

ADS-B/WAM機能強化に向けた アレーアンテナ技術の検討

○長縄 潤一, 宮崎 裕己, 古賀 禎, 田嶋 裕久
監視通信領域

2018/06/01 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

ADS-Bの課題（なりすまし等）と解決策

アレーアンテナ技術の位置づけ

アレーアンテナ技術が実現する機能

基礎実験の紹介

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

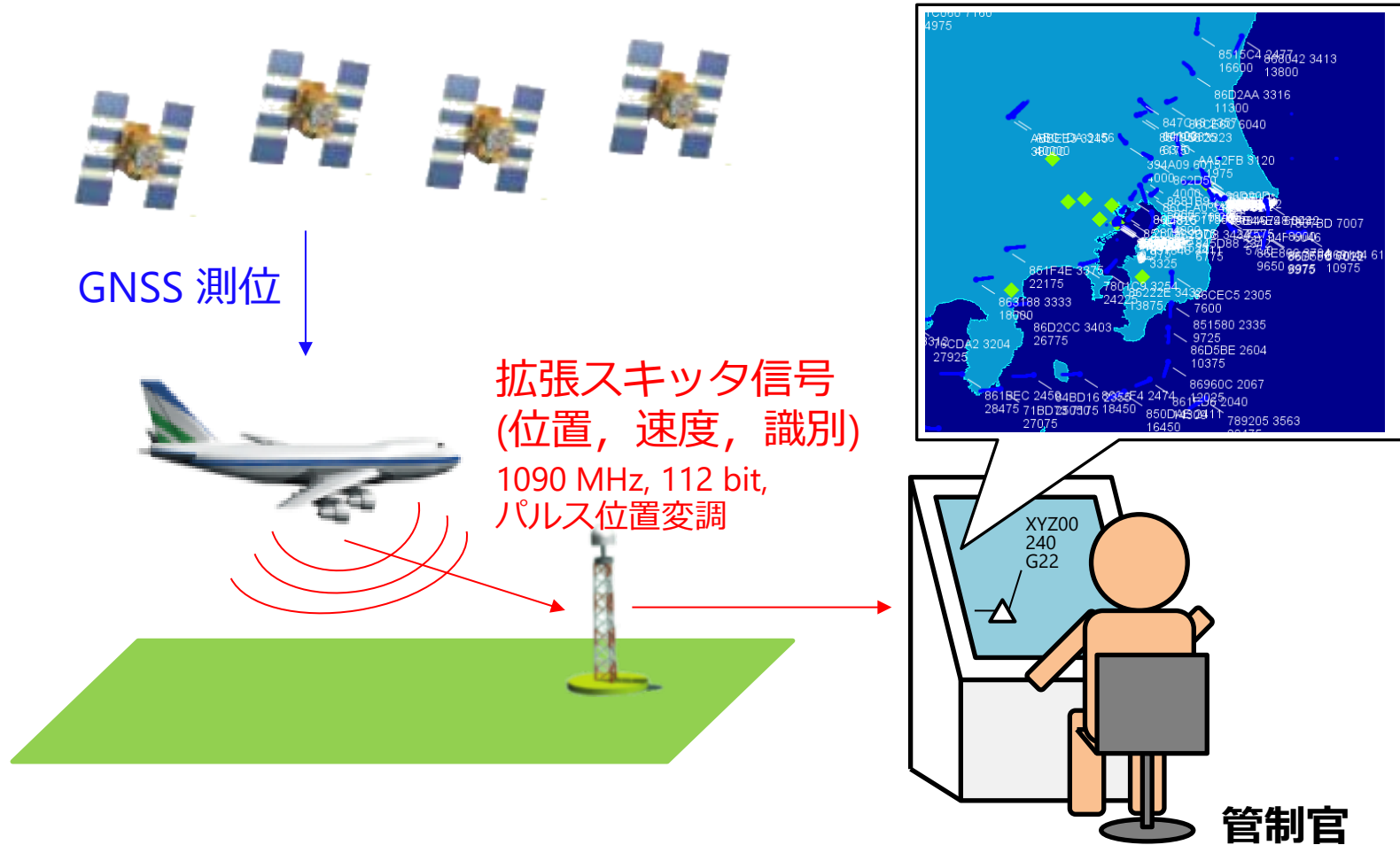
- 全飛行フェーズで時間管理を導入した軌道ベース運用の実現
- 地上・機上での状況認識力の向上 等



