

WAM受信局配置設計に向けた 信号検出率測定

長縄 潤一, 宮崎 裕己, 田嶋 裕久
(監視通信領域)

2016/06/10
研究発表会



国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所
電子航法研究所

アウトライン

■ 研究の背景

- 新しい航空路監視システム「WAM」
- 受信局配置設計の重要性

■ 本発表の目的

- 配置設計の基礎となる信号検出率の測定

■ 測定内容・結果の紹介

■ 測定結果の利用方法

■ まとめ

航空交通の変革

■ CARATSの目標

管制処理容量を2倍

サービスレベル10%向上

安全性5倍

燃料消費量10%削減

航空保安業務の効率性
50%向上

CO2排出量10%削減

■ 変革の方向性

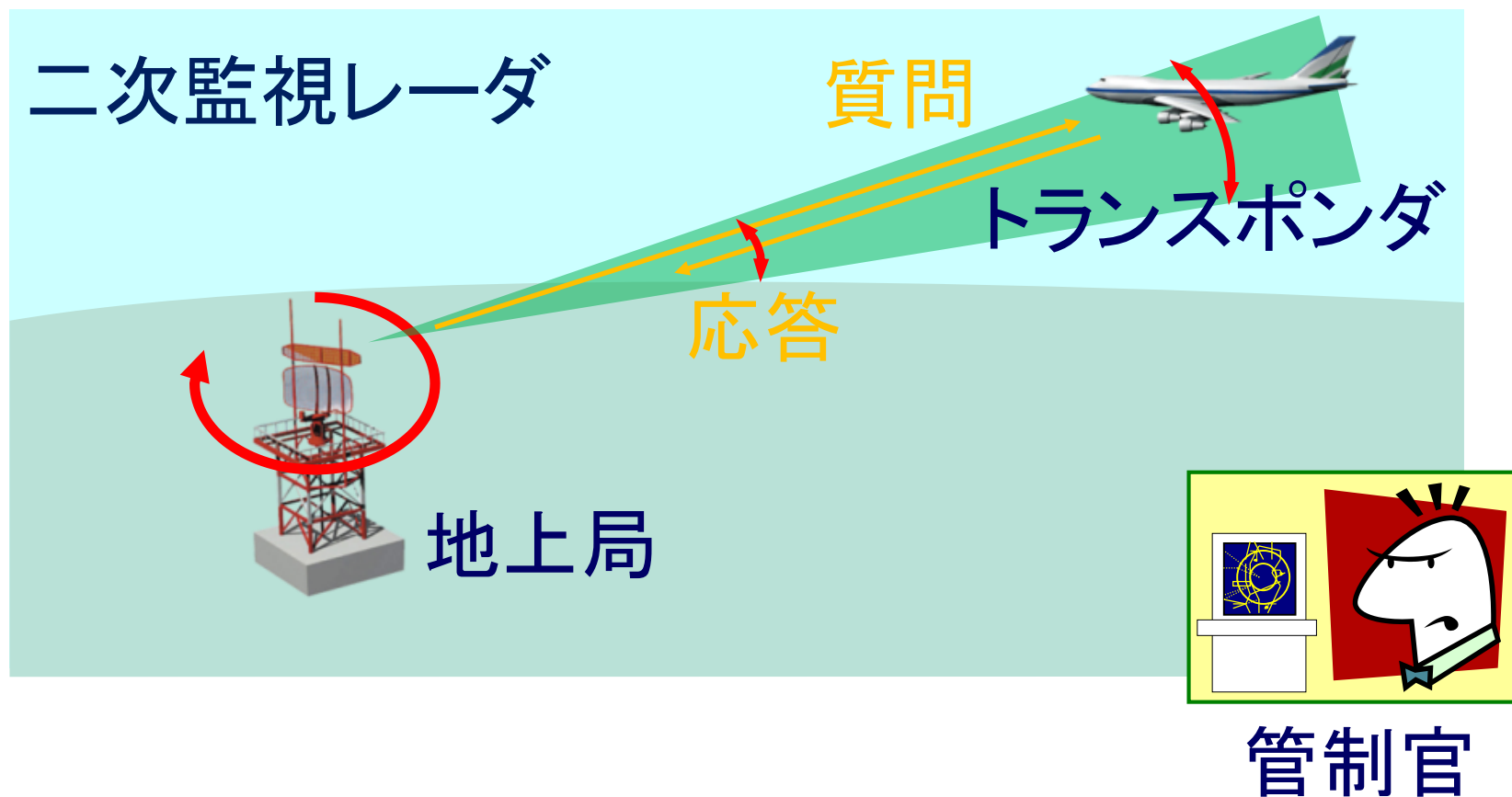
- 全飛行フェーズで時間管理を導入した軌道ベース運用の実現
- 地上・機上での状況認識力の向上 等



- 航空機位置の正確な把握が求められている
→ 監視システムの役目

新しい監視システムの必要性

- 高度な運用方式では現用のレーダの性能は不十分
 - 更新間隔と精度



新しい監視システムの必要性

■ 短期的な将来位置の予測に必要

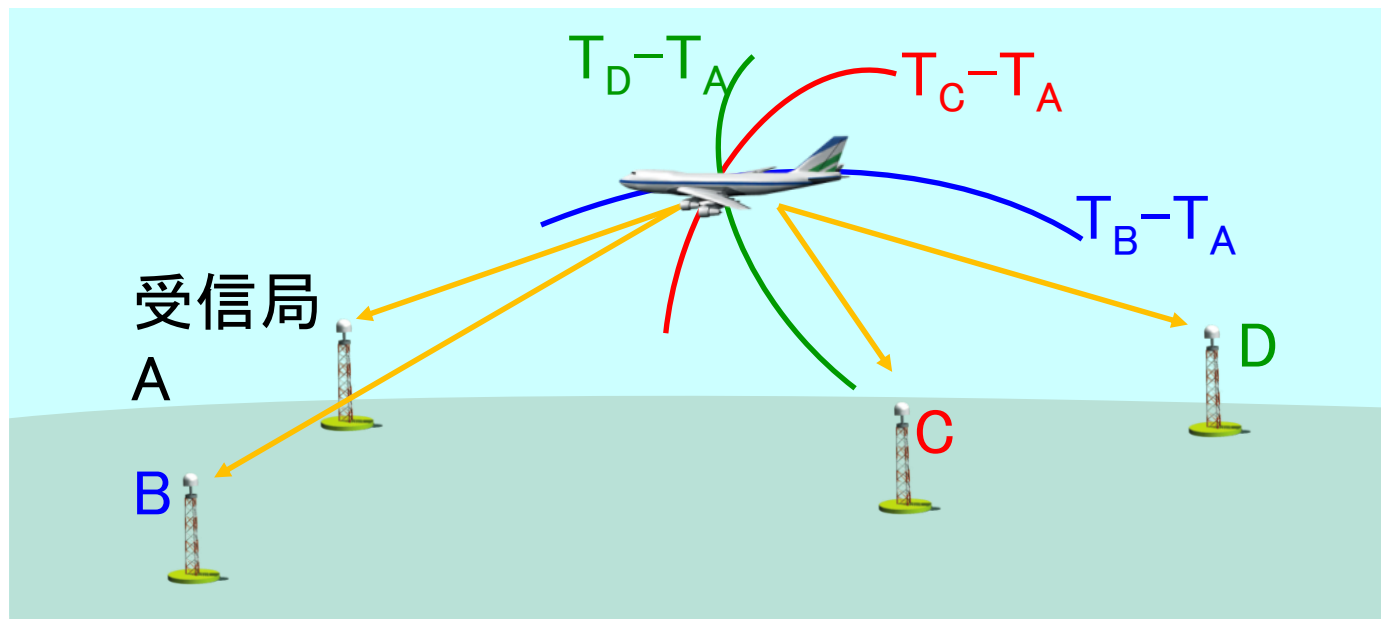
衝突回避が遅れる

→× 予測位置

高頻度・高精度だと正確に予測可能

広域マルチラレーション (WAM)

