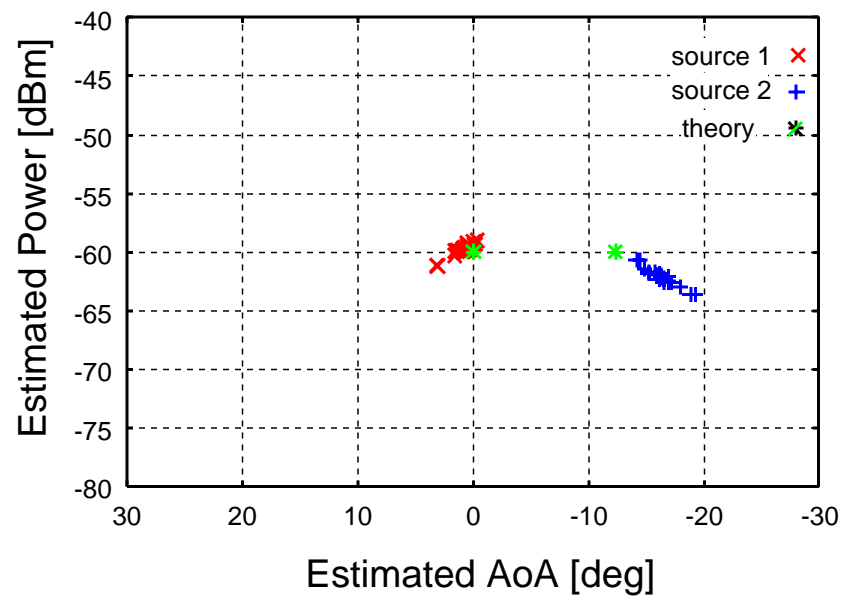
相関が低いとき[約0.15]



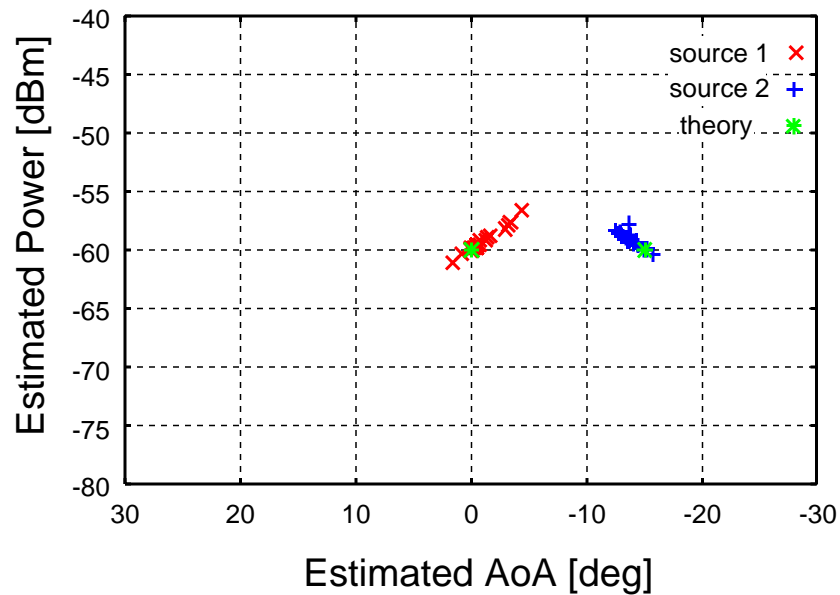
Azimuth Angle Difference : 8[deg]