航空機位置の正確な把握が求められている

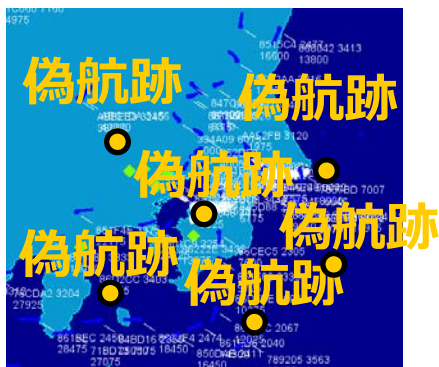
→監視システムの役目

航空機が自らの位置を測位，それを地上・周辺の航空機に対して放送

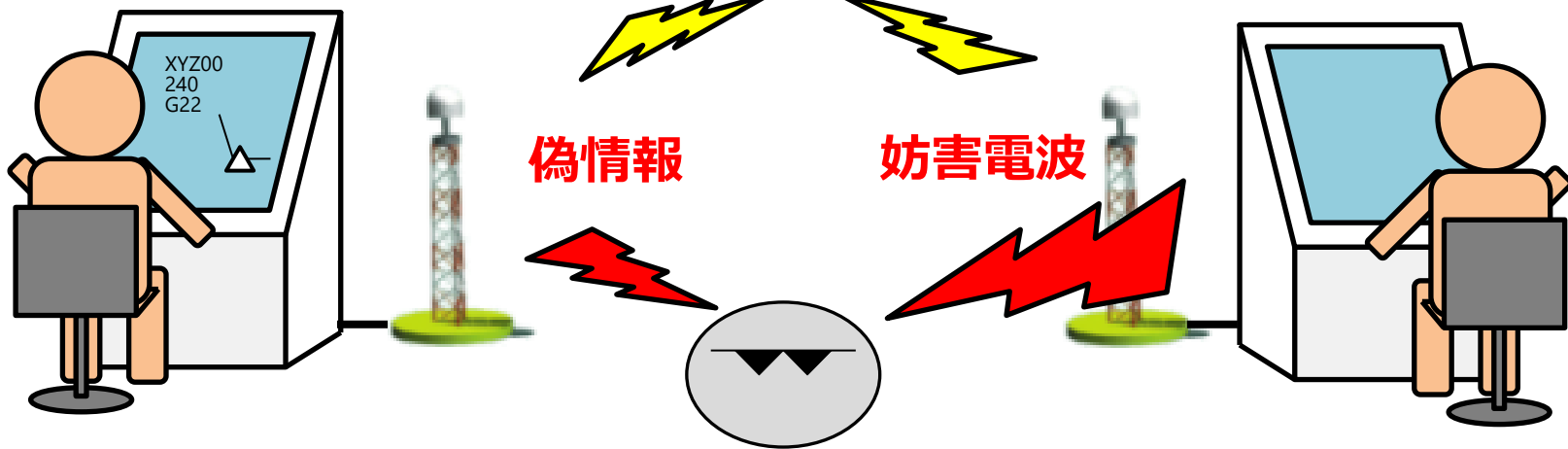


航空機からの放送に頼ることから主に以下の課題がある

なりすまし



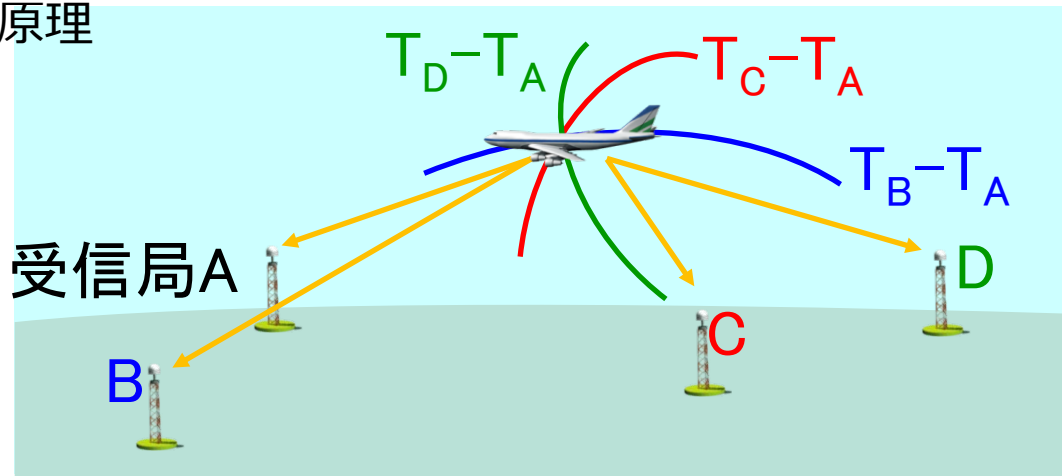
ジャミング



「従属監視補完技術に関する研究」 (平成29～32年度) で対策を検討