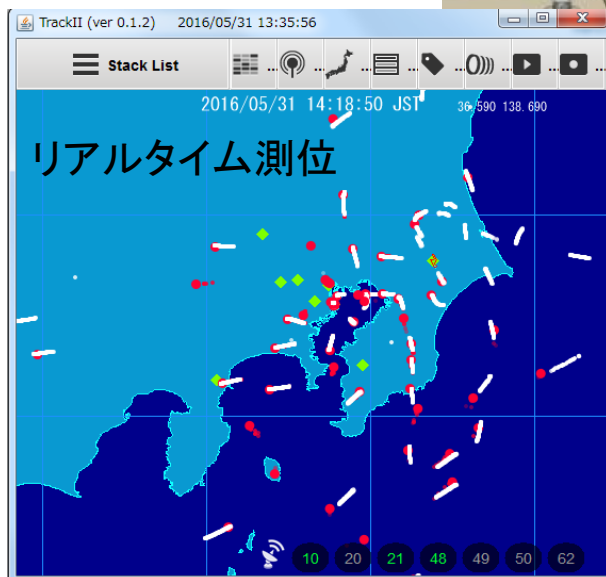
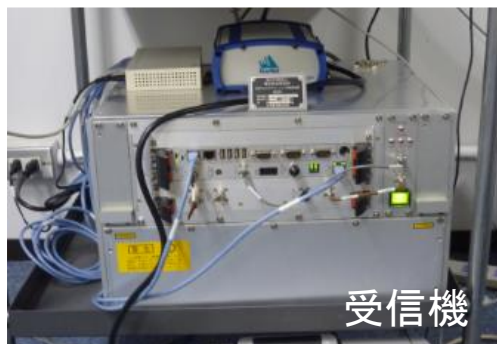
- 航空機の発する信号を多数の受信局で検出
- 信号の時間差から航空機の位置を推定