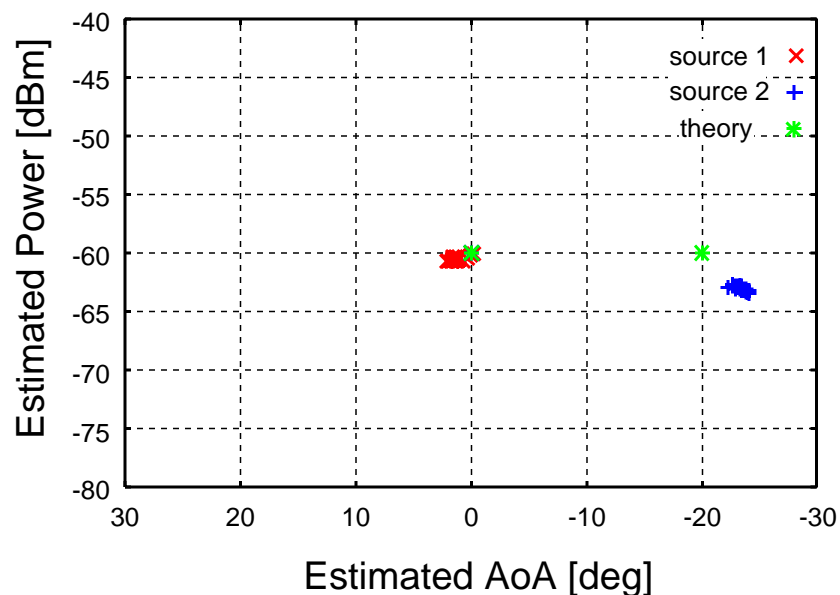
Azimuth Angle Difference : 10[deg]



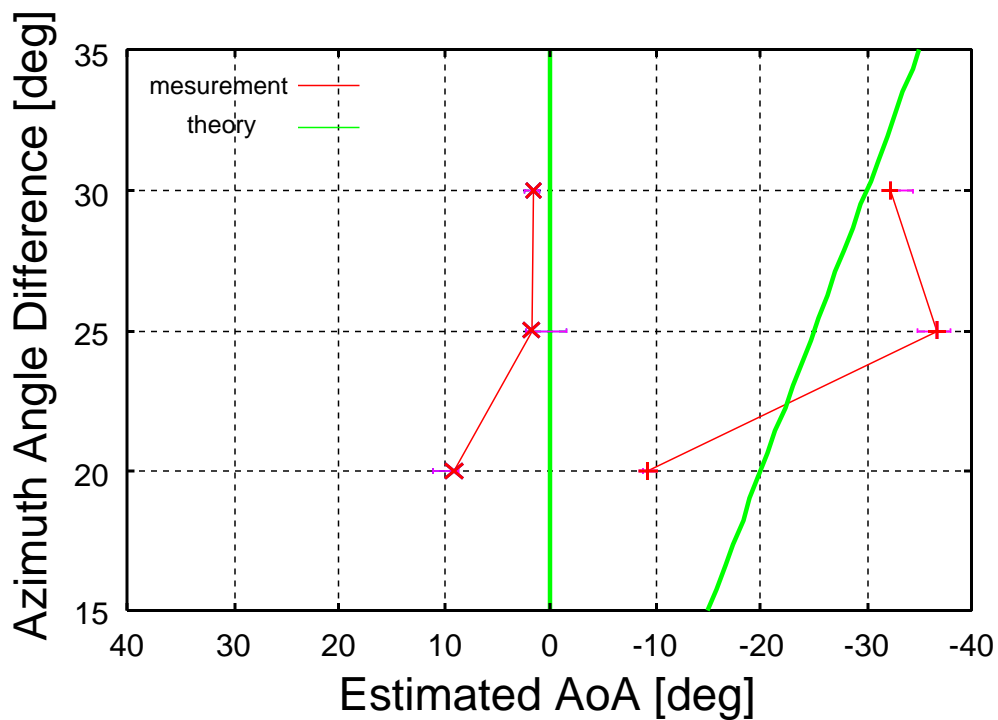
Azimuth Angle Difference : 12[deg]