我が国で導入が進んでいる WAM（広域マルチラテレーション：Wide Area Multilateration）を活用することが効果的

WAMの動作原理

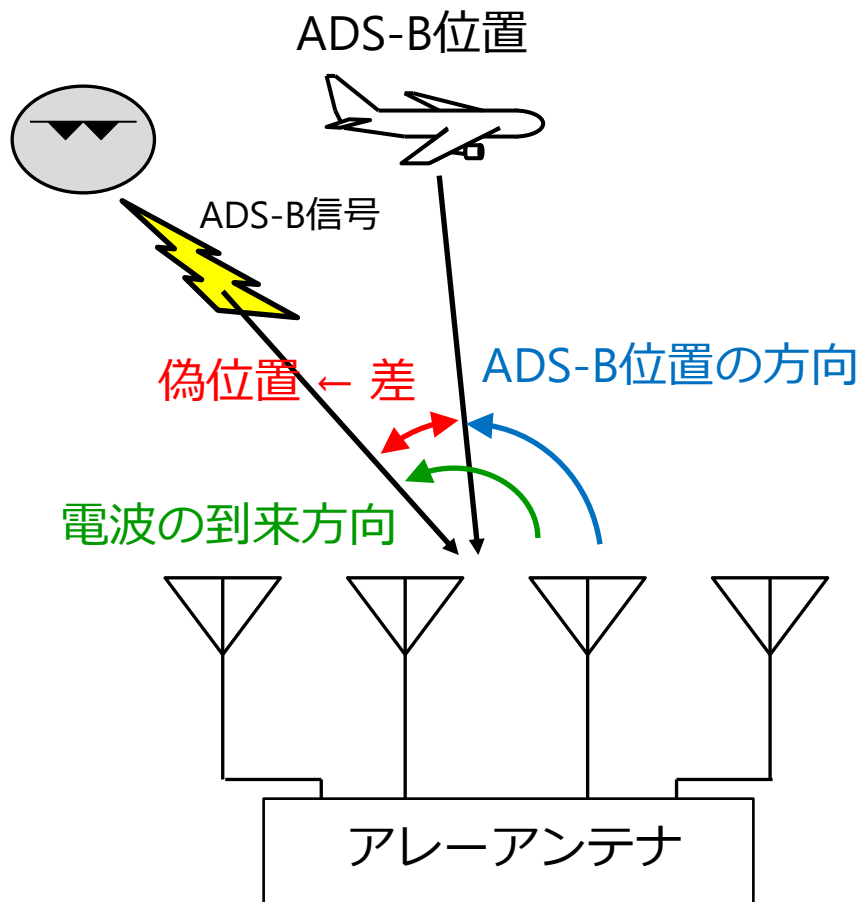


複数の信号の受信時刻差から航空機位置を推定

成りすまし対策：時間差情報を使ってADS-B位置の正しさを検証
ジャミング対策：複数の受信局で信号を受信（冗長性）

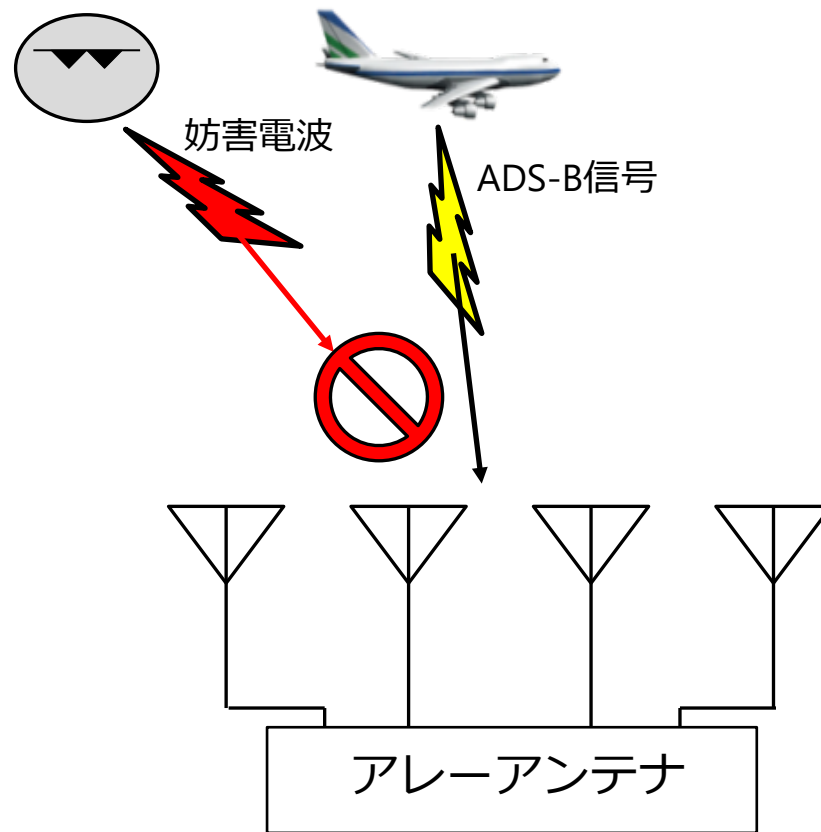
なりすまし対策(=測角)