- 高精度・高頻度な監視を提供し、高度な運用を実現
 - 例) 2015年3月から成田空港で運用開始
同時平行離陸の実現に寄与

ENRIにおけるWAM研究

■ 実験システムによるWAM技術の実証



■ 高性能化技術の実証 → 沖合への覆域拡大

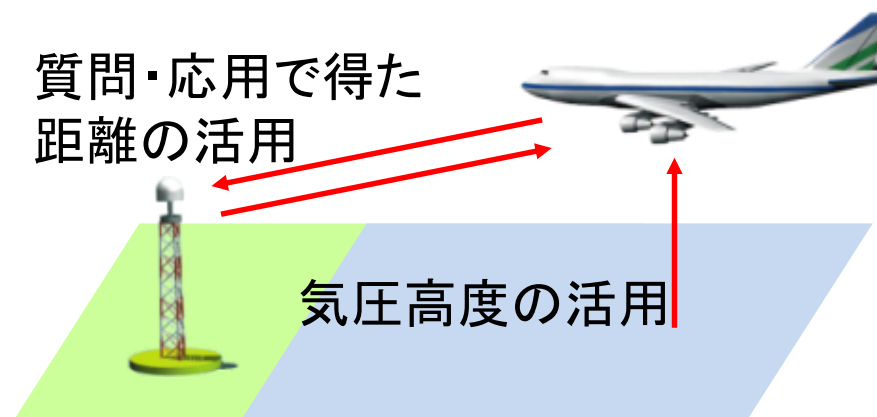


位置推定手法の高度化

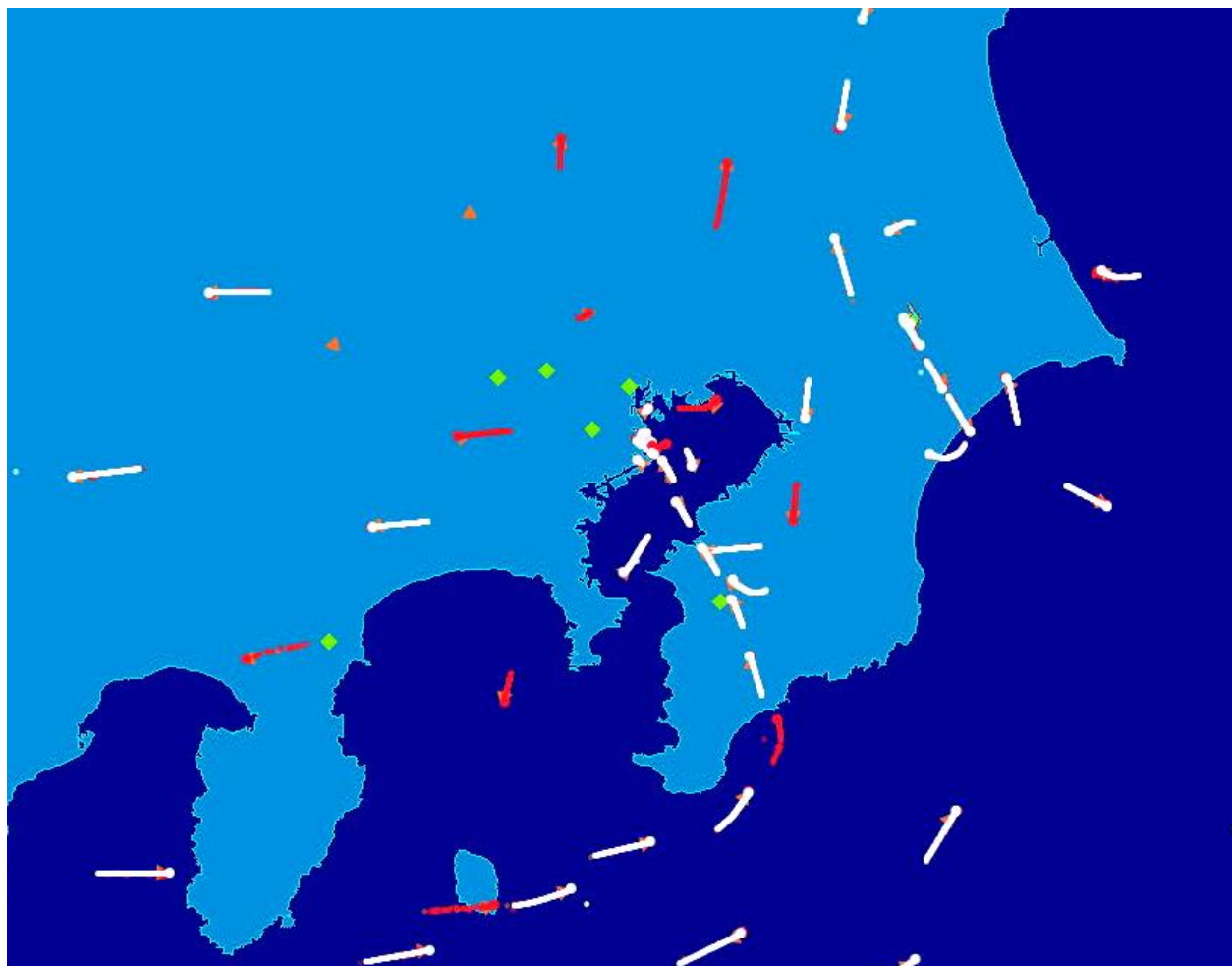
質問・応用で得た
距離の活用



気圧高度の活用



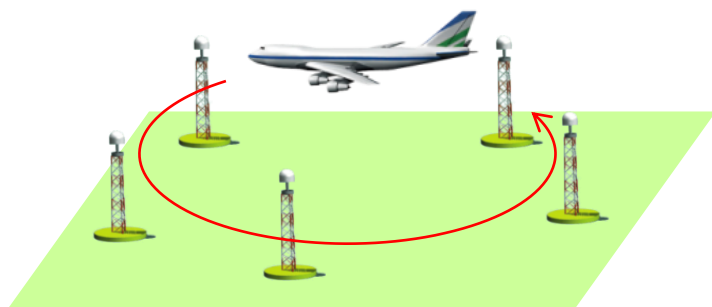
デモ



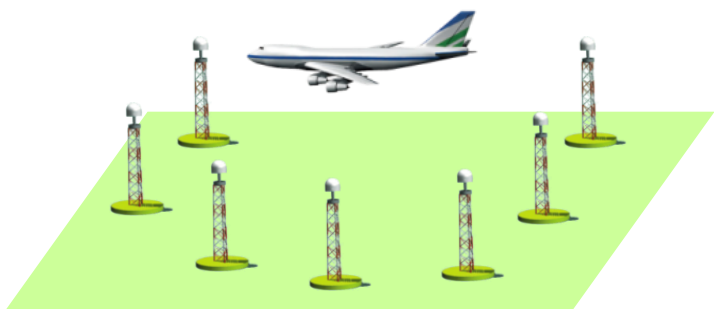
WAM導入を成功させるには

■ 受信局配置の設計がキーポイント

航空機を囲むと◎

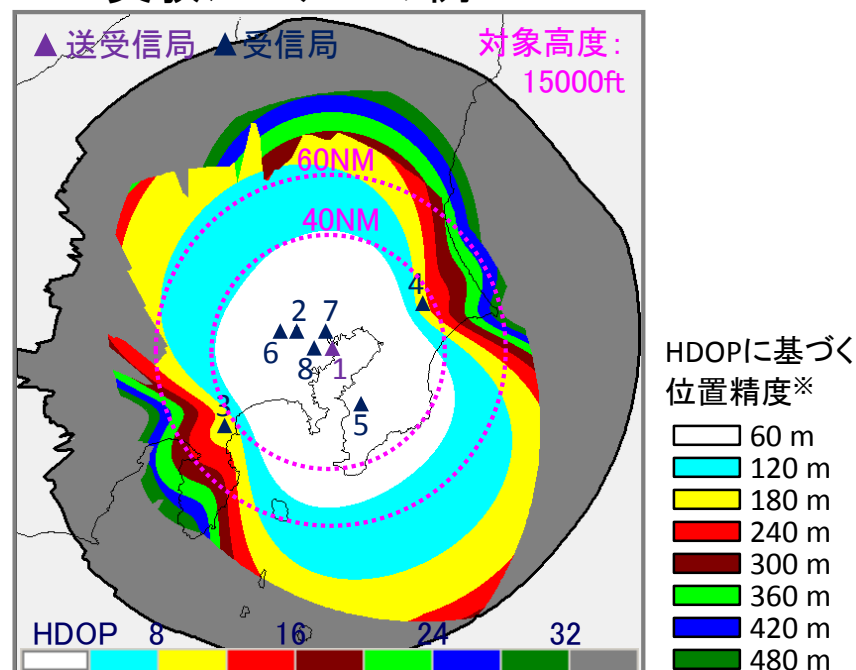


密に置くと◎



