

WAM受信局配置設計に向けた 検出率予測モデル

○ 長縄 潤一, 宮崎 裕己, 田嶋 裕久
監視通信領域

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



研究背景

高性能な監視システムの必要性

広域マルチラテレーション

受信局配置設計

研究目的

配置設計に活用できるWAM検出率モデルの構築

検出率モデルの概要

初期的な評価

まとめ

CARATSの目標

管制処理容量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

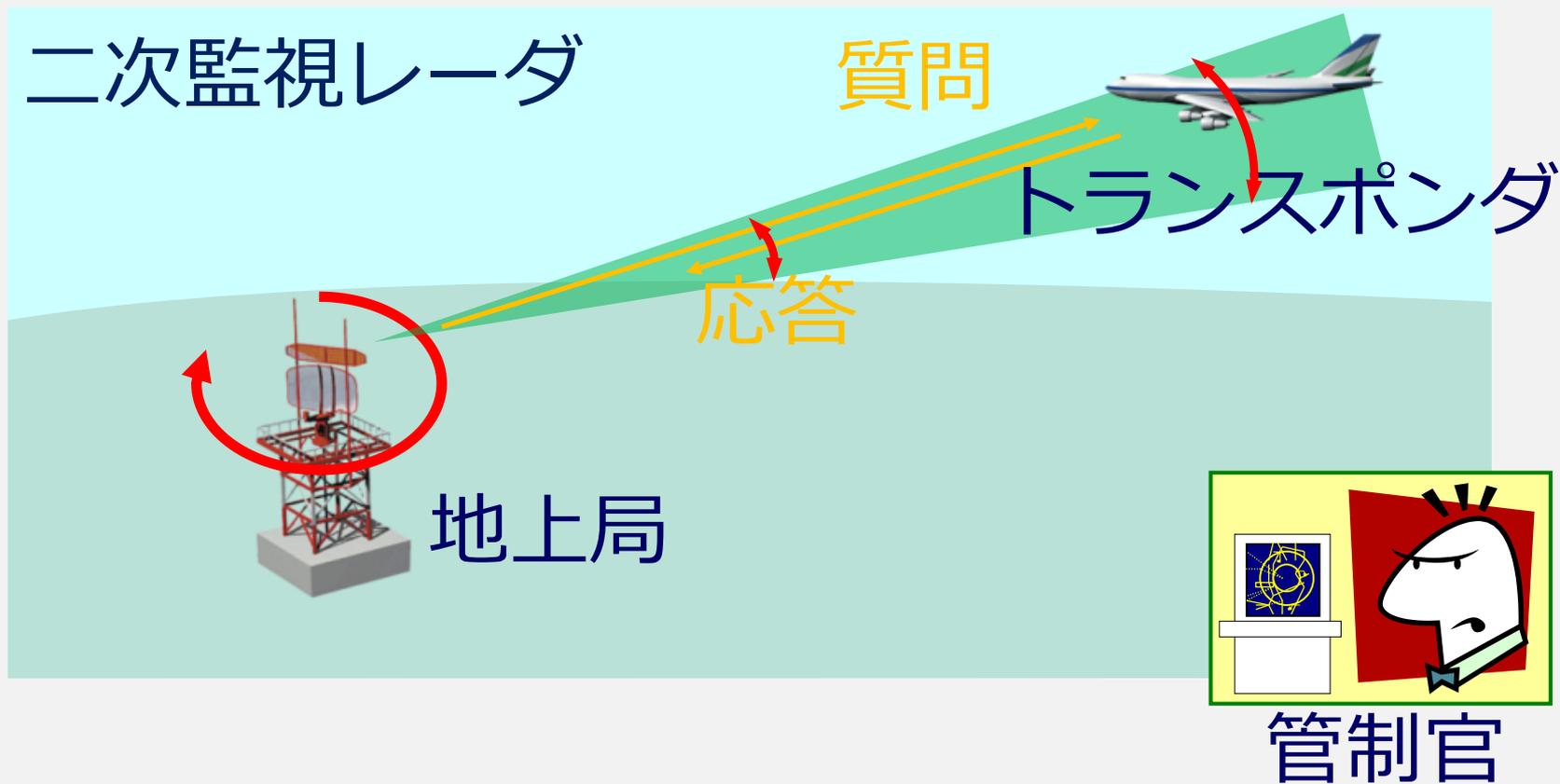


航空機位置の正確な把握が求められている

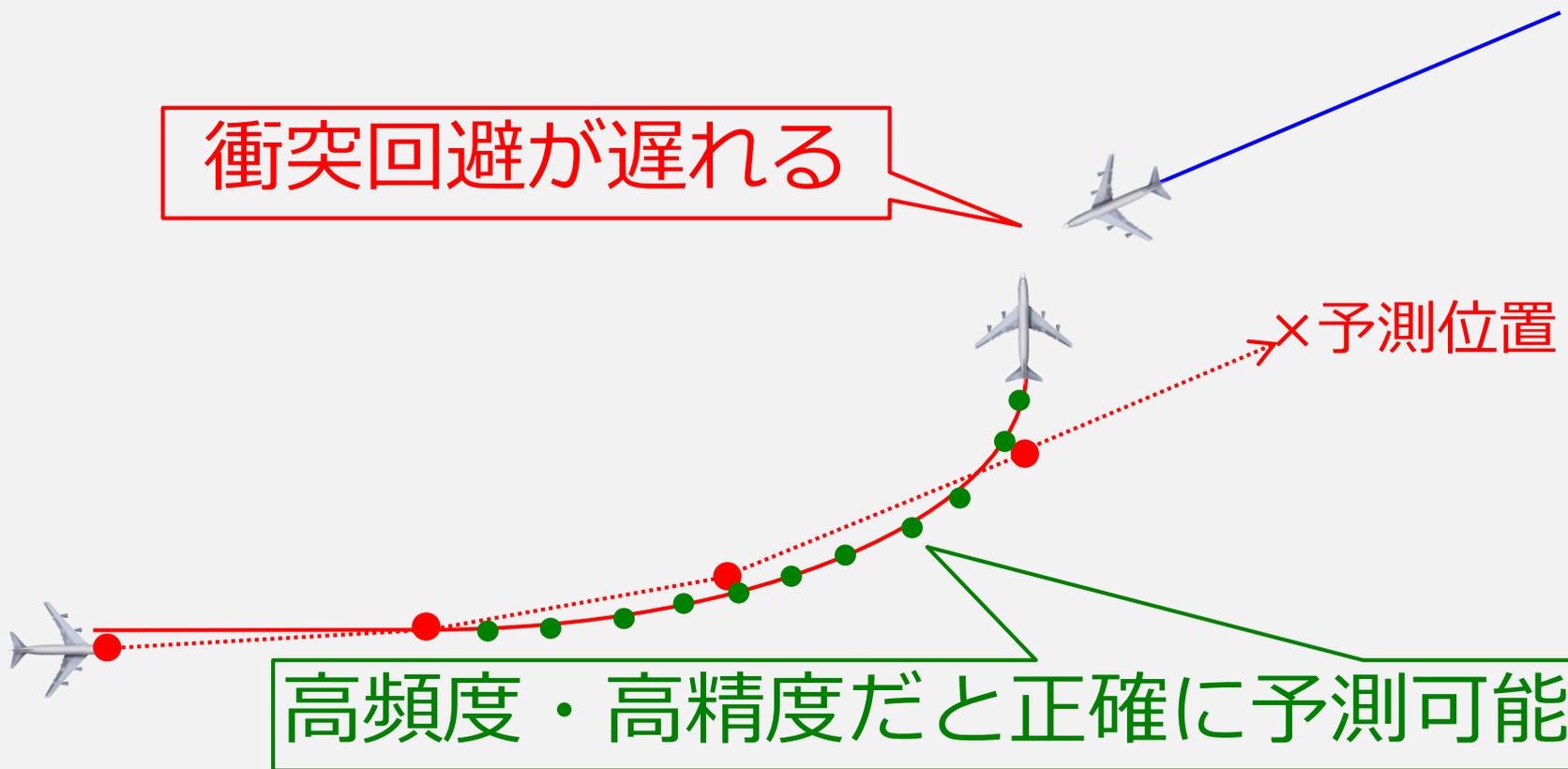
→監視システムの役目