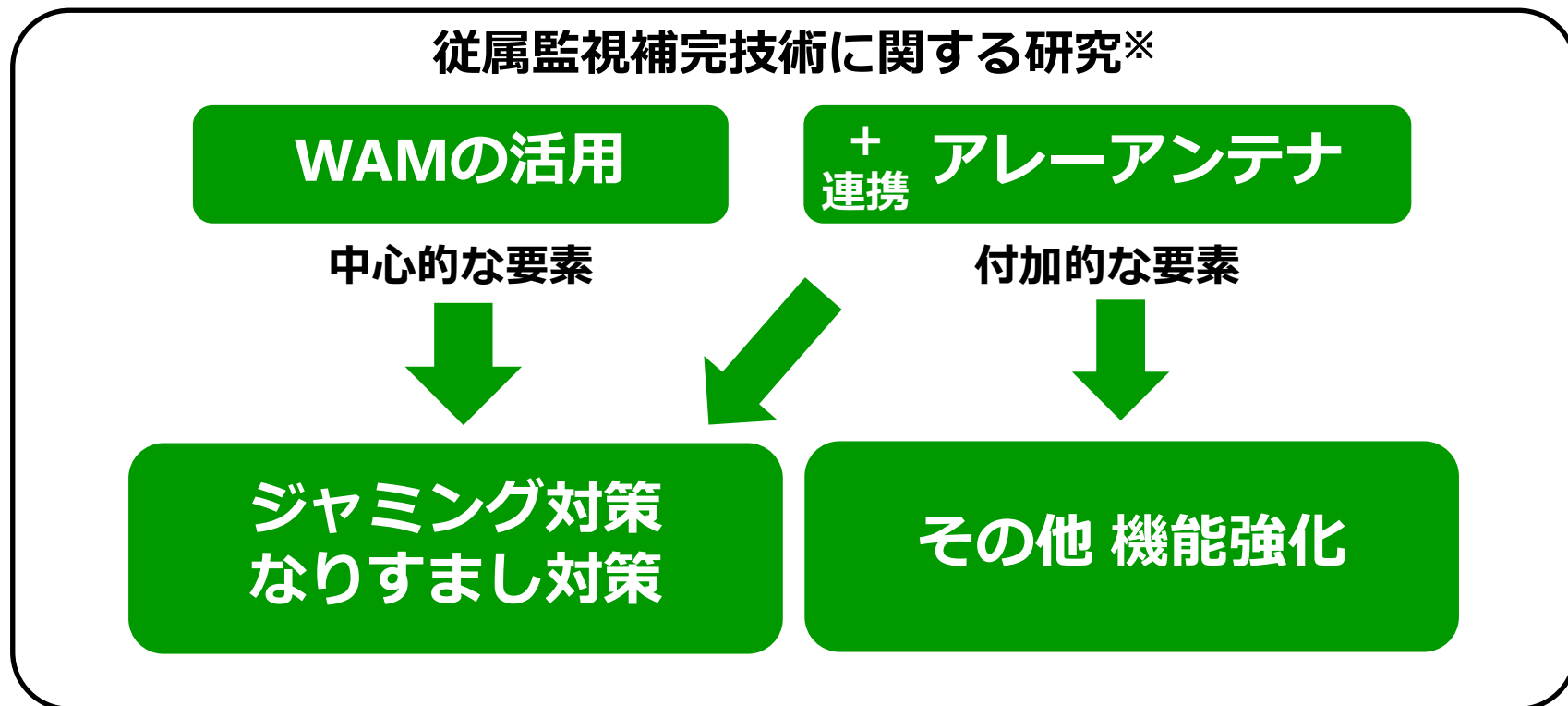
信号の到来方向（角度）を測定し、ADS-B信号に含まれる位置を検証



ジャミング対策

特定の方向のみ信号を受信
→ ジャミング信号を受信しない





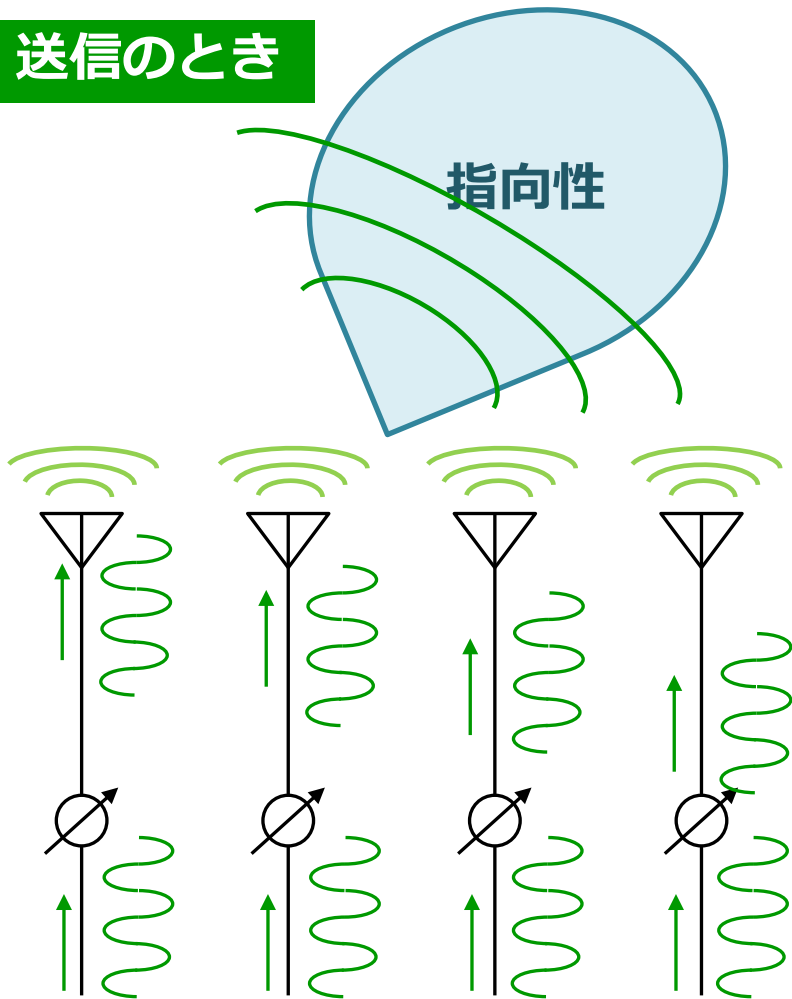
※時刻同期技術等は今回は割愛

アレーアンテナの仕組み

各アンテナ素子を制御（位相・振幅）して、
アンテナ全体としての指向性を柔軟に制御する技術