数値的な評価には精度劣化指数 (DOP) の利用が一般的

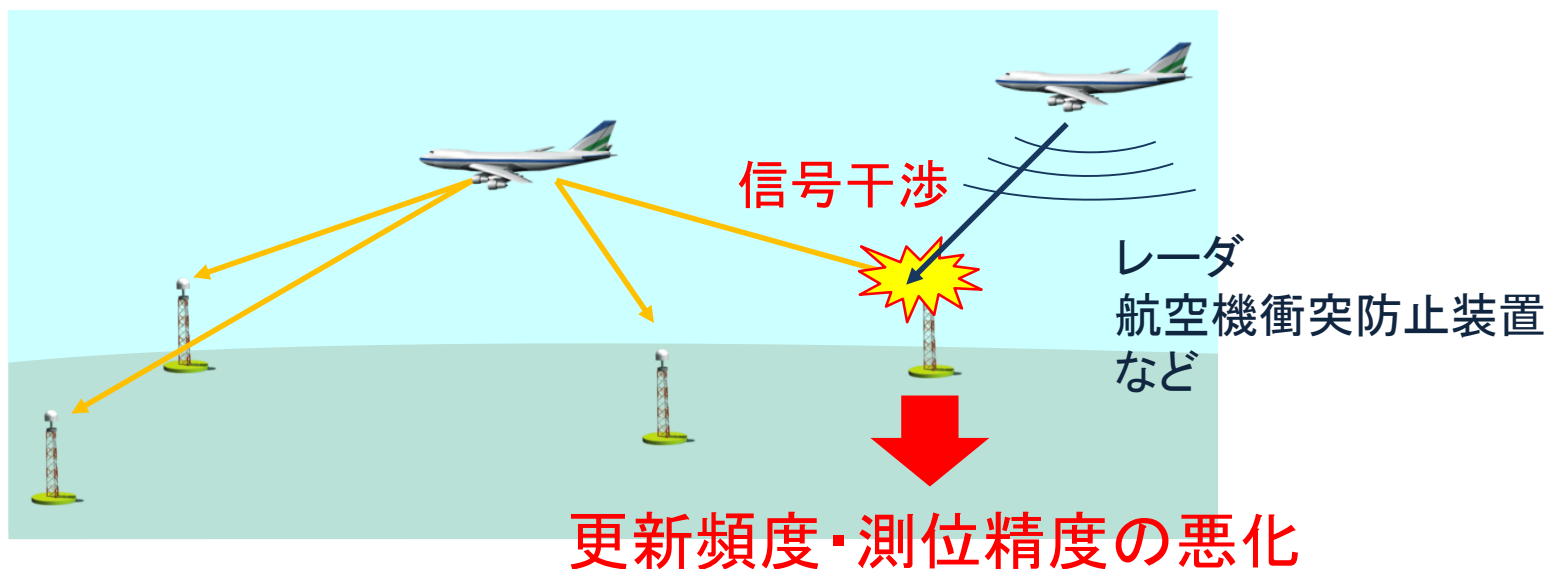
ENRI実験システムの例



精度が十分だと確認し, 配置決定

従来の設計方法の課題

- 更新間隔は見積もることができない
- 精度を甘く見積もってしまう可能性もある
 - 信号干渉を考慮していないため

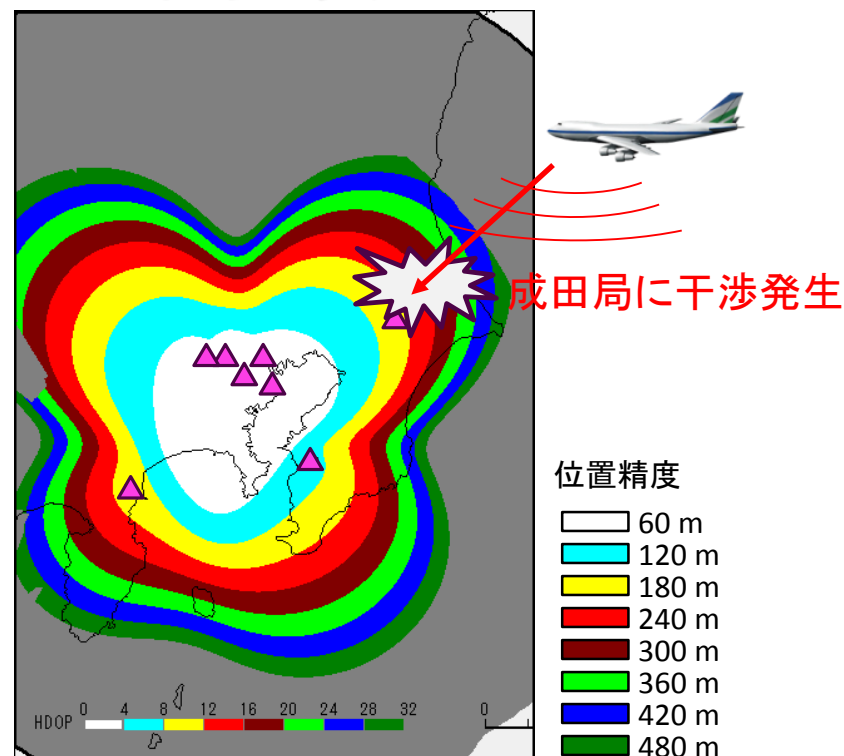
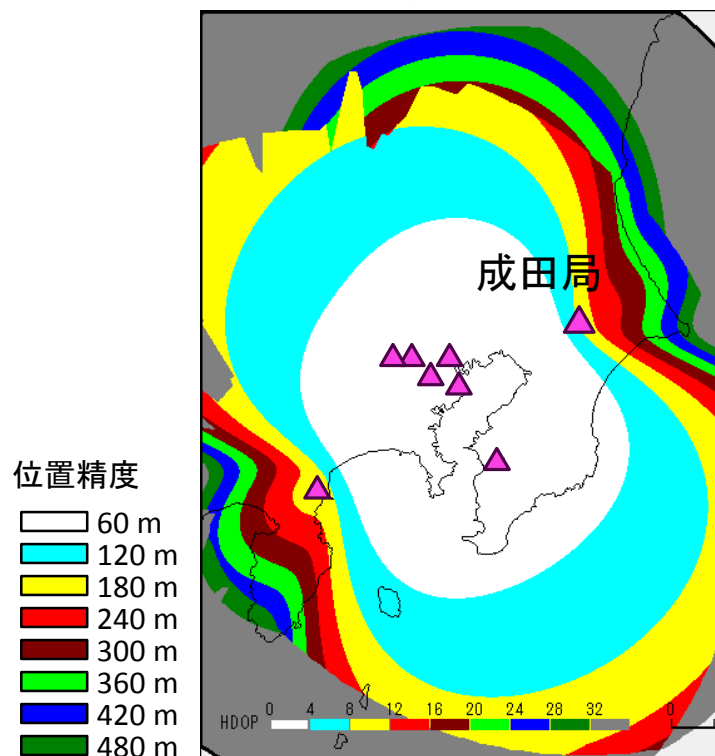


従来の設計方法の課題

■ 例) 信号干渉により1局抜けたときの位置精度

干渉なし

干渉あり



■ 受信局が十分にあれば問題無いがコスト増大

本発表の目的

- 信号干渉を含めたWAM受信局配置設計手法の確立を目指している
 - 更新間隔の予測を実現
 - 位置精度の予測を改善
 - ENRIで実証中の高性能化技術の導入にも必要
- ➡ コスト・性能のバランスを適切に決定