高度な運用方式には現用のレーダの性能では不十分

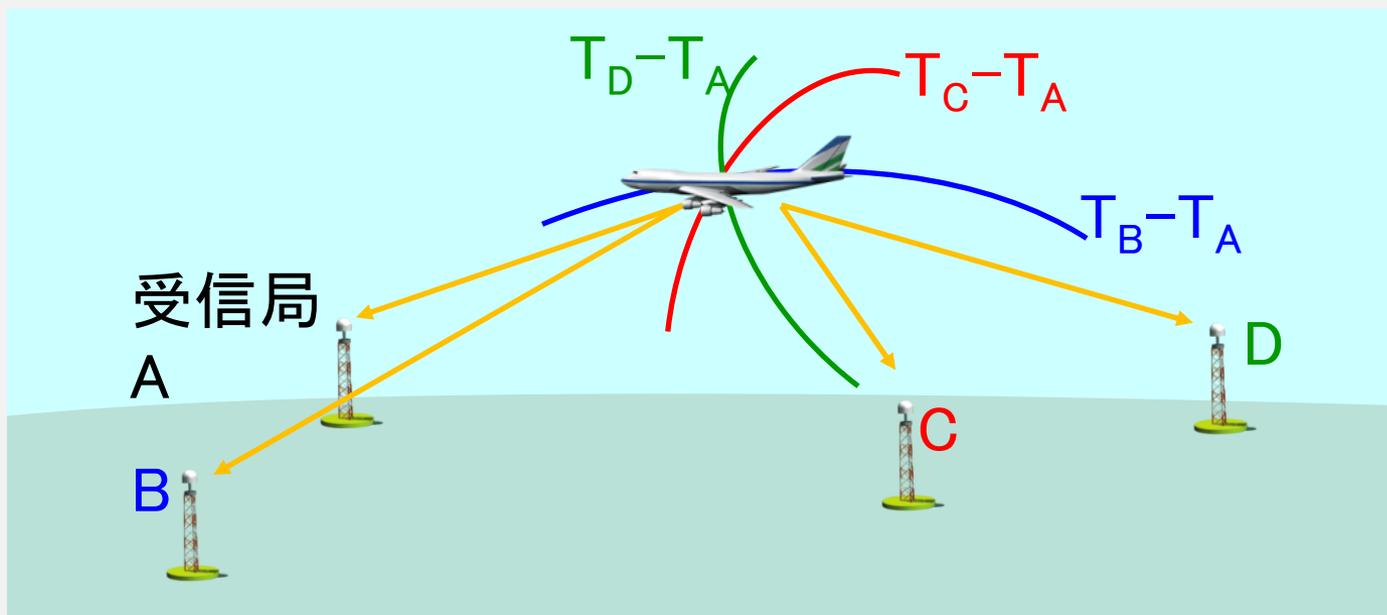
更新間隔と精度



短期的な将来位置の予測に必要



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

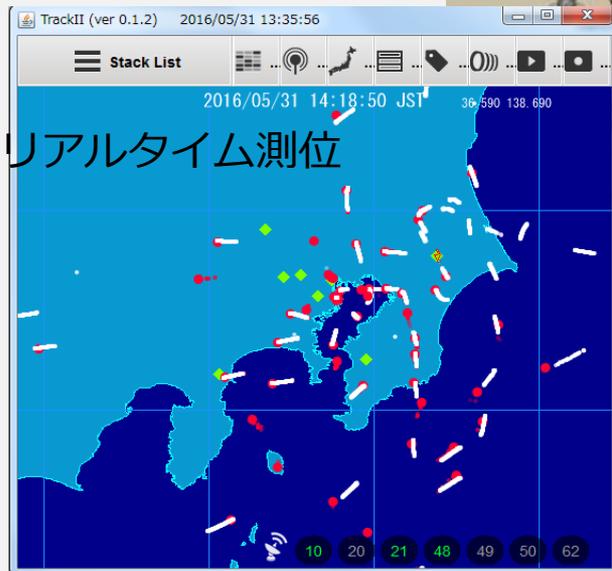


高精度・高頻度な監視を提供し，高度な運用を実現

- 2015年3月 成田WAM→同時平行離陸の実現に寄与
- 現在，航空路WAMの整備が進んでいる

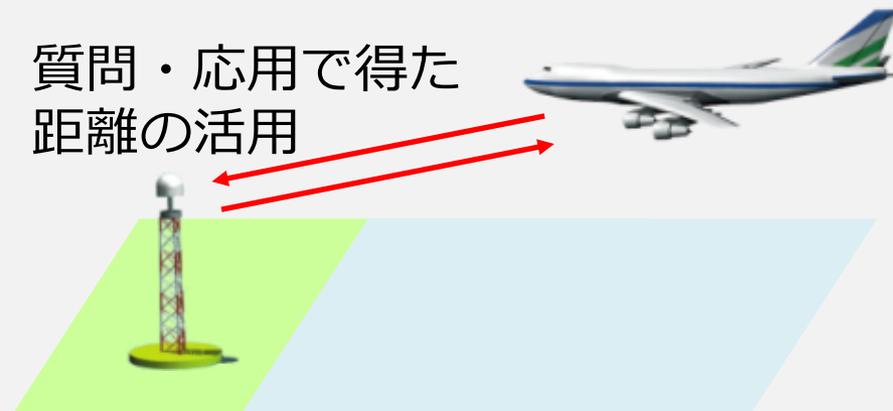
実験システムによる WAM技術の実証

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

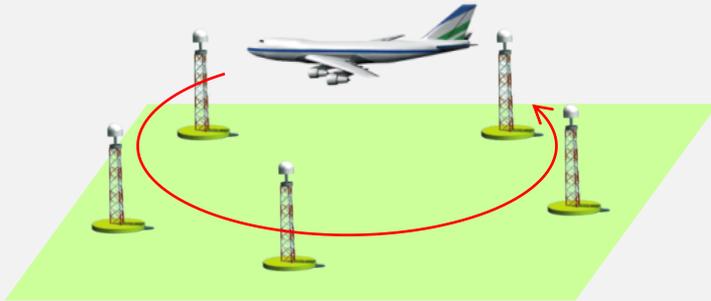