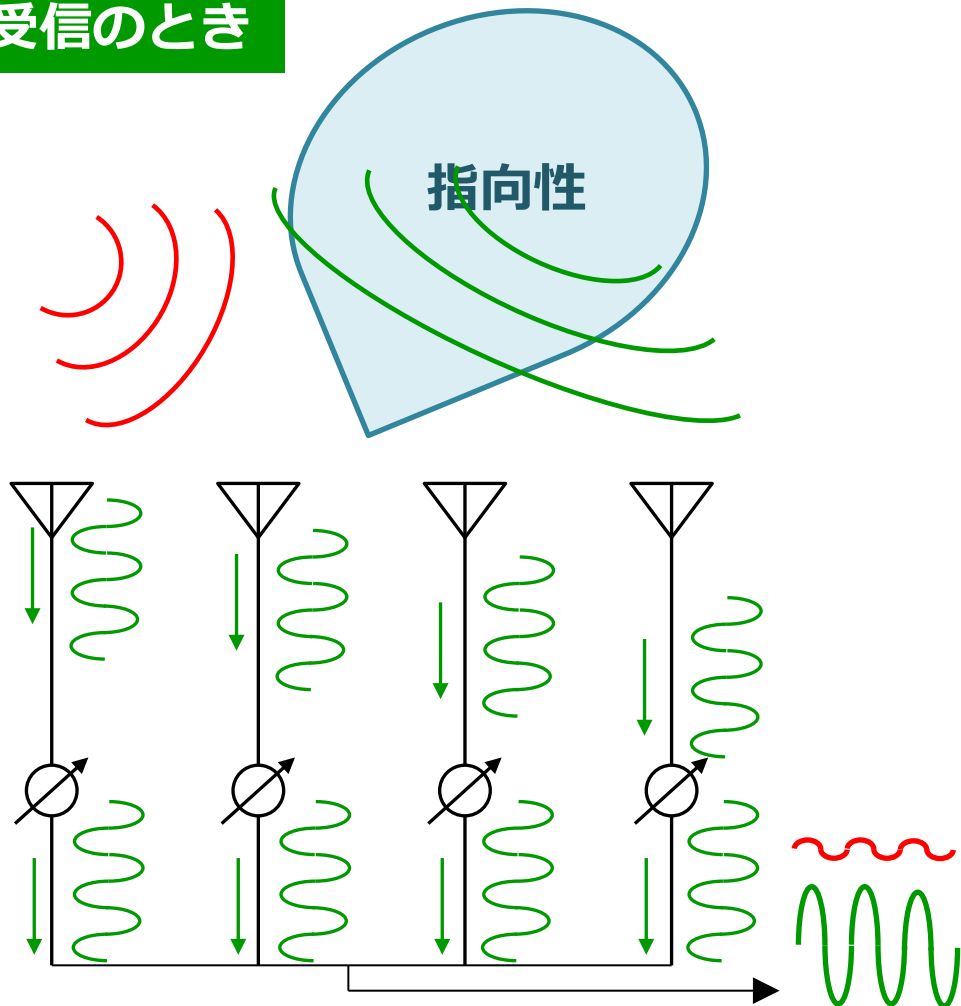
送信のとき

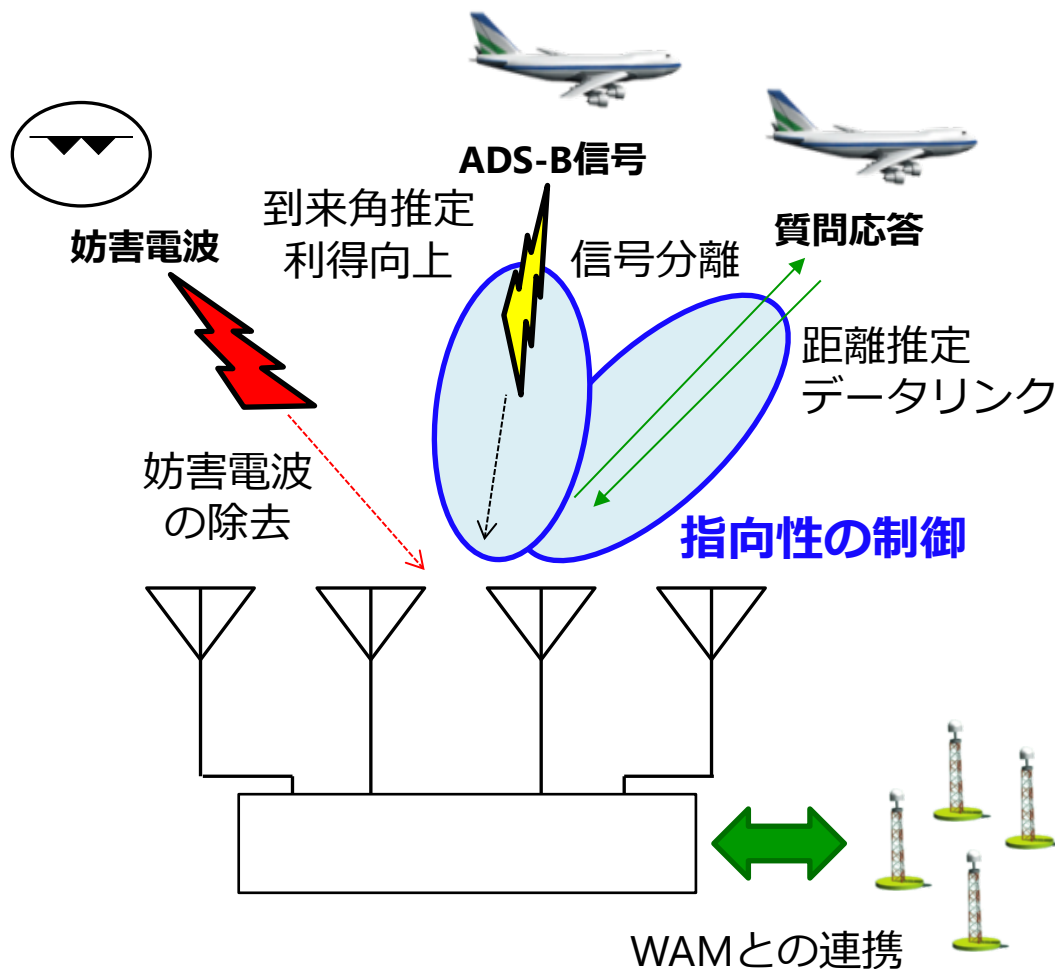
指向性



受信のとき

指向性





- 妨害電波除去
- 到来角推定
なりすまし対策
- 利得向上（指向性の集中）
- 信号分離
ガブール・FRUIT対策
- 質問応答による距離測定
なりすまし対策
- 迅速なデータリンク
- WAMとの連携
到来角の測位活用

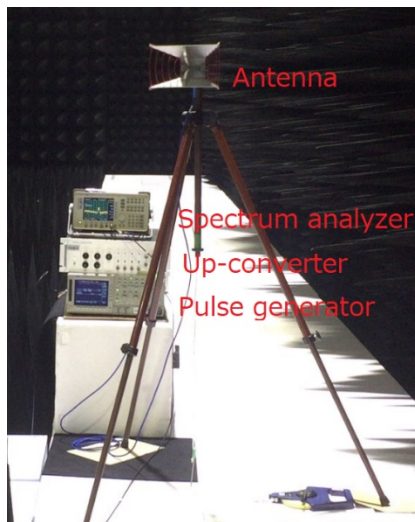