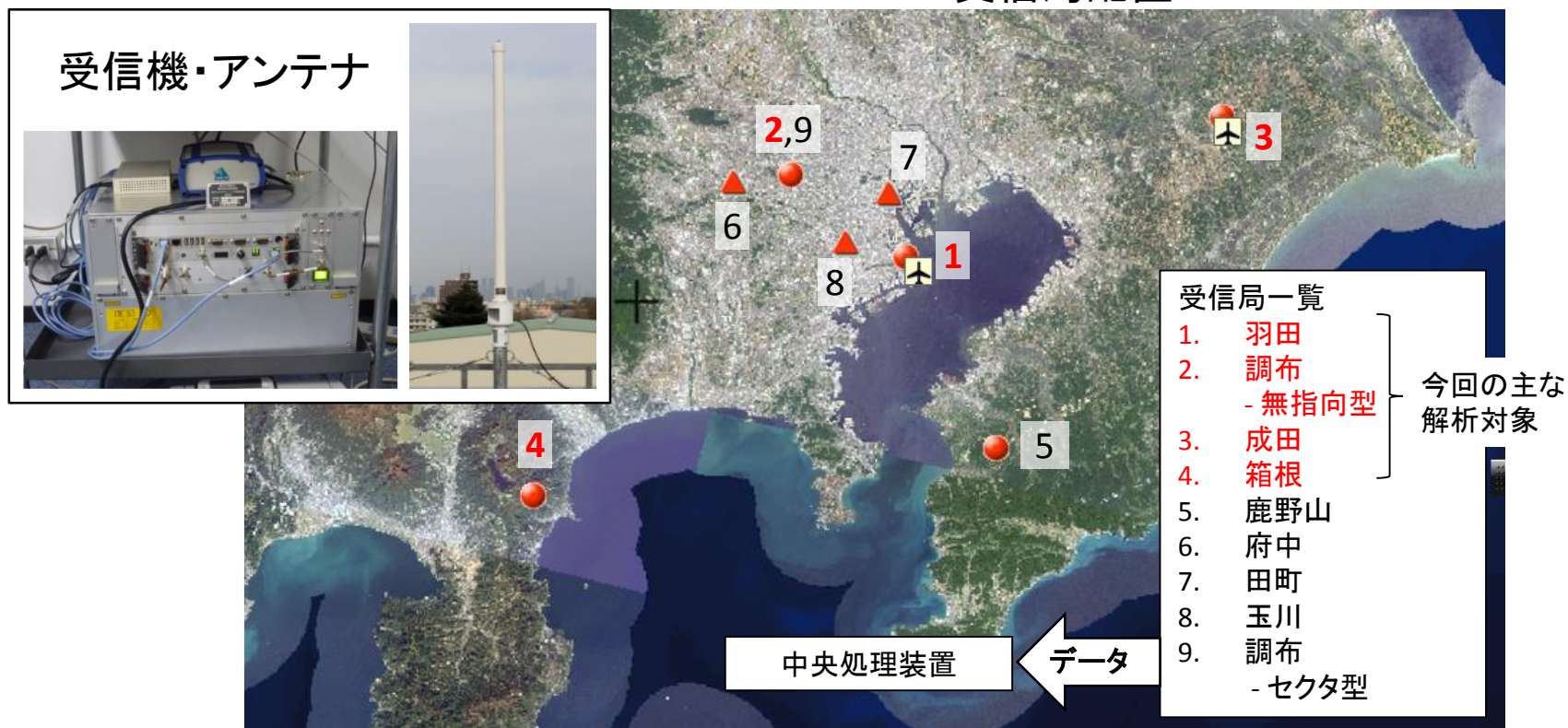
■ 本発表の目的

- 配置設計の基礎となる信号検出率を測定・解析した結果を報告

信号検出率の測定

■ WAM実験システムを活用し，在空機の信号を観測

受信局配置

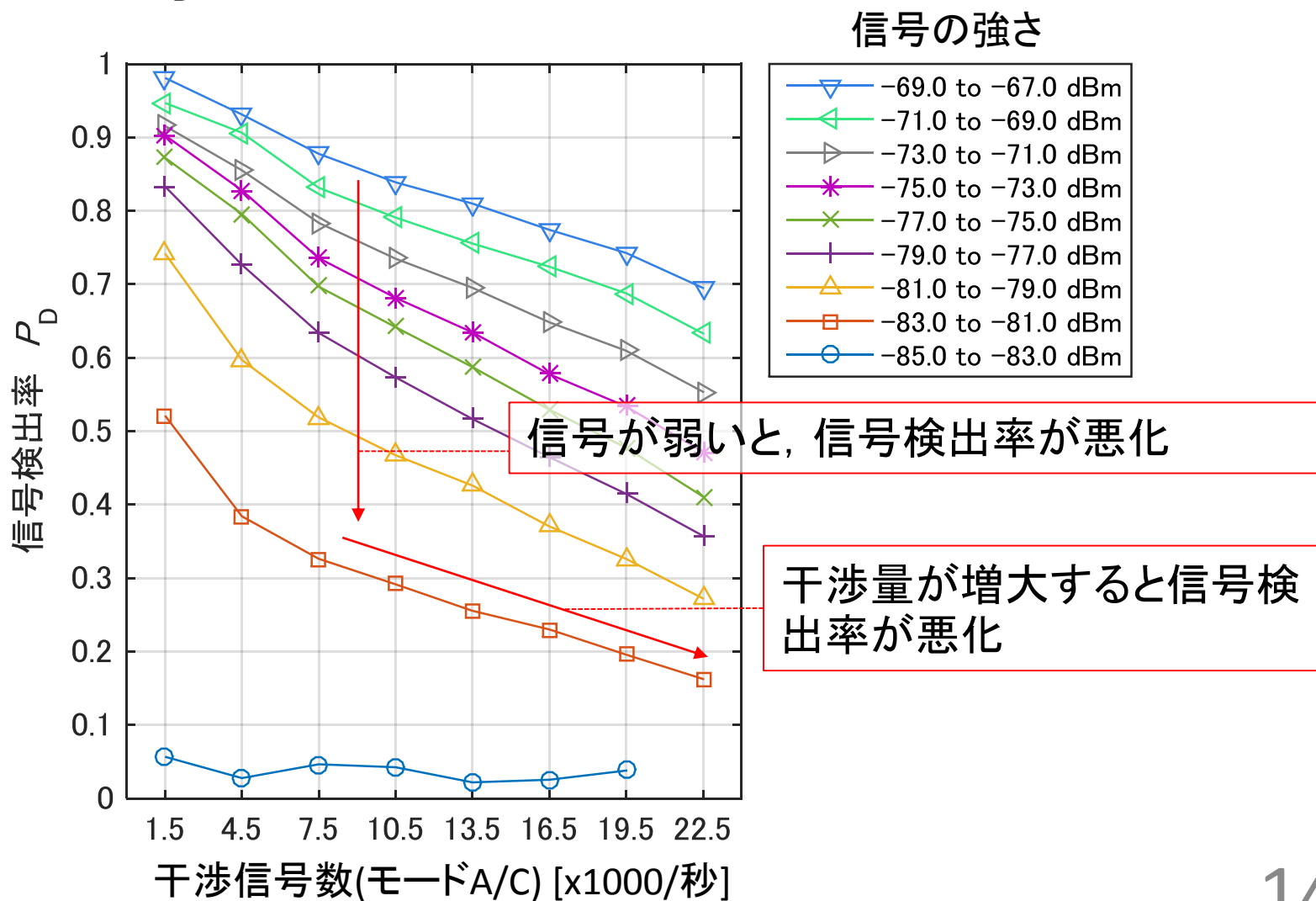


受信局6～8は日本電気株式会社殿所有
地図データには国土地理院タイルを利用

