

第10回高度測位社会基盤研究フォーラム

Bluetoothを用いたINDOOR測位

平成16年3月26日

電気通信大学

中嶋 信生

nakajima@ieee.org

目的

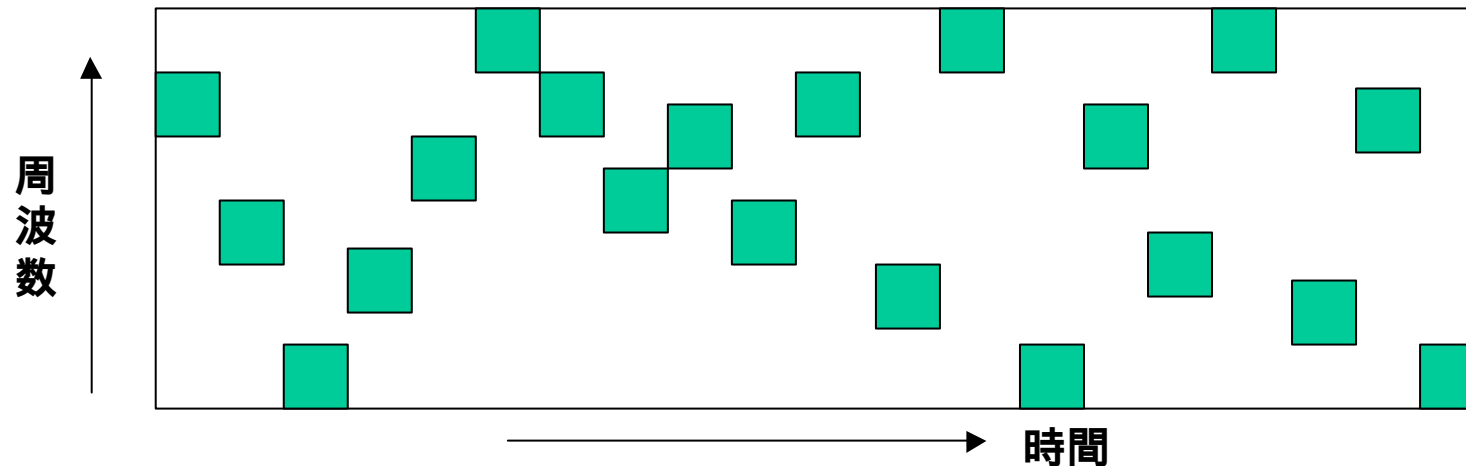
- GPSを利用できない、屋内のナビゲーションツール

Bluetooth方式の特徴

- 帯域幅が広く(78MHz)、精度が高い
- マルチパスを消去できる
- 小型 低コスト

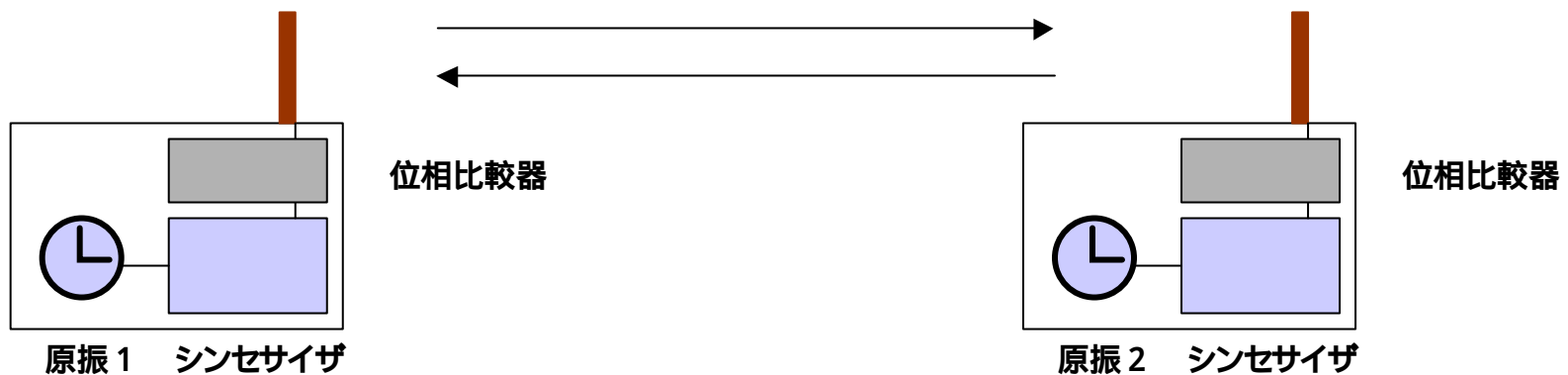
Bluetooth とは

- 端末間通信を目的 (到達距離 10 cm ~ 100m)
- 低消費電力 (RF出力 1mW)
- 低価格 (1チップ5ドルが目標)
- 小型
- マスター/スレーブモード設定によりネットワーク構成可能
- 2.402 ~ 2.48GHzを利用して**周波数ホッピング**で通信