ただし、構成方式（パッシブ/アクティブ/デジタルビーム形成）、信号処理アルゴリズム、質問機能の有無により実現可能な機能が異なるため検討が必要

実験の様子

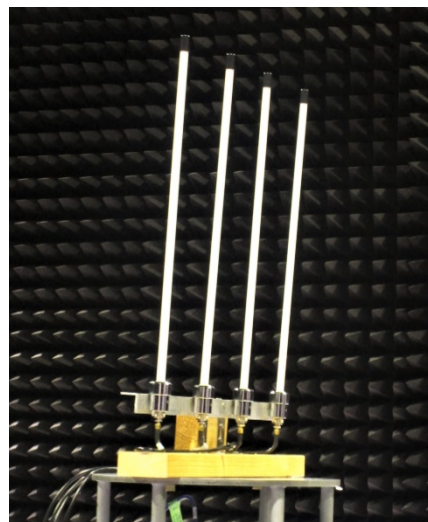


電波無響室内で信号を記録
記録した信号をオフライン処理

ADS-B信号源



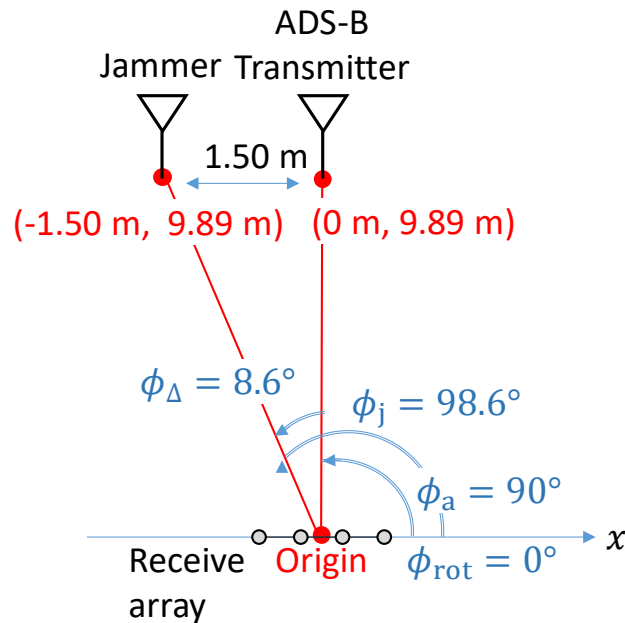
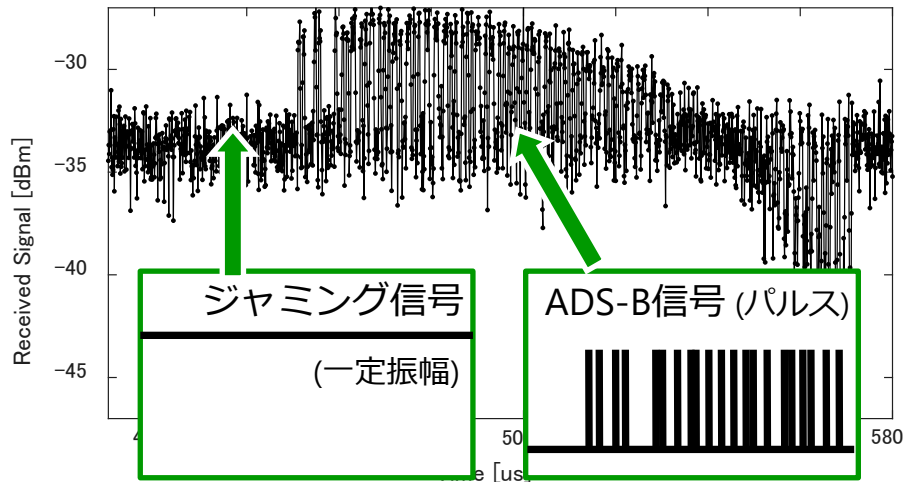
受信アレー