測定結果

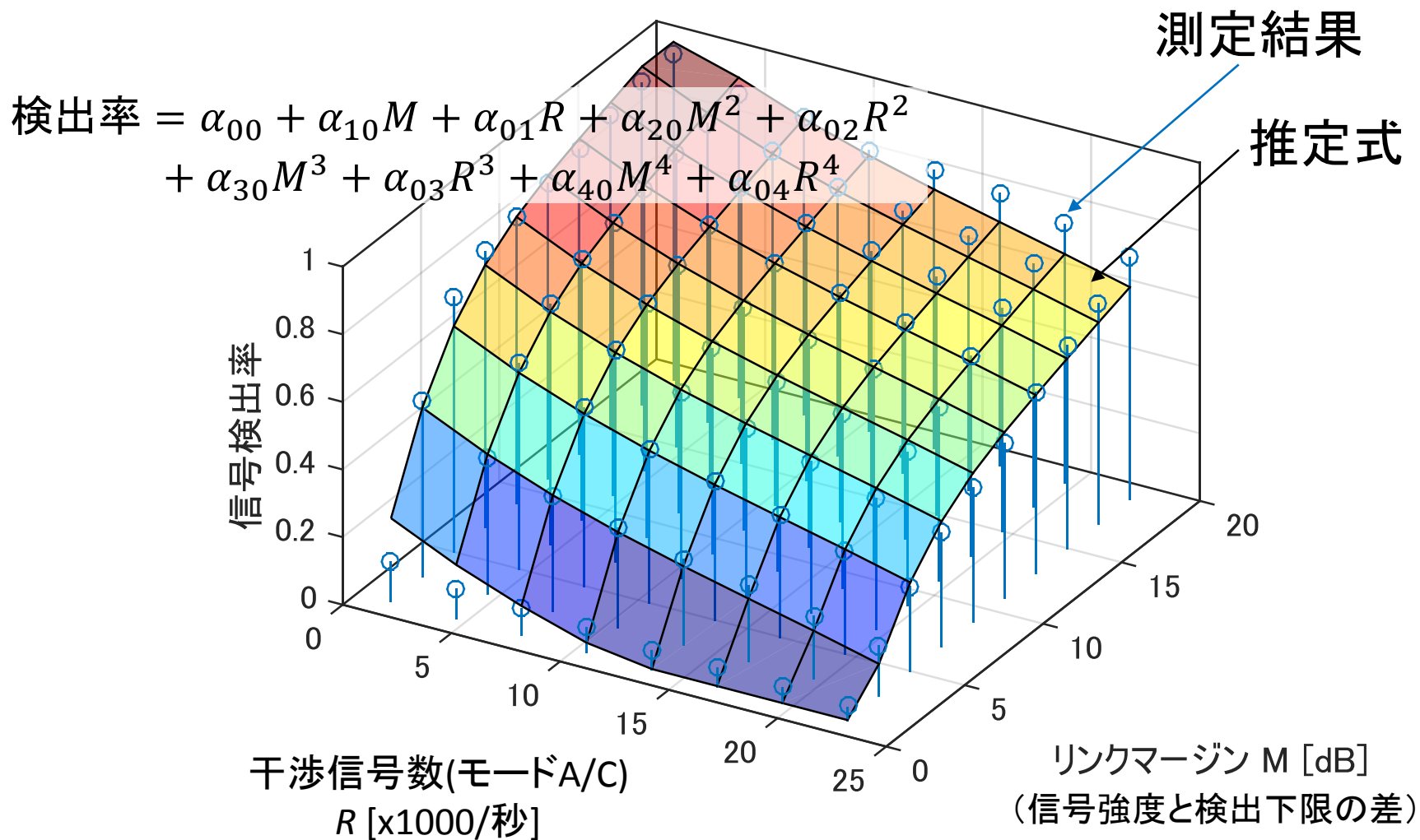
■ 信号検出率は信号の強さと干渉量に依存

➤ 例：羽田局



測定結果

- 関数のあてはめにより信号検出率の推定式を得た

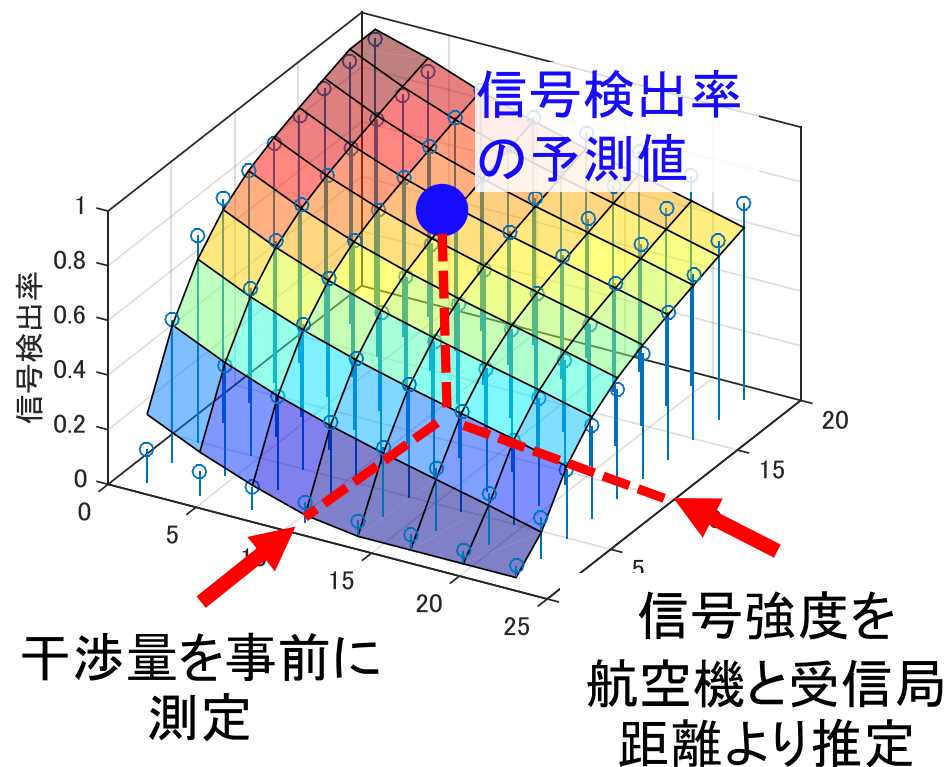
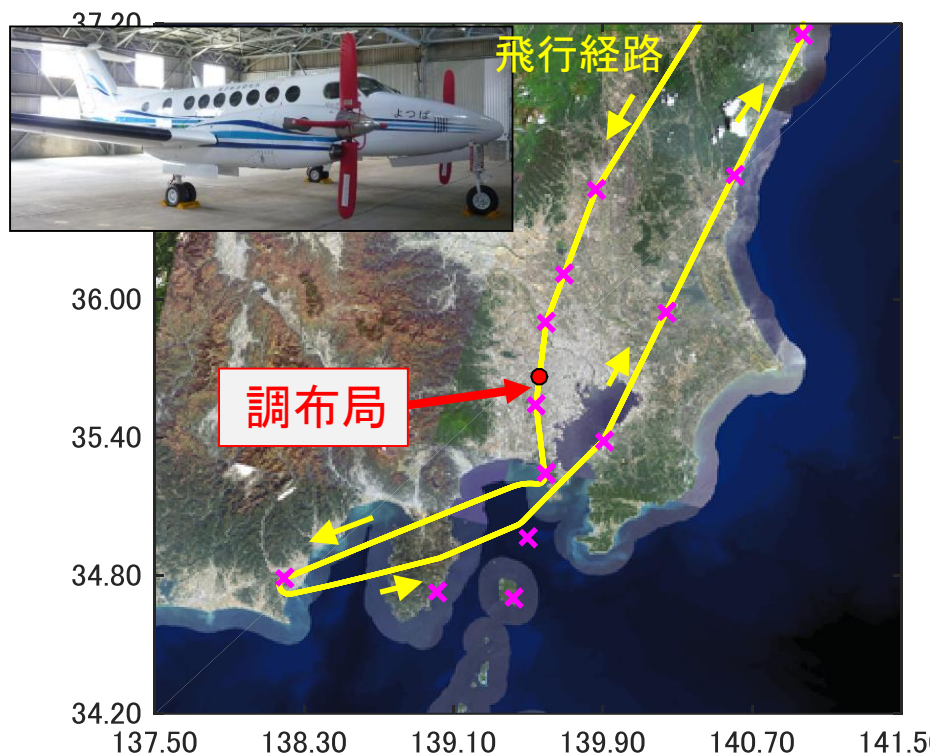