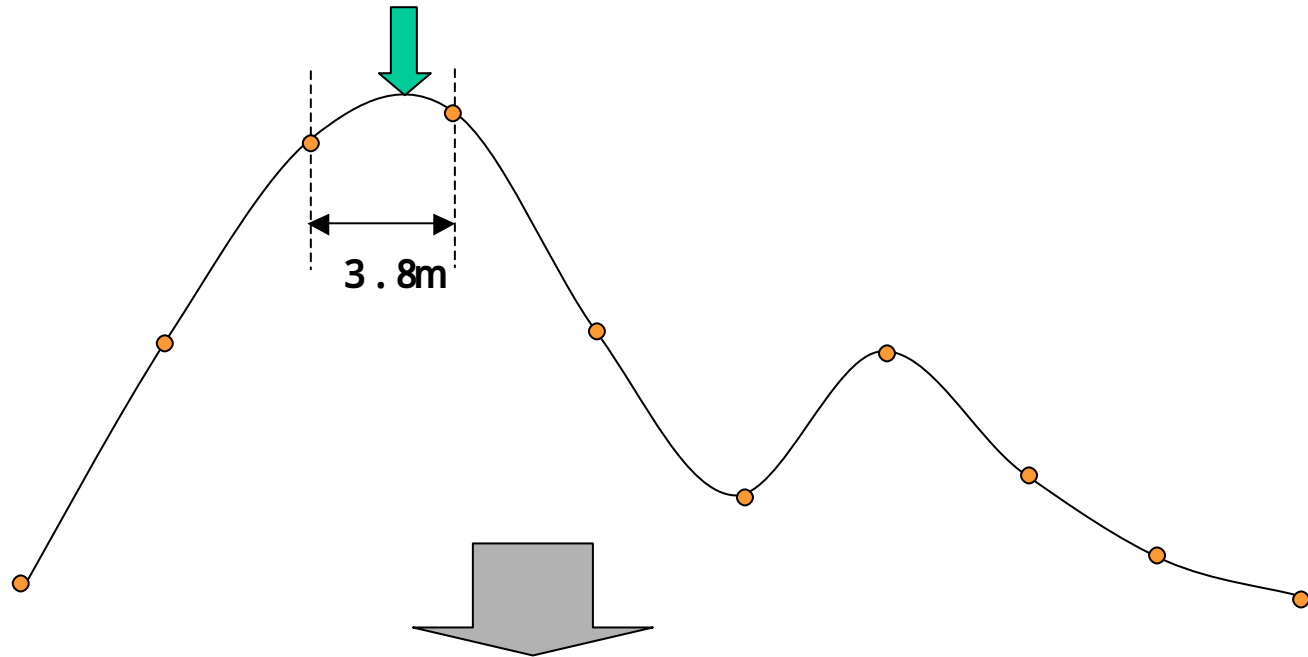
距離検出原理

- (1)送信側で原振 1を逡倍して、1MH 間隔で79波送信
- (2)受信側で原振 2を逡倍して、同じ周波数を生成し受信波の複素応答を求める
- (3)フーリエ変換してパルス波を生成し、その遅延時間から原振 1と2の時間差を補正する (距離に起因する遅延は残る)。
- (4)補正した原振 2を用い (1)(2)を逆方向で行う
- (5)フーリエ変換したパルス波の遅延の半分が片道の遅延となる。



期待される精度

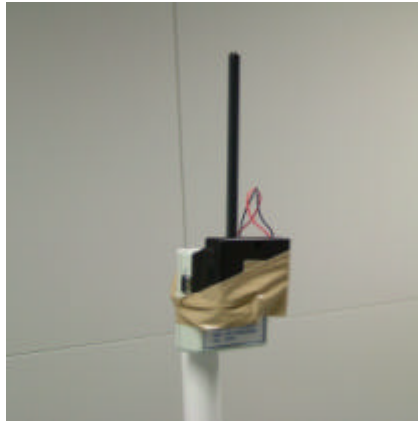
帯域幅 78MHz のFFT 12.8nsステップの時間応答
(3.8m相当)



精度 < 3.8m

実験装置構成

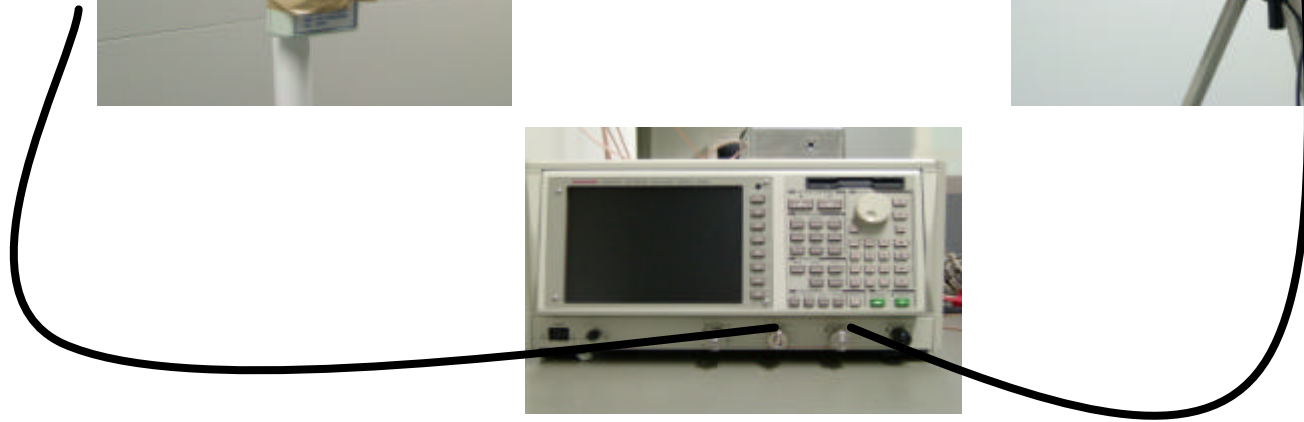
受信側 (各測定点を移動)