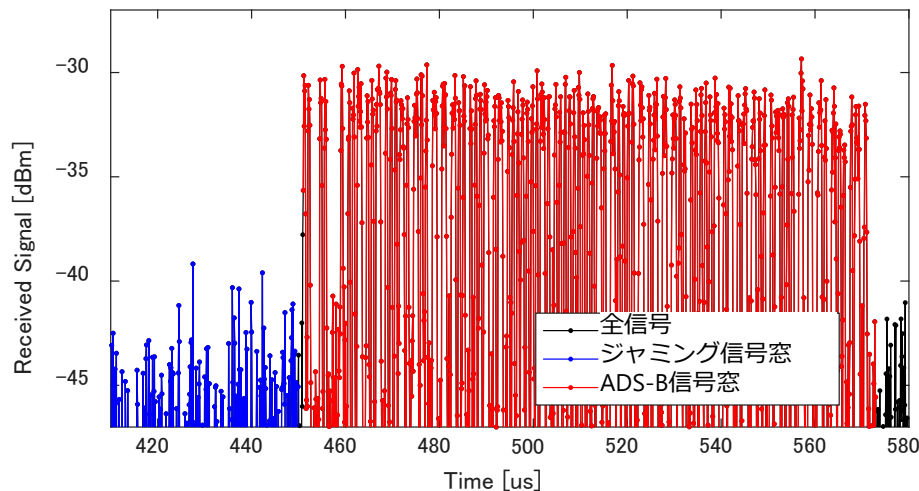
受信回路



ジャミングされた信号

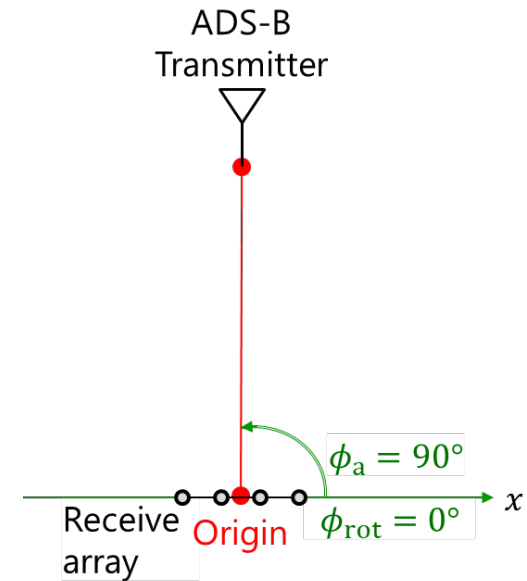
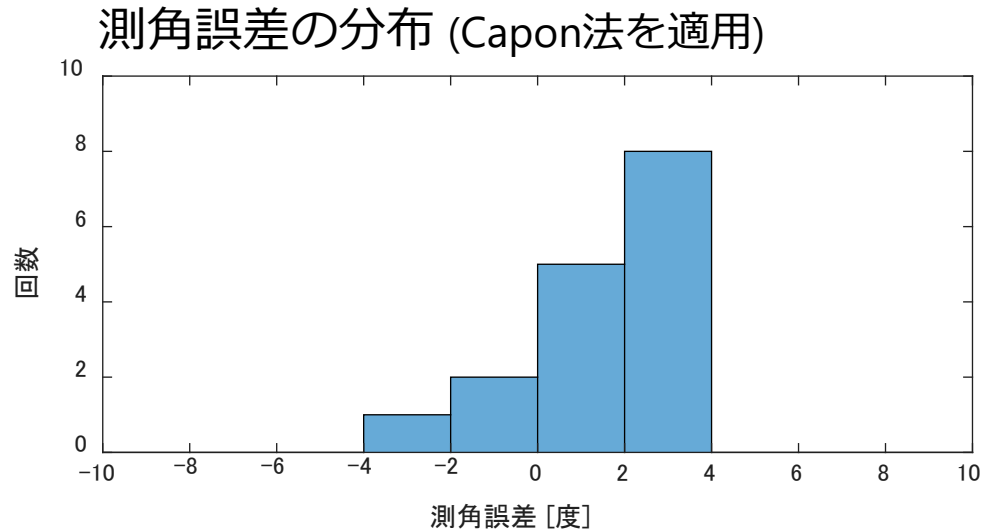


ジャミング除去後 (パワーインバージョン方式適用)



ADS-B信号電力	距離50NM相当
ジャミング対信号電力比	0 dB
ジャミング信号波形	正弦波(CW)