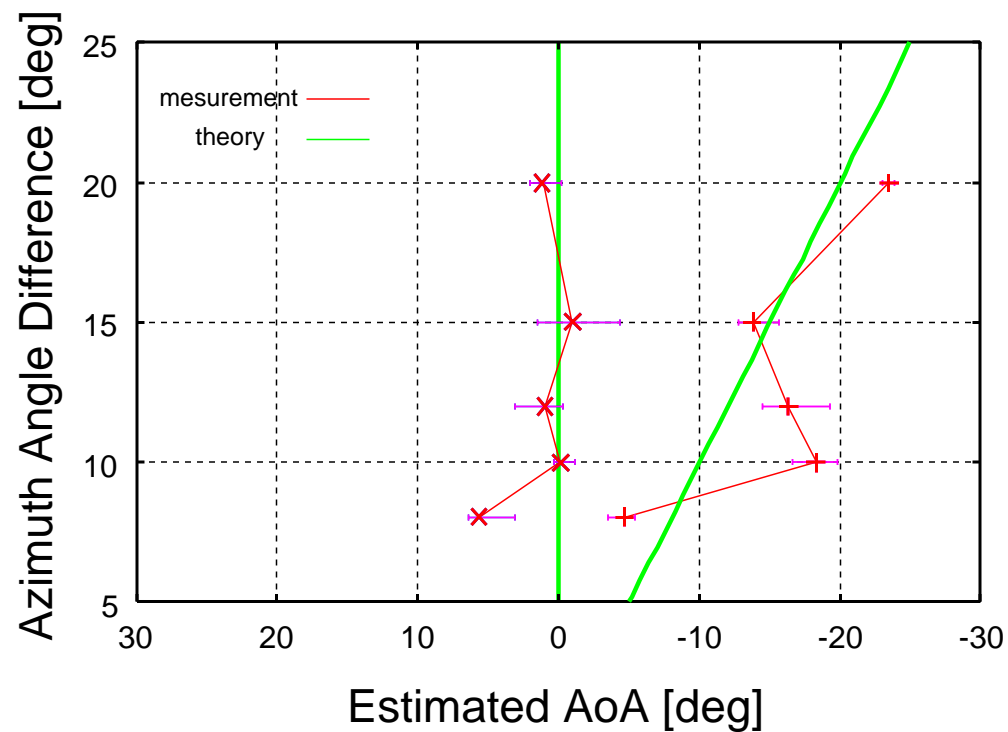
Azimuth Angle Difference : 15[deg]



Azimuth Angle Difference : 20[deg]



2波が完全相関



2波の相関が低いとき

- ・ 誤差は主に角度差が大きくなる方向に生じている。

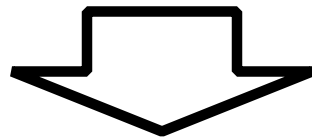
誤差の原因

- ・ アンテナの素子間のカップリング
- ・ 受信機等による反射・回折
- ・ キャリア付近に生じた受信側IFアンプの電源ノイズ
- ・ 同期が長時間に渡って安定していない。
- ・ キャリブレーション法が2送信系に対応していないことによる2つの送信系の特性の差の影響
- ・ 設置による誤差

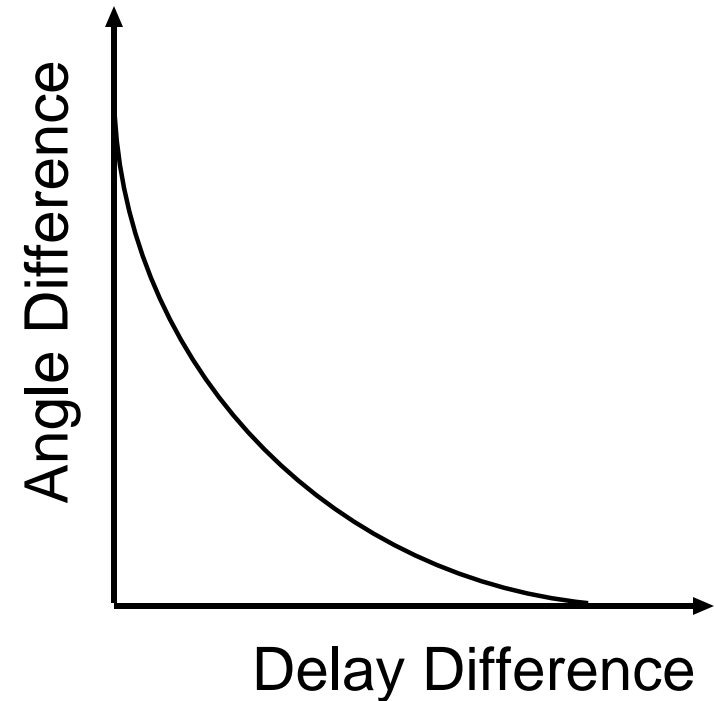
まとめ

従来のビーム幅から求める方法の分解能

{ 空間 約60[deg]
 遅延時間 105.26[ns]



3-D Unitary ESPRIT 法を用いた
時空間チャネルサウンダ



- ・ 分解能が数分の1まで高くなっていることが確認できた