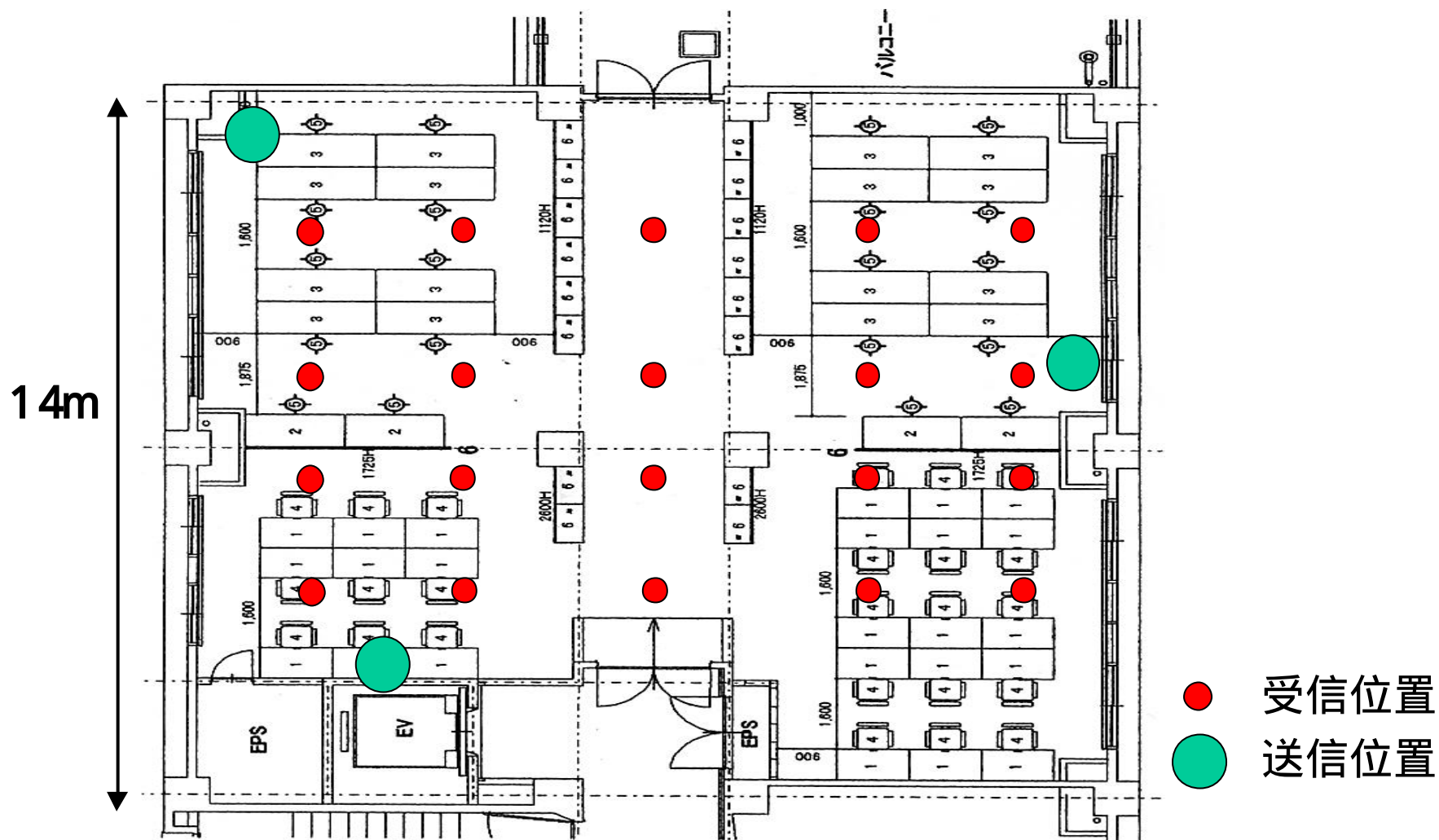
アクセスポイント側(固定)
指向性アンテナ



ネットワークアナライザ

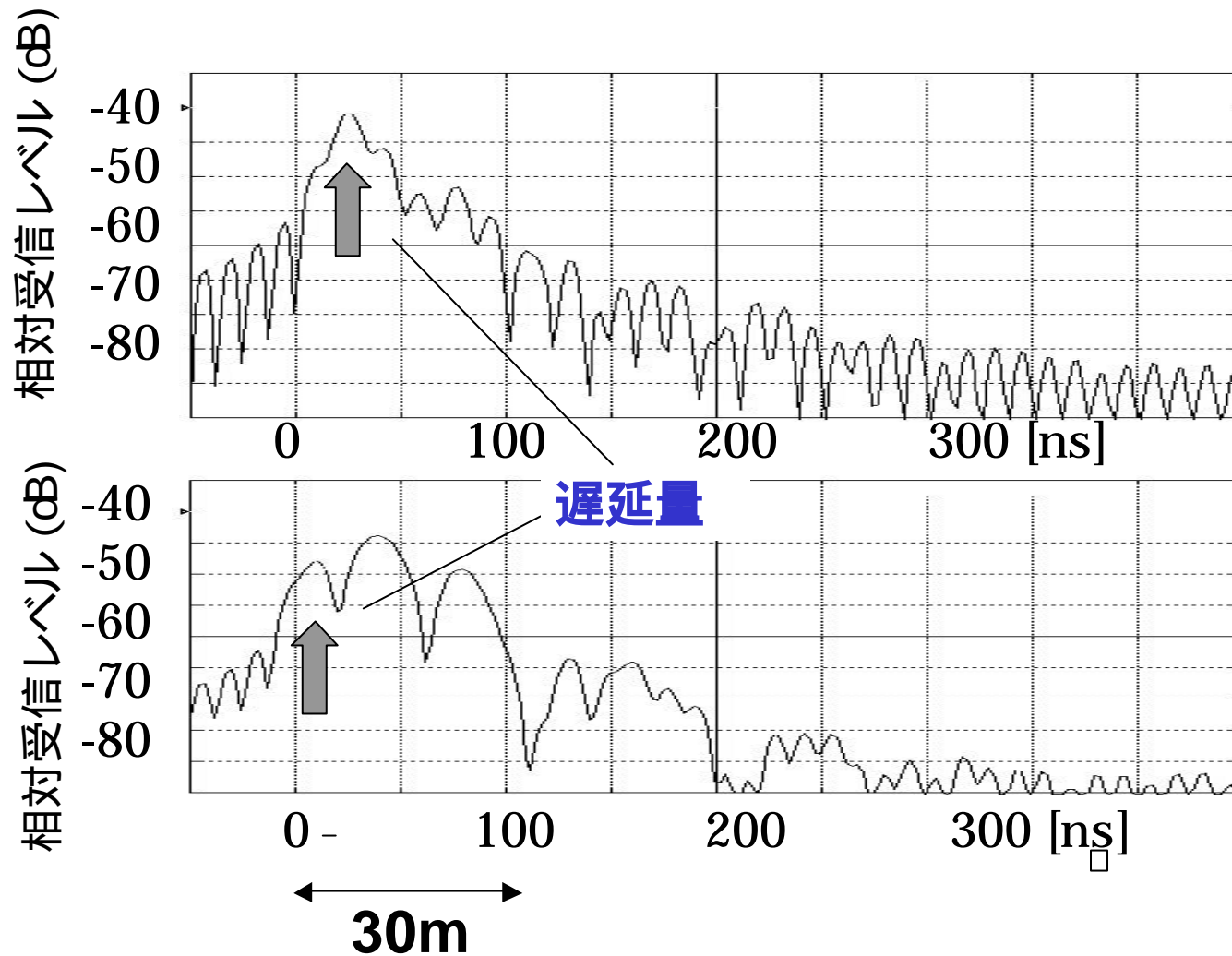


実験場所

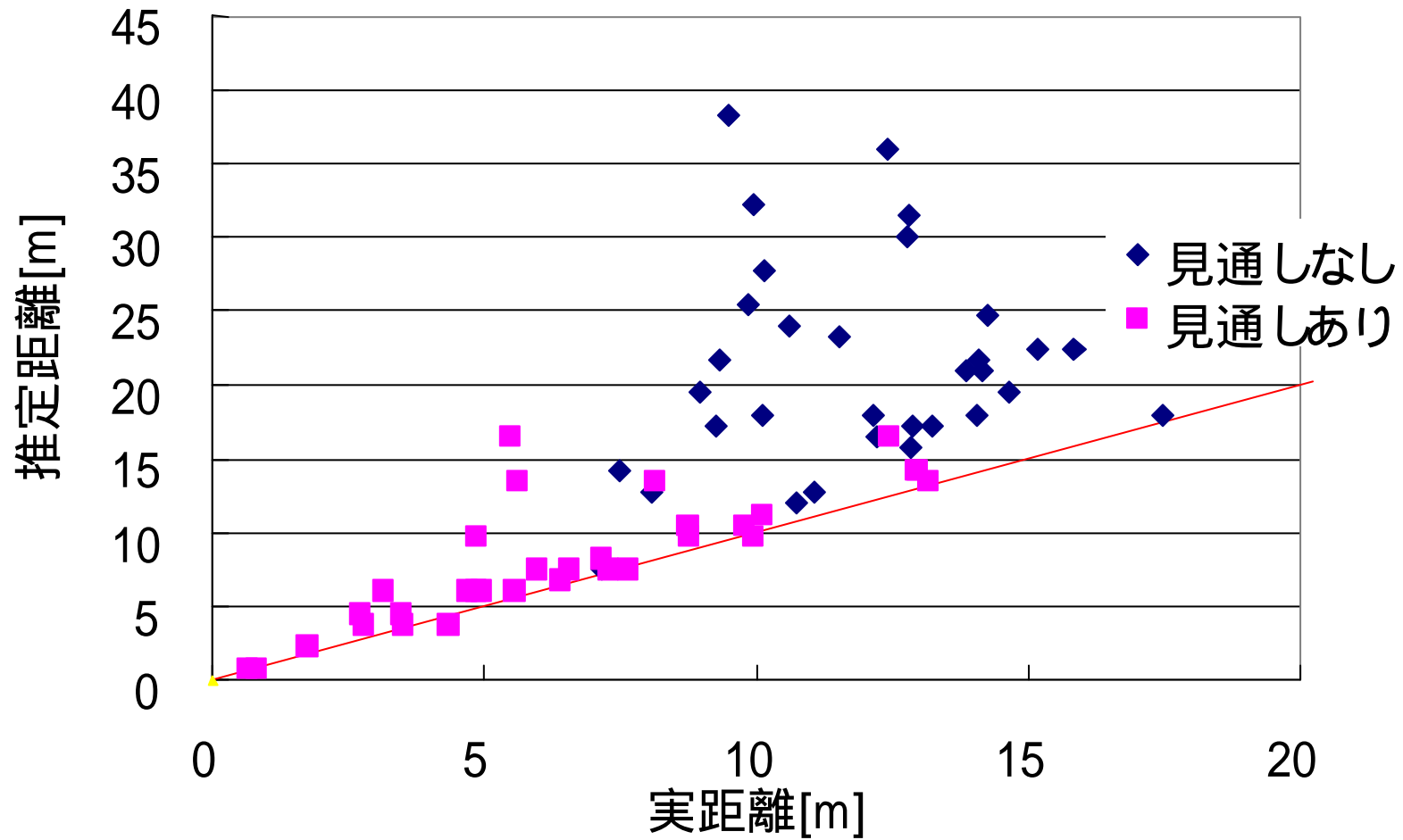