ジャミング信号除去の機能を確認。引き続き、ADS-B信号電力（距離）・ジャミング電力・位置関係の影響評価および高性能化を進めている。



ADS-B信号電力

距離50NM相当

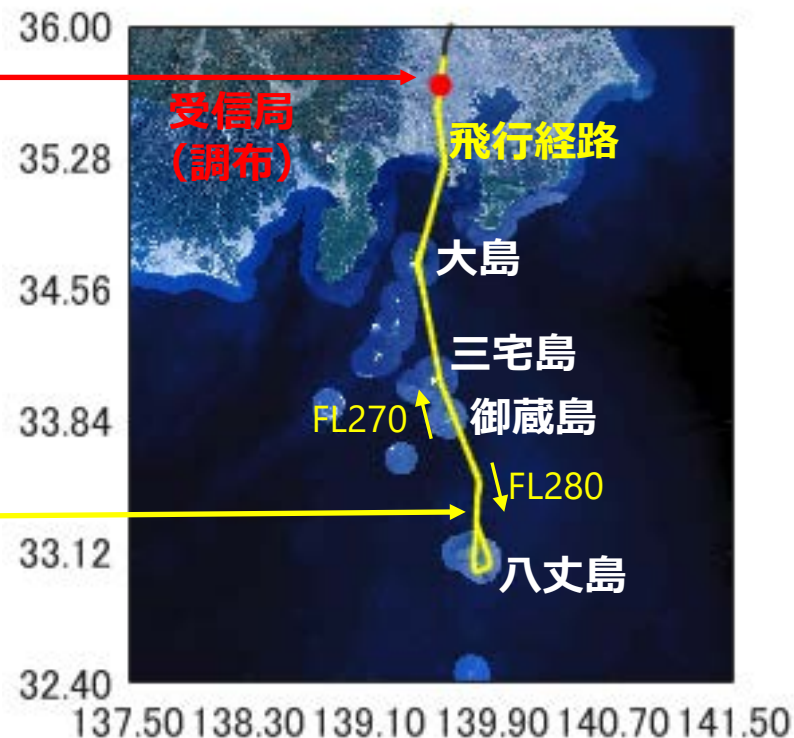
誤差の平均1.4度・標準偏差1.9度 → 測角に成功
おおまかな位置検証には利用可能

引き続き, ADS-B信号電力 (距離) ・位置関係の影響評価および高精度化の検討を続けている

電子航法研究所のADS-B/WAM実験システムはセクタ型アンテナを具備
本来アレーアンテナではないが、到来角の推定が可能 (振幅比較モノパルス)

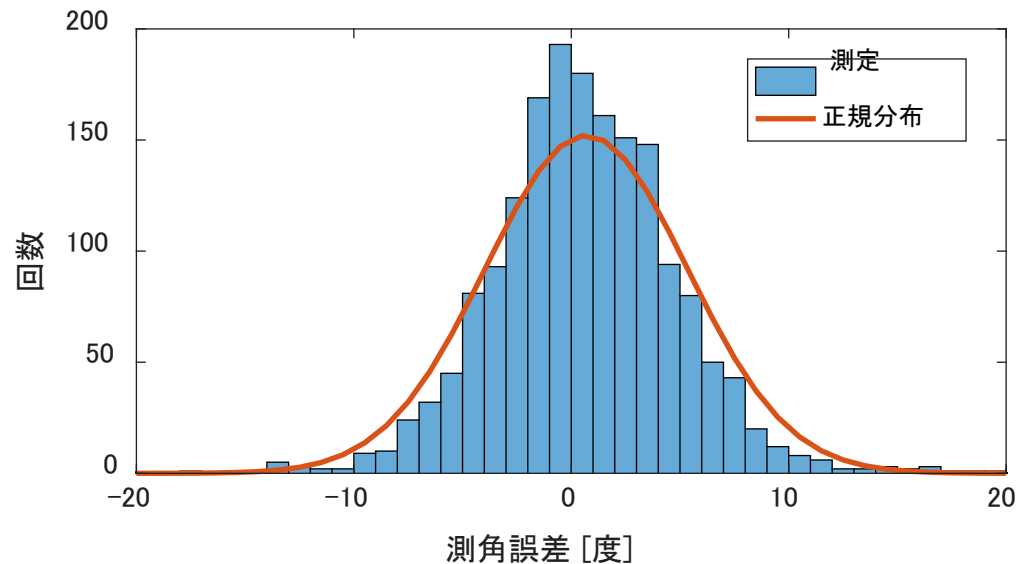


中央 ビーム幅 60度
利得 18.0 dBi
左右 ビーム幅 45度
利得 17.5 dBi



地理院タイルを利用して作成
<https://maps.gsi.go.jp/development/ichiran.html>

セクタ型アンテナはADS-B/WAMにおいて
信号検出性能向上にも非常に有利
(利得向上 + 信号干渉低減の相乗効果)



誤差の平均0.7度・標準偏差4.6度 → おおまかな測角に成功
おおまかな位置検証には利用可能

引き続き、高精度化の検討を続けている

- ADS-Bには なりすまし や ジャミング といった課題がある
- WAMの活用に加えてアレーアンテナ技術を用いると、課題解決のみならず多様な機能強化ができる
- 基礎実験ではジャミング除去および測角（なりすまし対策）の機能確認ができた
- 今後は、より詳しい性能評価および高性能化 ならびに ADS-B/WAM実験システムを活用した実証を進める