受信局配置の設計がキーポイント

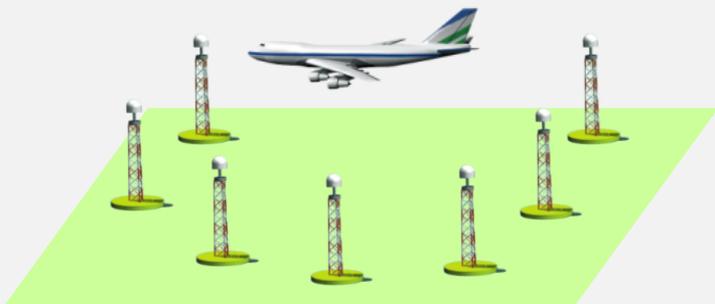
航空機を囲むと◎



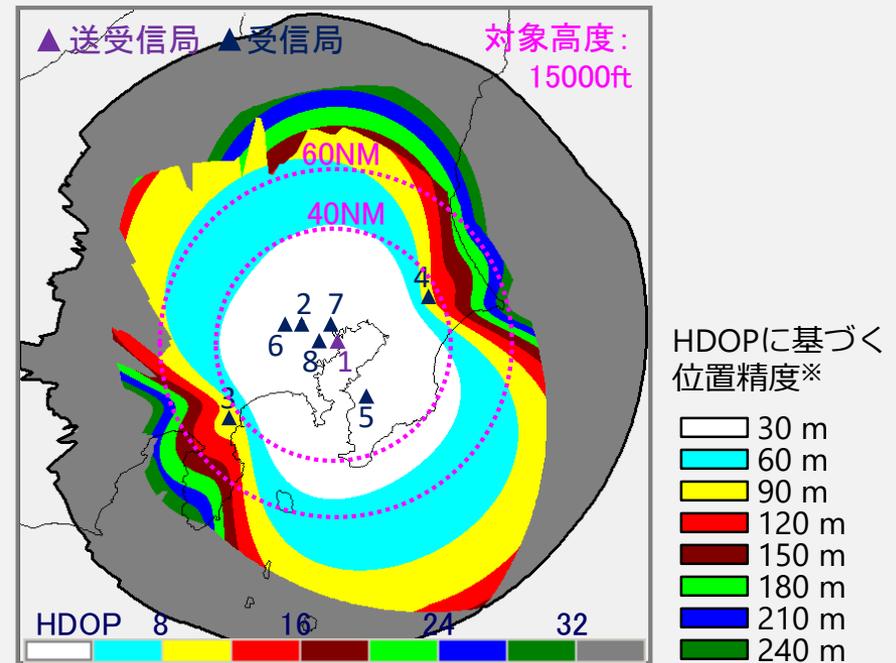
数値的な評価には精度劣化指数 (DOP)の利用が一般的



密に置くと◎



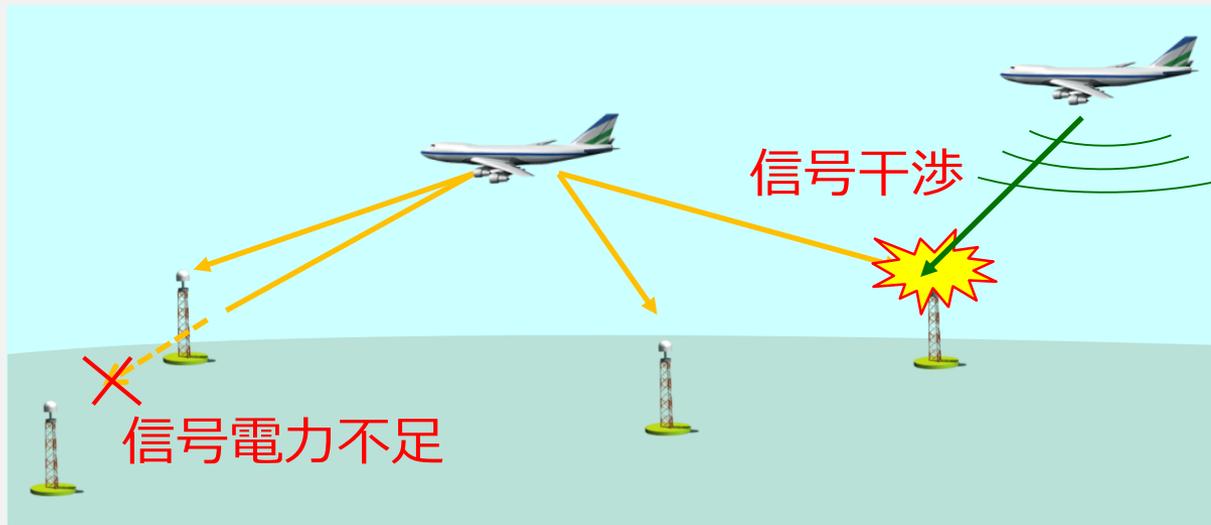
ENRI実験システムの例



精度が十分だと確認し, 配置決定

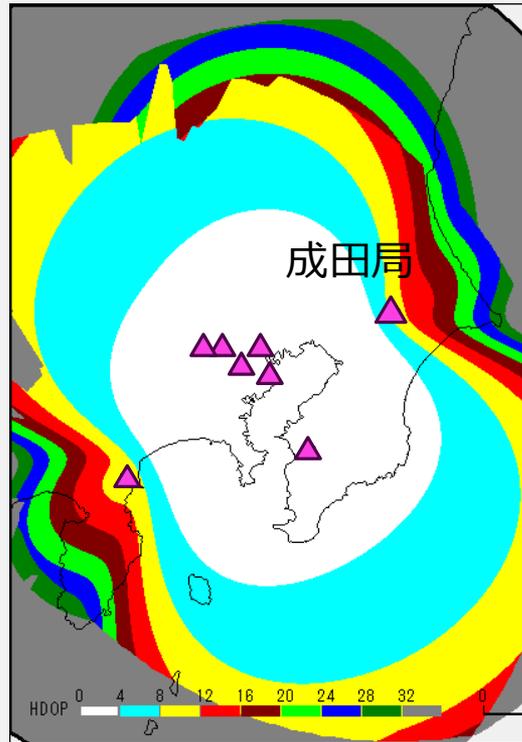
※ 時刻誤差25nsec

- 更新間隔は見積もることができない
- 信号検出の影響を考慮していない

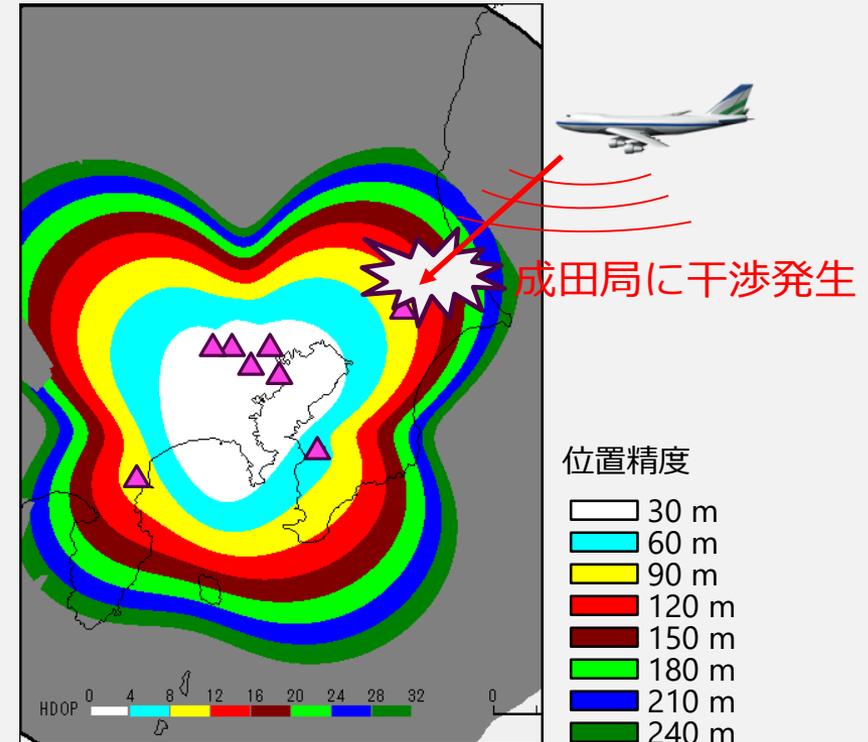


受信局配置が不十分になる恐れ

信号検出100%



信号検出失敗あり



更新頻度・精度が低下