推定式はどのように役立つのか？

- 個々の受信局の信号検出性能を予測できる
 - 設置場所の良し悪しの評価
 - 今後のWAM性能予測
- アンテナ改修の効果を予想できる

信号検出率の予測

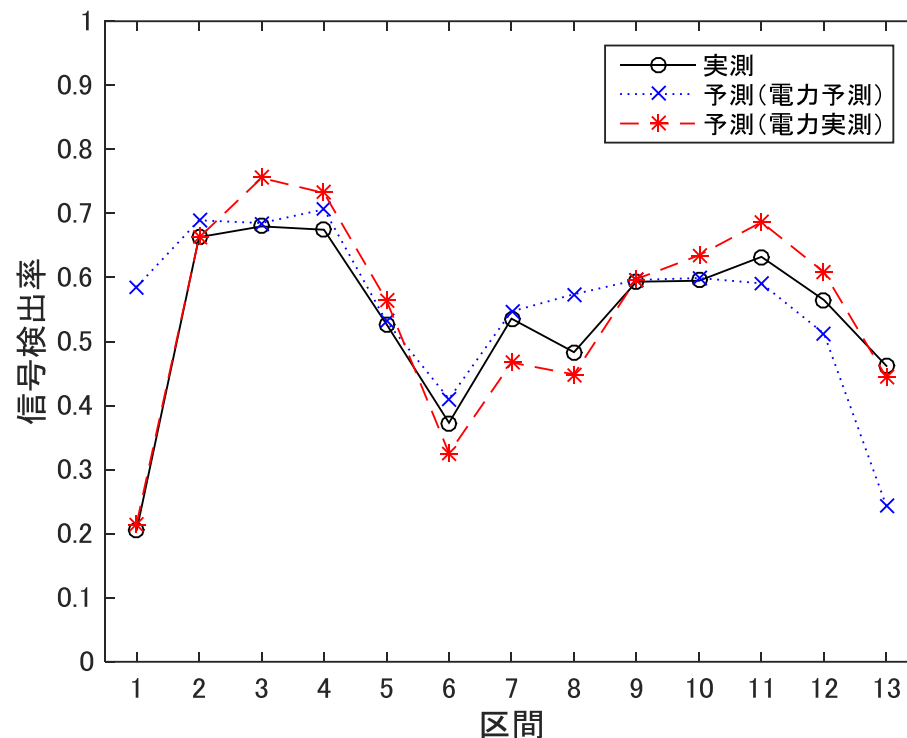
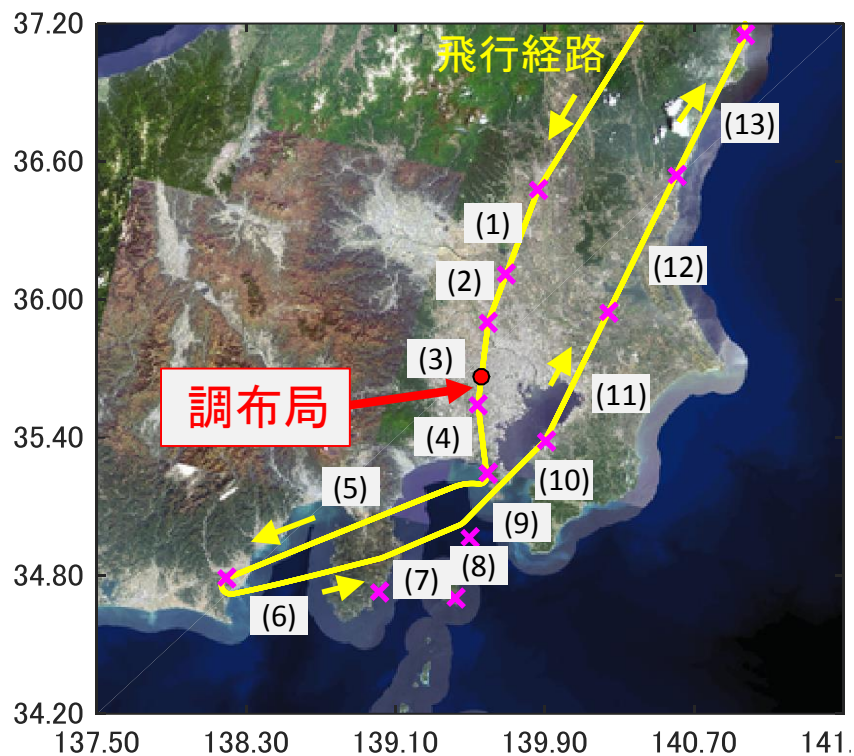
- 実験飛行中の信号検出率を予測し，実測と比較



信号検出率の予測

■ 信号検出率の予測に成功

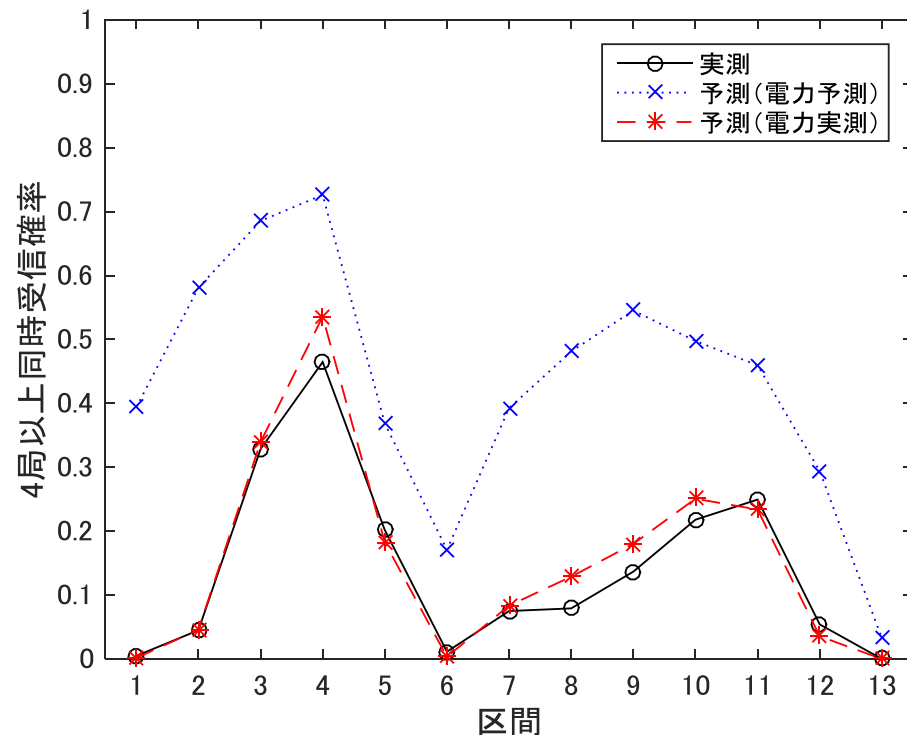
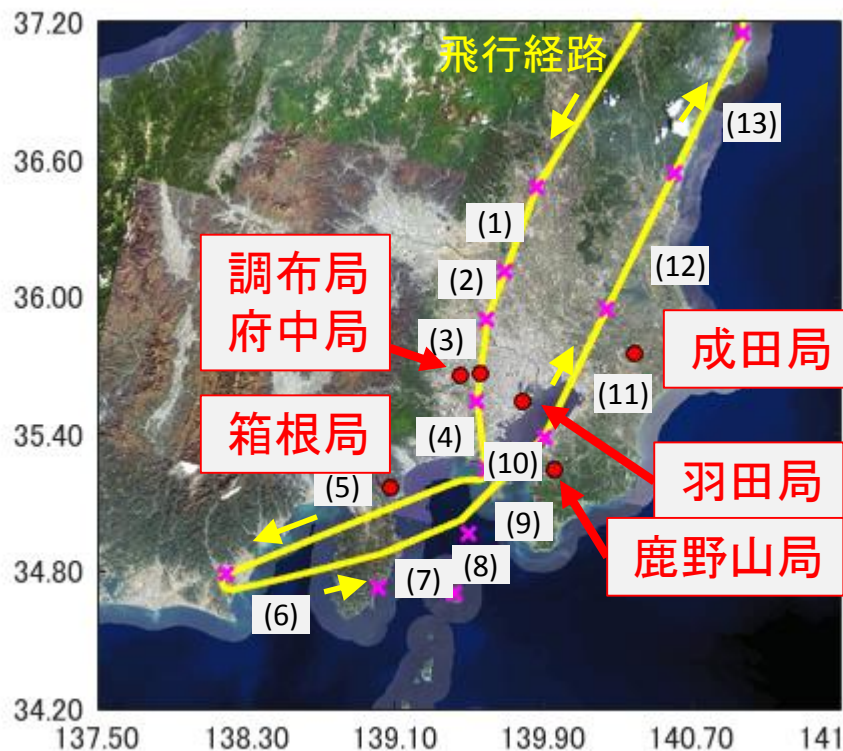
➤ 受信局位置が適切かどうかを判断できる