電気通信大学西6-601教室

遅延プロファイル測定例



推定距離と実距離



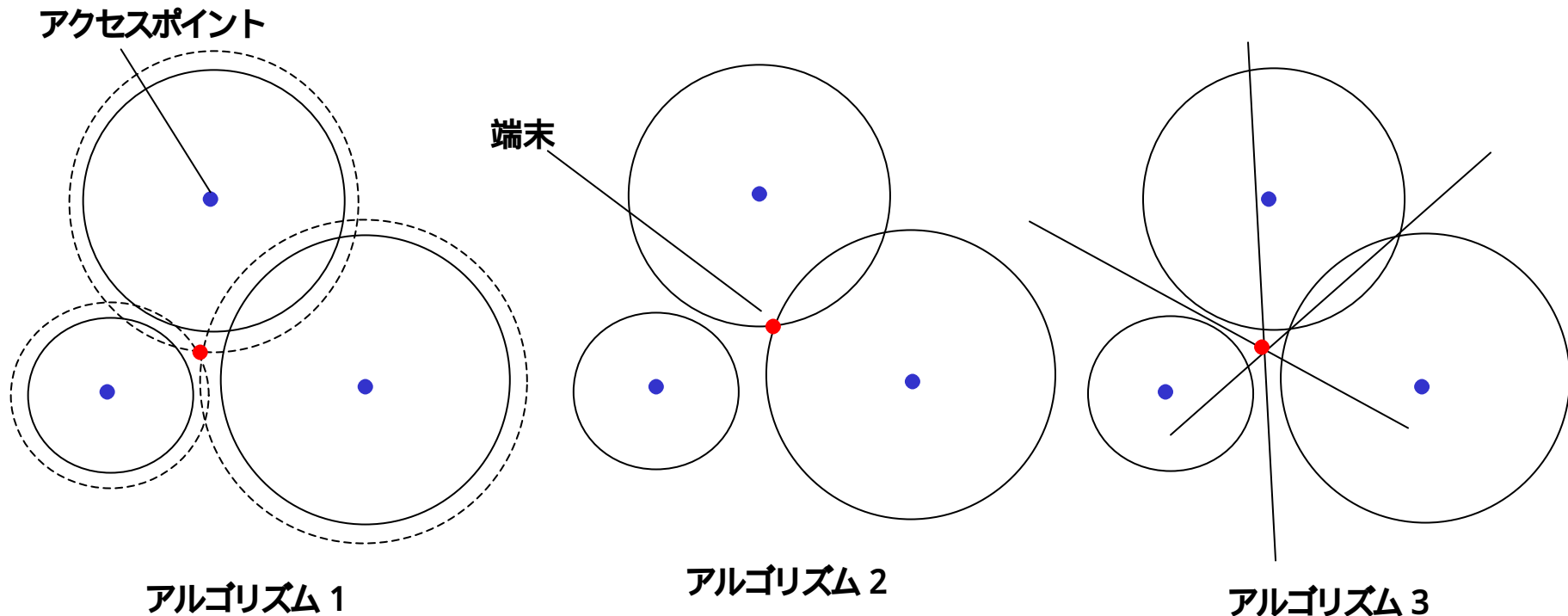
位置検出アルゴリズムの検討

N (3~ 4)アクセスポイント(AP)からの推定距離から位置を算出する

アルゴリズム 1 各推定距離に同一補正值を加えて1点に収束させる (3APの場合のみ)