- シミュレーション通りの性能が得られない現実
- 一方、受信局はなるべく削減したいニーズも

更新間隔・信号検出を考慮した配置設計手法の確立が必要

更新間隔の見積もり = 検出率の見積もり (後述)



本研究の目的

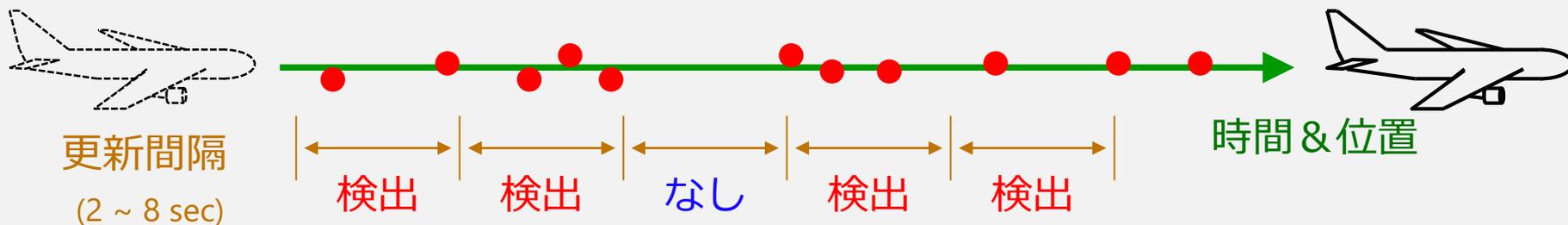
性能見積もりに利用可能なWAM検出率モデルの構築

- より適切な受信局配置設計への寄与を目指す

検出率モデルの概要

検出率のモデル化は更新間隔のモデル化と等価

WAMの検出率は規定の更新間隔に対して計算



$$\text{検出率} = 4/5 = 80\%$$

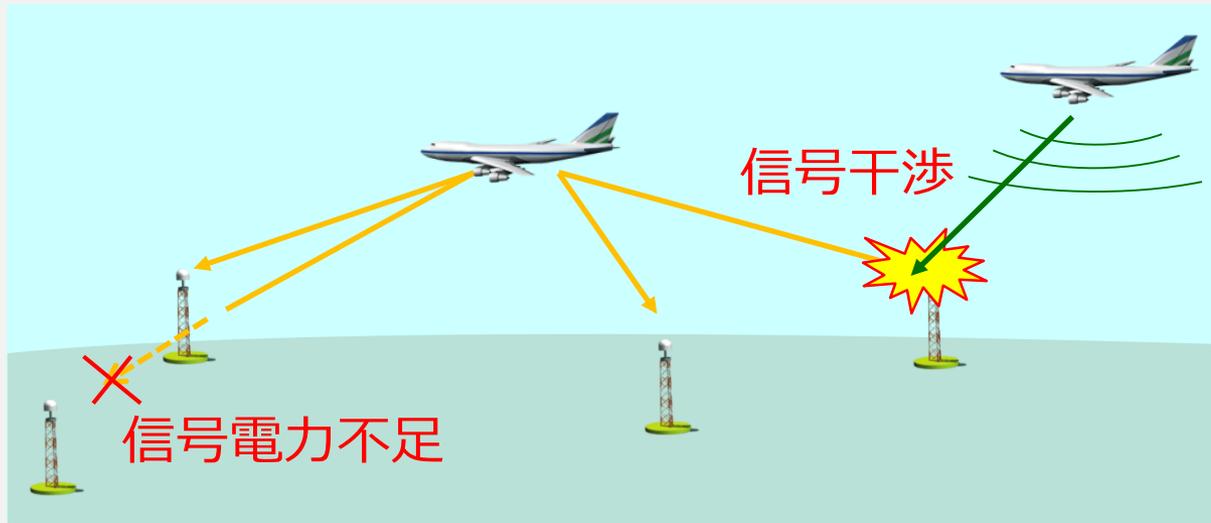
長い更新間隔・多い信号 → 高い検出率

更新間隔と検出率はセット

EUROCAE ED-142 : 更新間隔8秒 & 検出率97%以上

(航空路)