➤ 但し、誤差の許容方法は要検討

信号検出率の予測

- 「4局以上で同時検出できる確率」の見積もりにも成功
(=WAM測位を試行できる確率)



➤ WAMの更新間隔・精度の見積もりにつながる結果

注) グラフの値は1個の信号に対する確率である。実際には多数の信号があるため、十分に高い値が得られる。

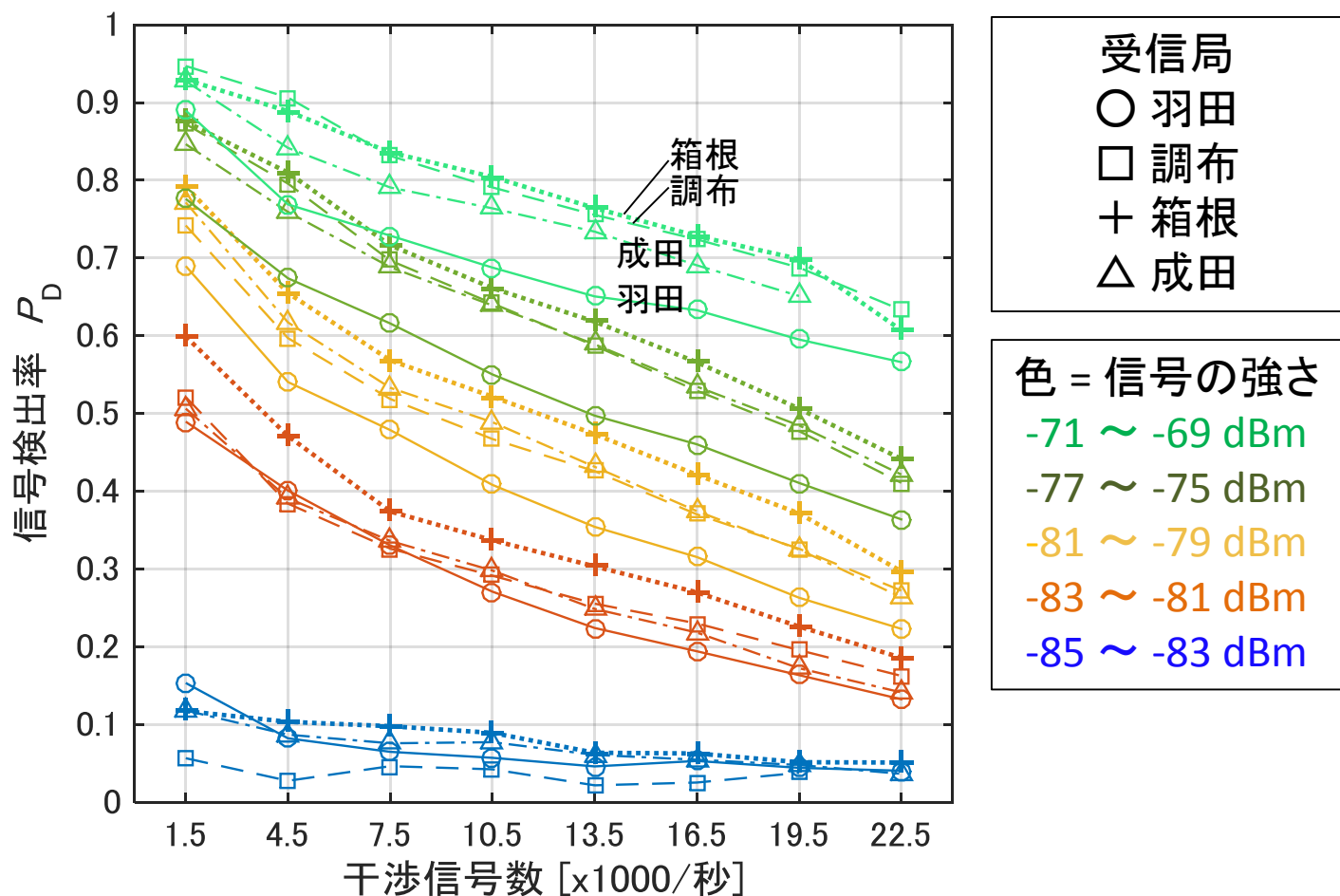
まとめ

- WAMは高頻度・高精度な監視を提供し、高度な運用方式の実現に寄与できる
- ENRIではWAM技術の実証と高性能化を継続中
- WAM導入成功には配置設計が重要であるため、その確立に向けて信号検出率を測定・解析した
- 信号検出率の推定式を作り、受信局位置の良し悪しを見積もり可能にした
- 今後、システム全体の性能見積もり・配置設計を検討

付録

測定結果

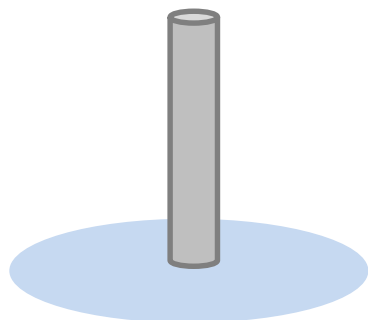
- 同様な傾向を他の受信局でも確認
- WAMでは最低4局同時に受信が必要のため、この測定値の累乗で検出率が低下することに留意



アンテナ改修の効果予測

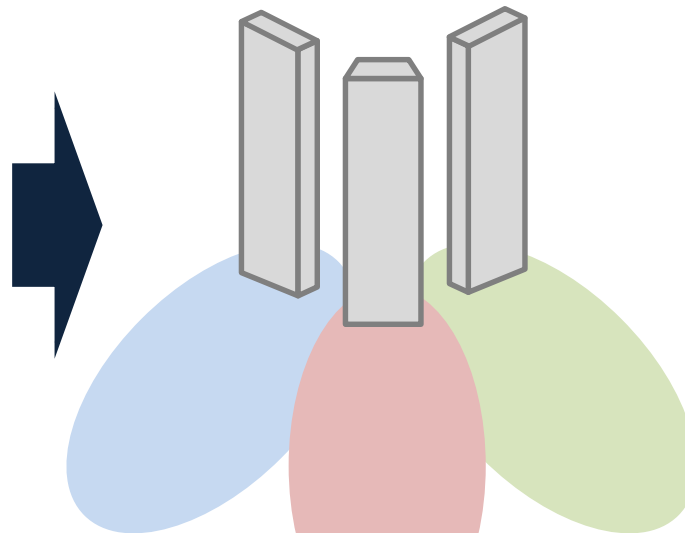
■ 無指向性のアンテナ

全方位から信号を受信



■ 指向性アンテナによるセクタ化

特定方向からの信号を集中受信



■ 改修により、信号検出率を向上できる

- 微弱な信号を増幅できる（利得の向上）
- 干渉信号を削減できる

■ コストがかかるので、改善効果を予測できれば費用対効果を事前検討できる

アンテナ改修の効果予測

- 従来の無指向性アンテナとセクタ型アンテナを比較
- 推定式を応用して性能向上を予測



アンテナ改修の効果予測

- セクタ型アンテナの優位性を確認
- 推定式を用いて、信号検出率の改善量を予測できた

日中は干渉信号が多く性能が低下