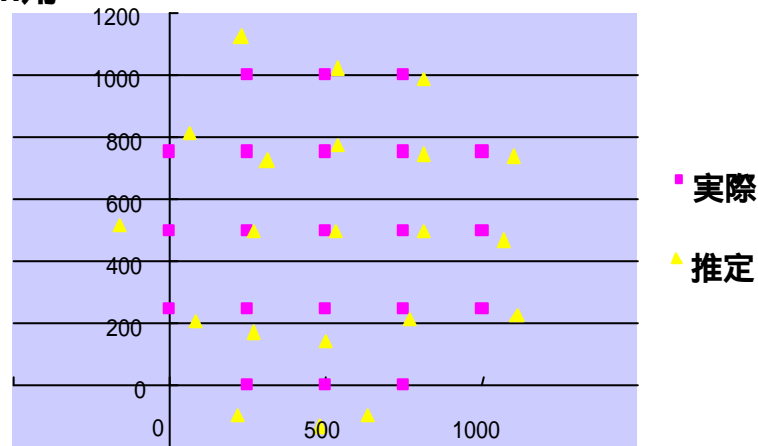
アルゴリズム 2 各推定距離への補正量 2乗の和が最小になる点を求める

アルゴリズム 3 2対のAPからの推定距離の円の交点を結ぶ直線群を求め、それらの交点の座標の平均をとる。(交わらない場合は同じ値だけ半径を大きくする)