信号検出失敗の影響を考慮するための「確率的配置」



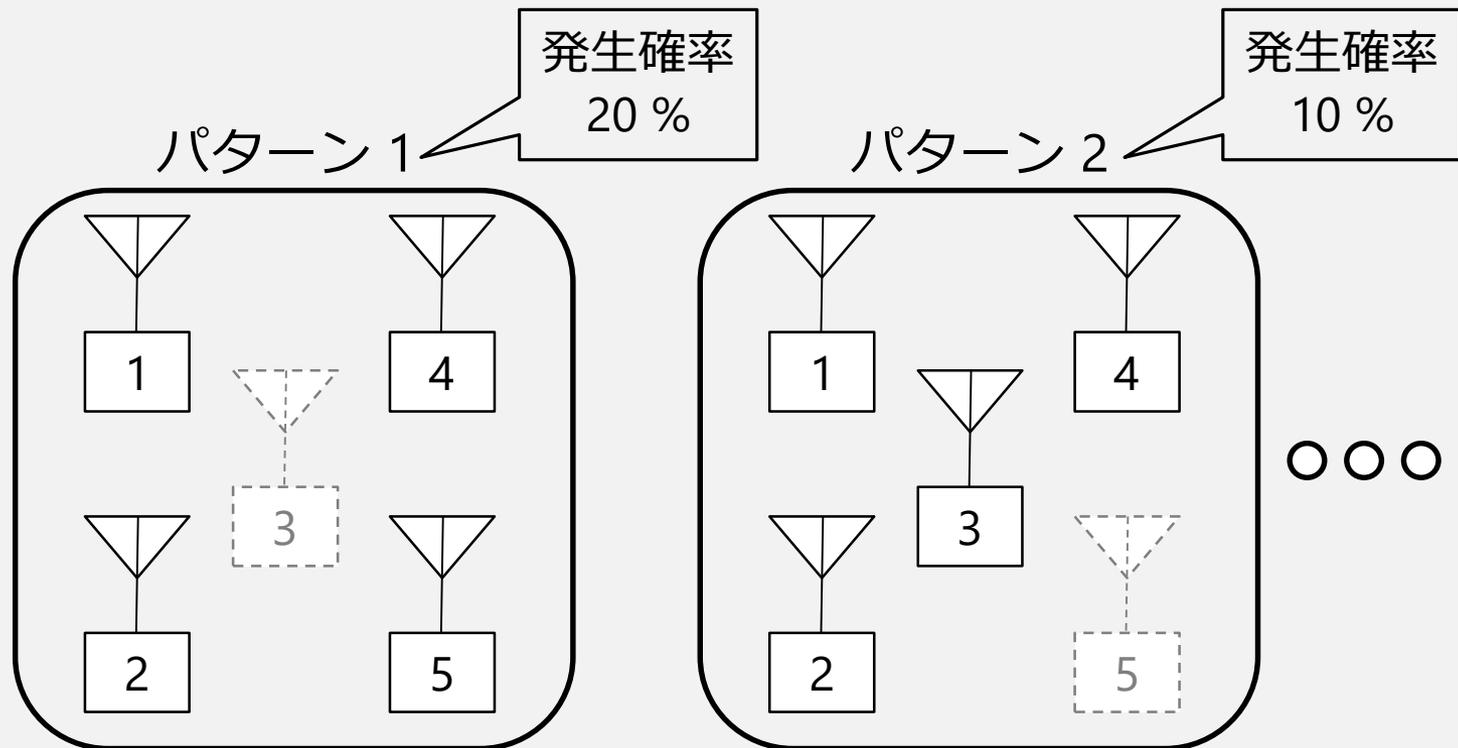
利用可能な受信局は刻々と変わる
= 配置のパターンが刻々と変わる



「確率的配置」という考え方

確率的配置の定義

受信局の配置パターン（グルーピングパターン）とその発生確率の組み合わせ



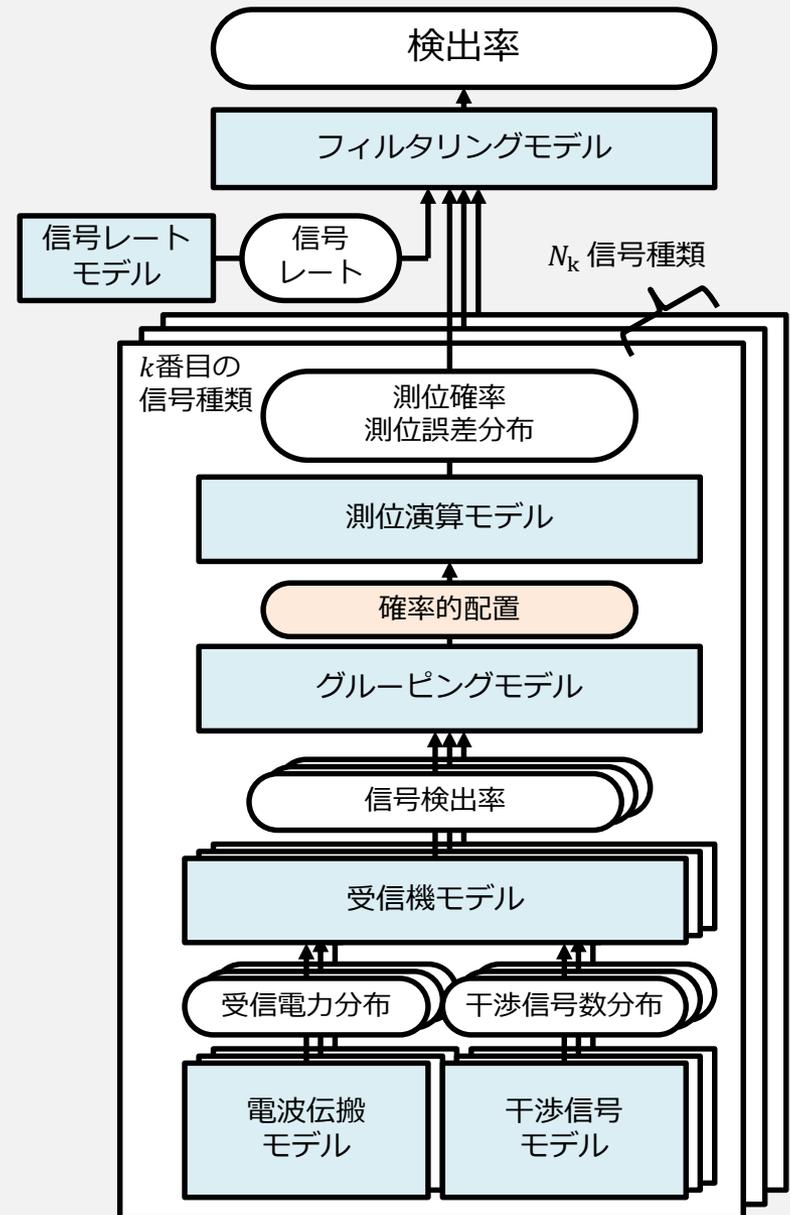
WAMは様々なプロセスから成り、
様々な要因が検出率に作用



検出率モデル