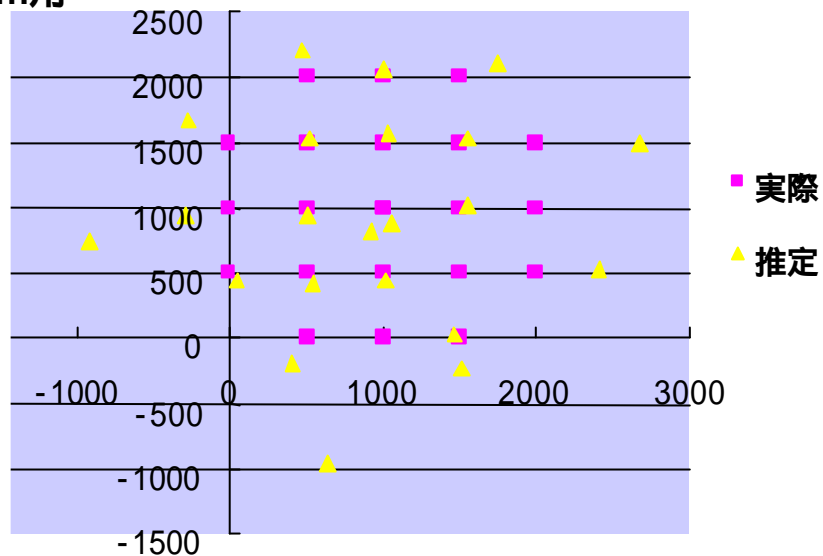


位置検出実験 (4AP)

10m角



20m角

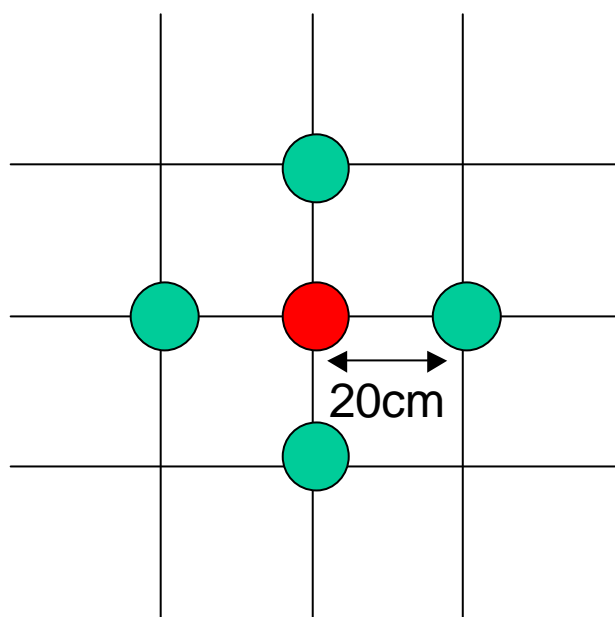


電通大体育館

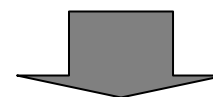
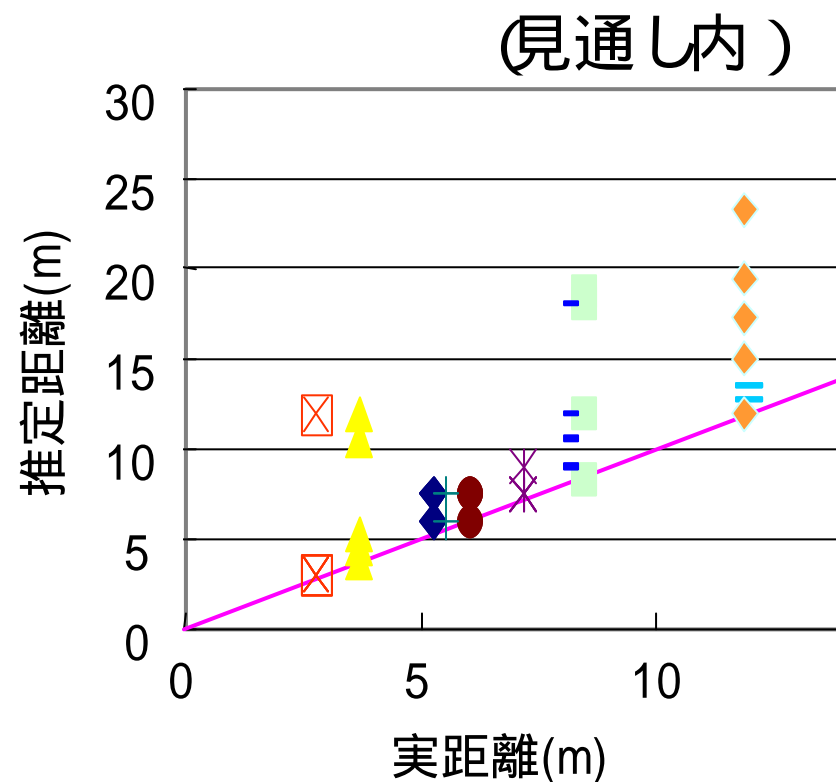
- 10m角 : 誤差平均 **1m**
- 20m角 : 誤差平均 **3~ 6m**

ダイバーシティ受信による改善効果の検討

各測定点から20cm離れた4点で同様の測定を行い、最小値を採用

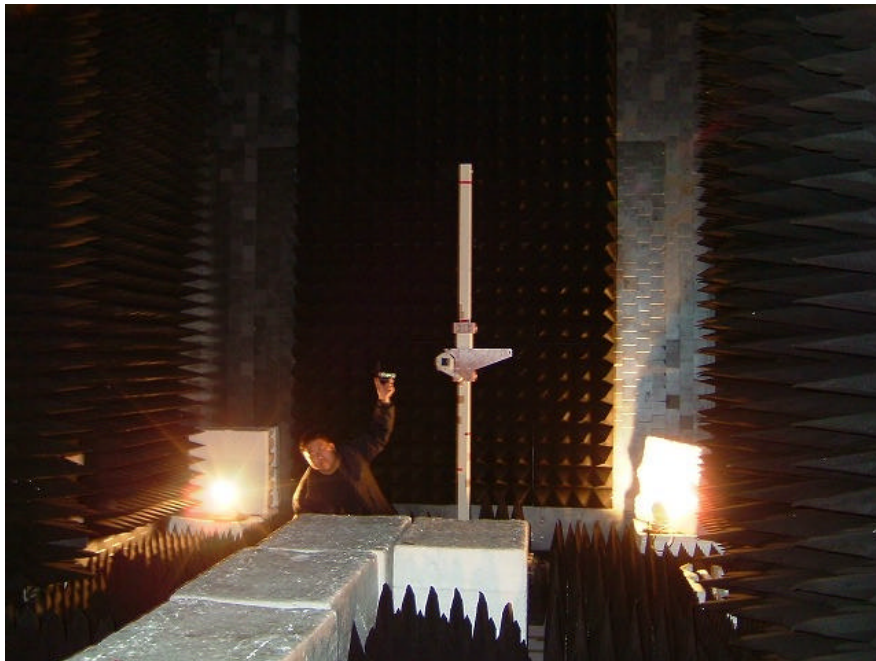
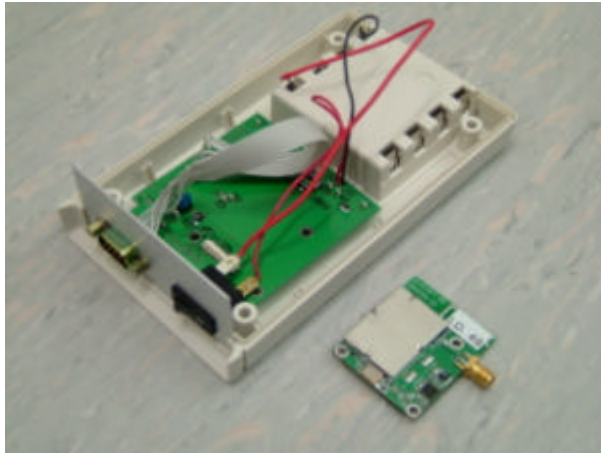


受信アンテナ位置



誤差平均 ~ 0.3m

Bluetoothによる距離検出

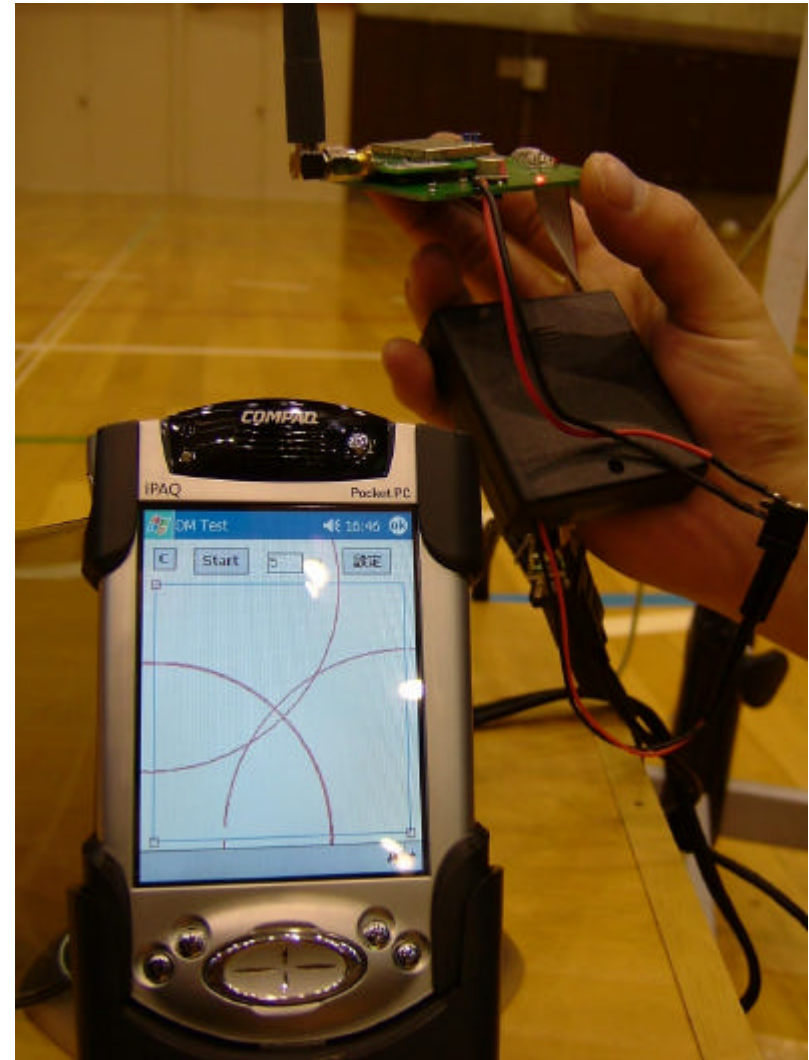
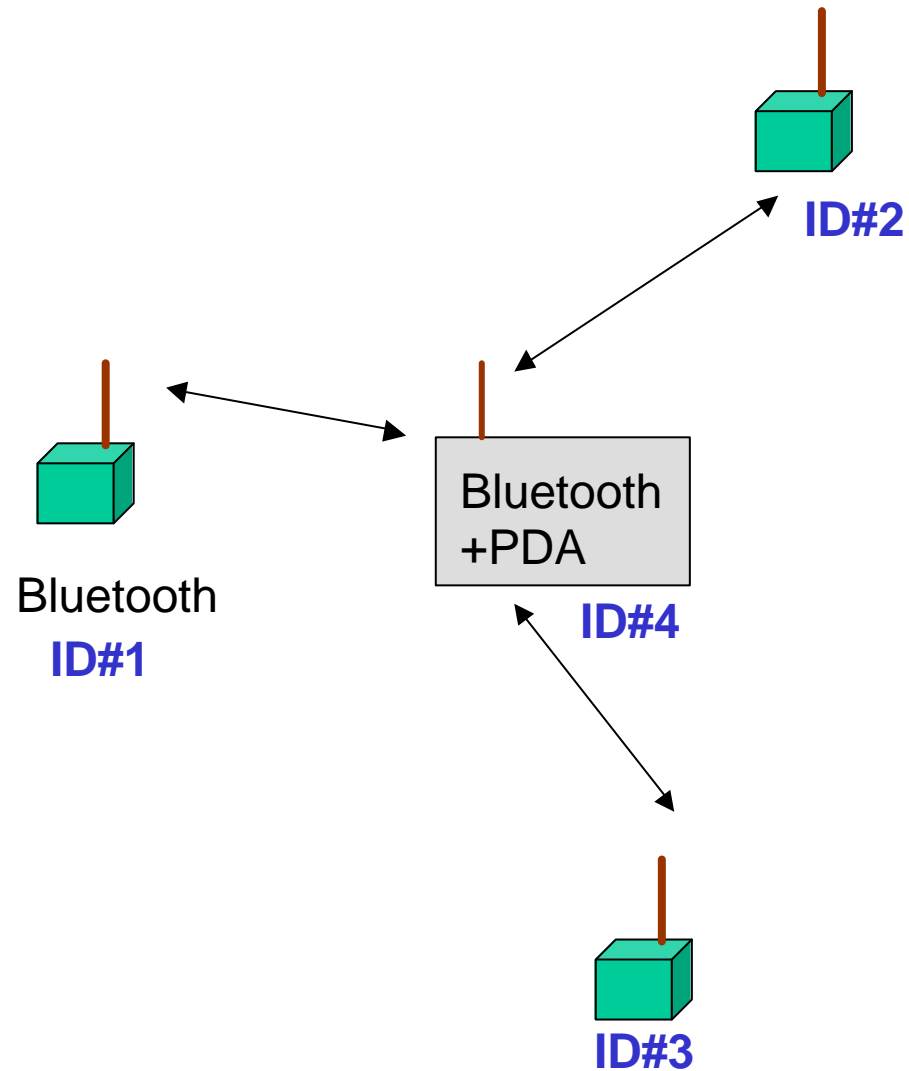