各要因に対応するサブモデル
の集合として構築

確率的配置がモデルの核



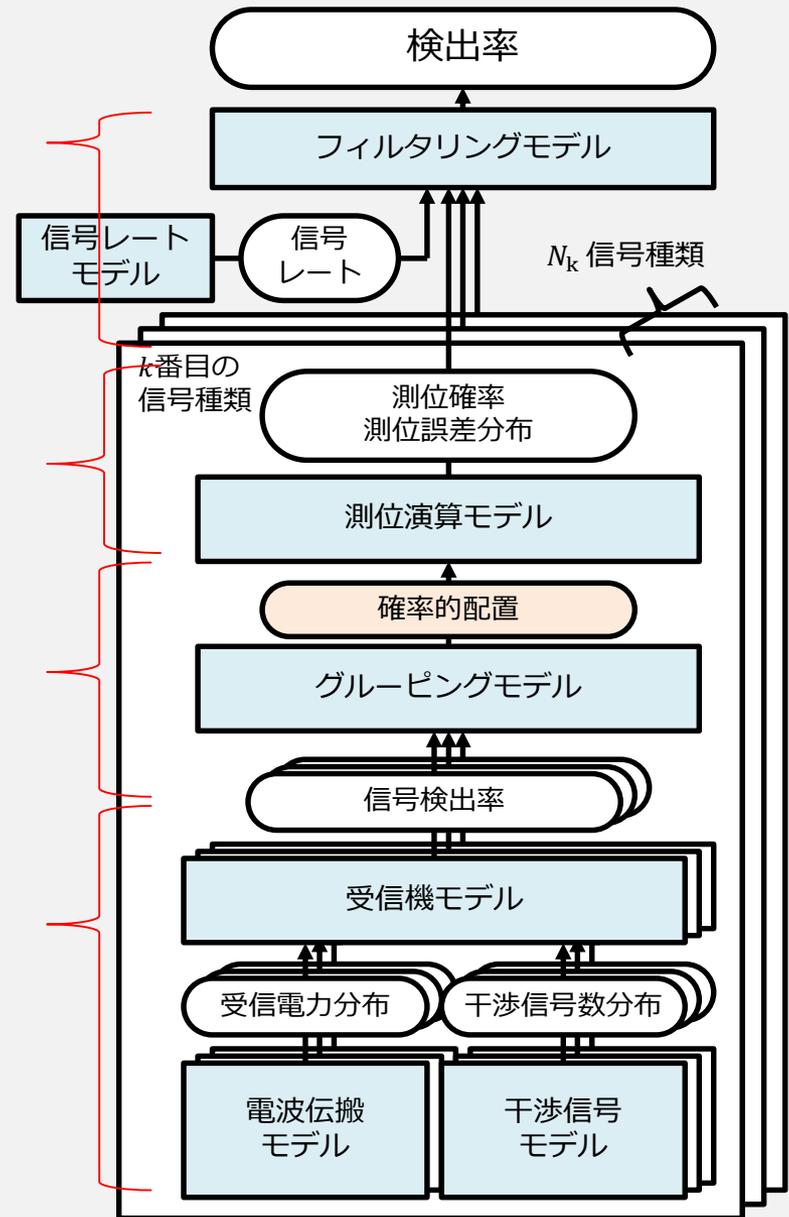
信号数と更新間隔の効果
「検出」とみなせる測位の割合？

精度はどれぐらいになるか？

どのような確率的配置になるか？

どれだけ信号が検出できるか？

受信電力・信号干渉を考慮



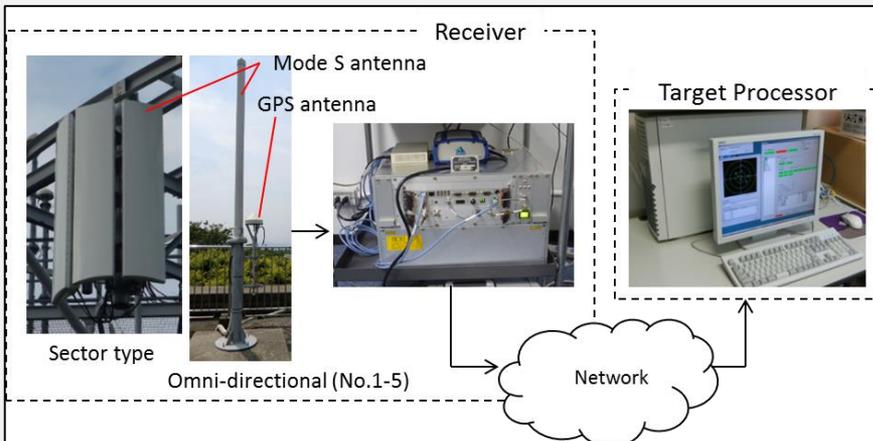
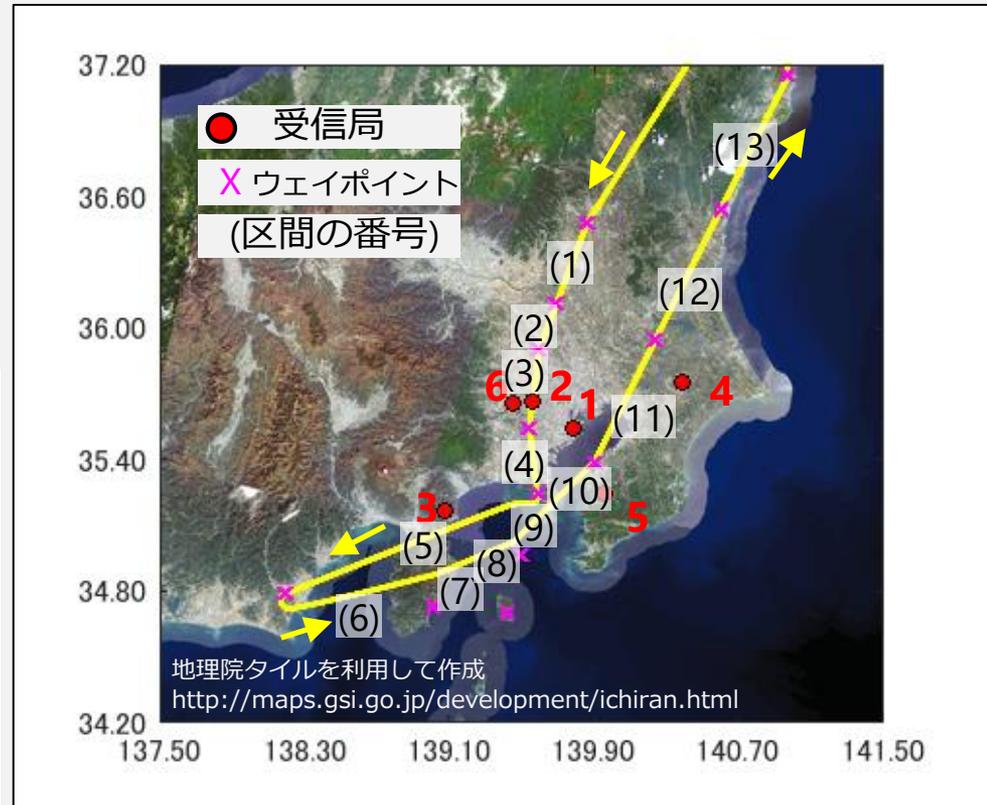
初期的な評価