測定結果 (m)

実距離	測定値	補正後
1.27	1.80	1.30
1.94	2.40	1.90
3.03	3.50	3.00
4.49	5.03	4.50
5.76	6.28	5.78

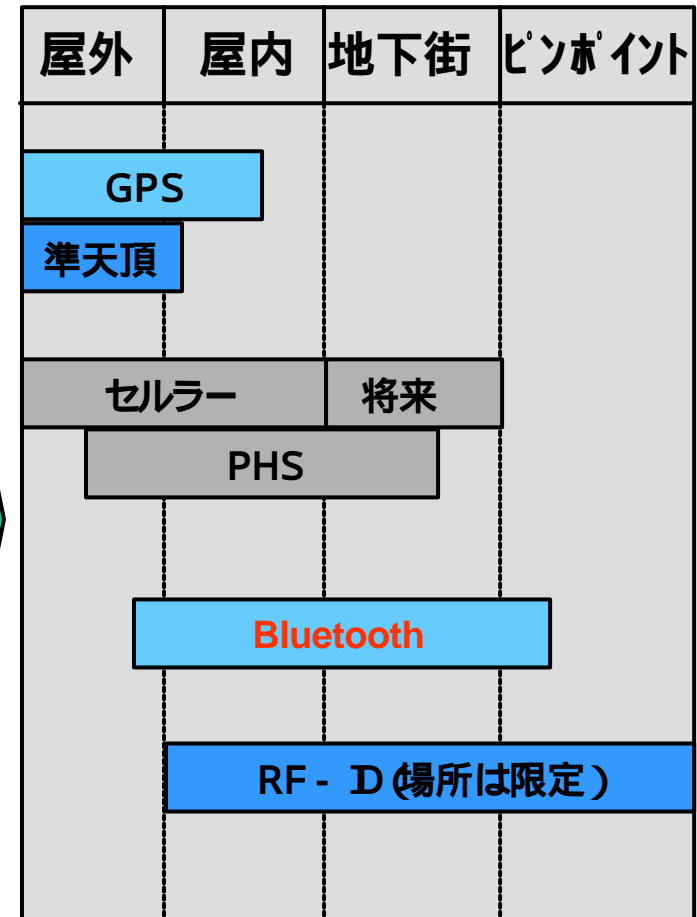
誤差 4 cm

PDAと組み合わせた位置検出



複数システムによるヒューマンナビゲーション

GPS 高出力化、高感度化
 擬似衛星 (Pseudo lite)、ブースタ
準天頂衛星 GPSを補完、
 精度・場所率を向上
セルラー } 精度は100 ~ 数100m
PHS } 屋内も(ある程度)可
Bluetooth
 (限られた場所でm精度の位置検出)
RF - ID 障害者用通路ガイド



まとめ

- Bluetoothによる見通し内位置検出で1～2m精度の位置検出 (の可能性)
- ダイバーシチにより精度向上

今後の課題

- システム化、小型化
- **見通し外**の位置検出 (最尤推定)
- 他方式との共用による**屋内外エリア測位**