飛行実験における検出率について、モデルによる予測値と実験システムによる実測値を比較

実験用航空機



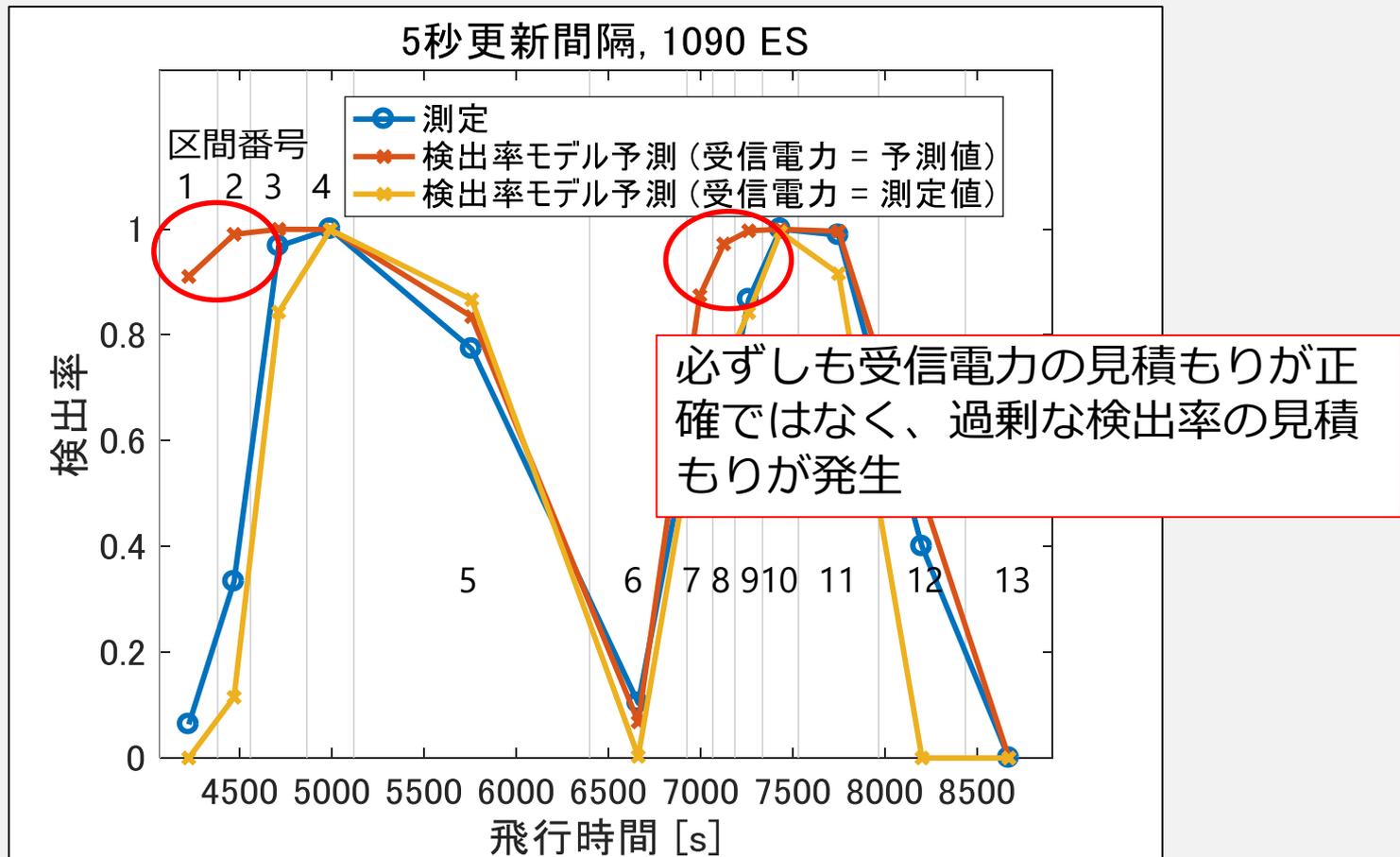
飛行経路



WAM実験システム

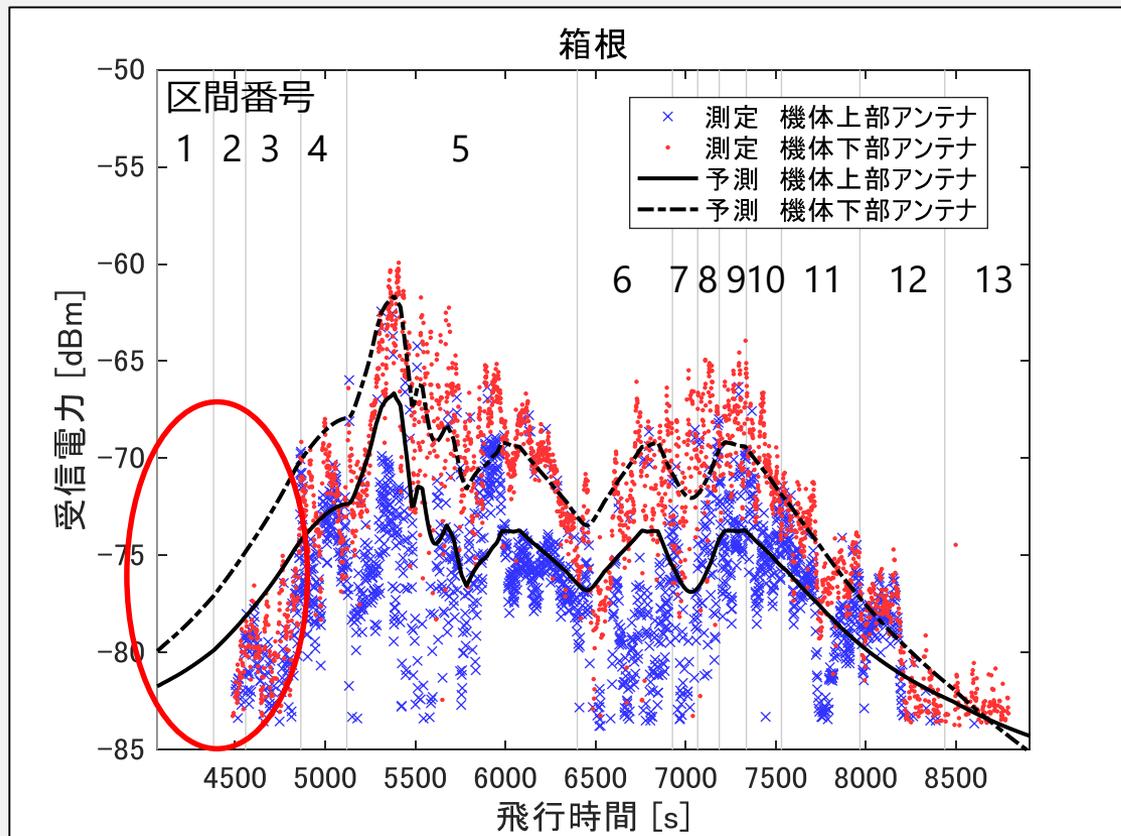
測定と検出率モデルによる予測がおおむね一致した

- 受信局配置設計の目安としての可能性
- 妥当性の確認：提案モデルは十分な要素を包含

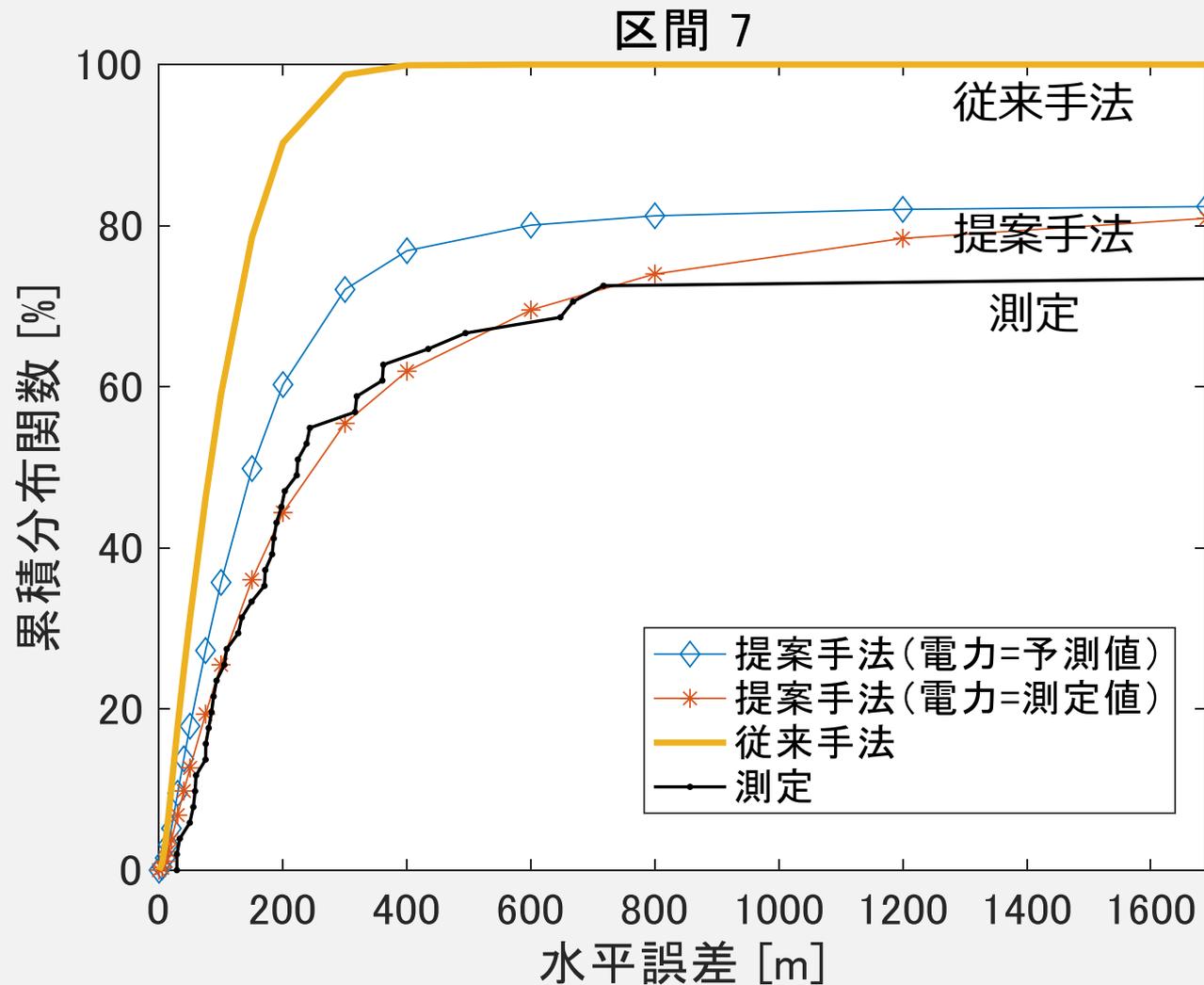


おおむね予測に成功しているが、一部区間では受信電力の見積もりが過大

➡ 今後の課題：適切な電波伝搬モデル・パラメータ選択



提案モデルのほうがより現実に近い精度の予測を示した



まとめ



- WAMは高頻度・高精度な監視を提供することで、高度な運用方式や状況認識の向上に貢献可能
- WAMの性能を引き出すには受信局配置設計が重要だが、従来手法では更新間隔と検出率を考慮できない
- 本研究では配置設計に有益な検出率モデルを検討
- 初期的な評価では、検出率の予測値と実測値がおおむね一致したが、受信電力の見積もりに課題が存在
- 精度についても、より現実に近い値を予測できた
- 今後は、より詳細なモデルの評価と各要素モデル（サブモデル）のブラッシュアップを実施