

# ハイブリッド監視システムによる 航空機監視実験

監視通信領域

古賀 禎

# 発表内容

1. 背景
2. ハイブリッド監視システム
3. 航空機監視実験
4. まとめ

# 1. 背景

飛行中の航空機の監視

現在： SSR(二次監視レーダ)により実現

将来： 新しい監視システムである

ADS-B(放送型自動従属監視)や

WAM(広域マルチラレーション)を

SSRに組わせて実現

監視センサは、それぞれ長所と短所を持つ。

長所を組み合わせ

⇒ 高精度・信頼性の高い航空機監視情報

⇒ ハイブリッド監視システム

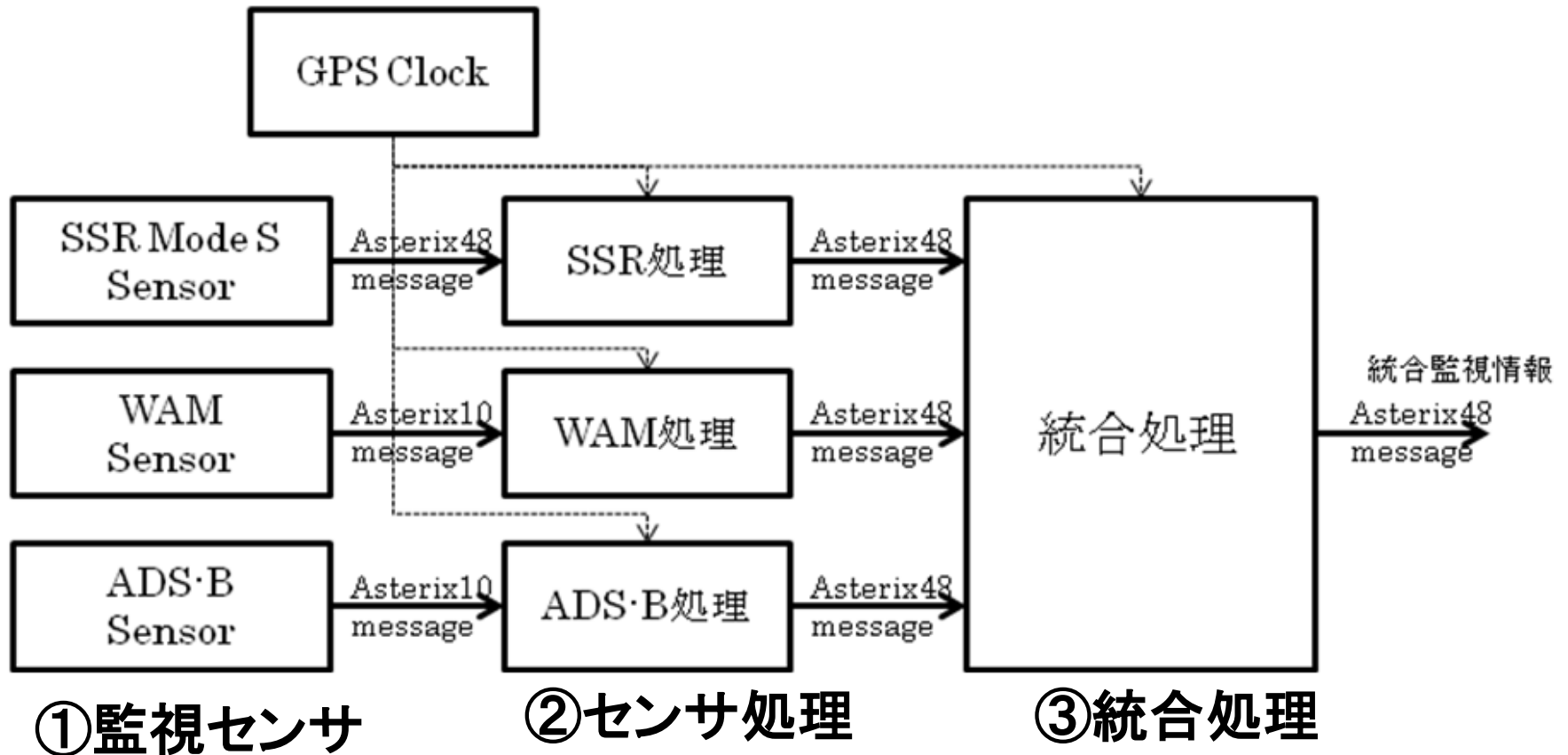
本発表：

- ・ハイブリッド監視システムの概要、構成、処理
- ・航空機監視実験の結果

について報告する。

## 2. ハイブリッド監視システム

### ▶ 3つの主要処理



# 2.1 監視センサ

## SSR Mode S



## WAM/ADS-B

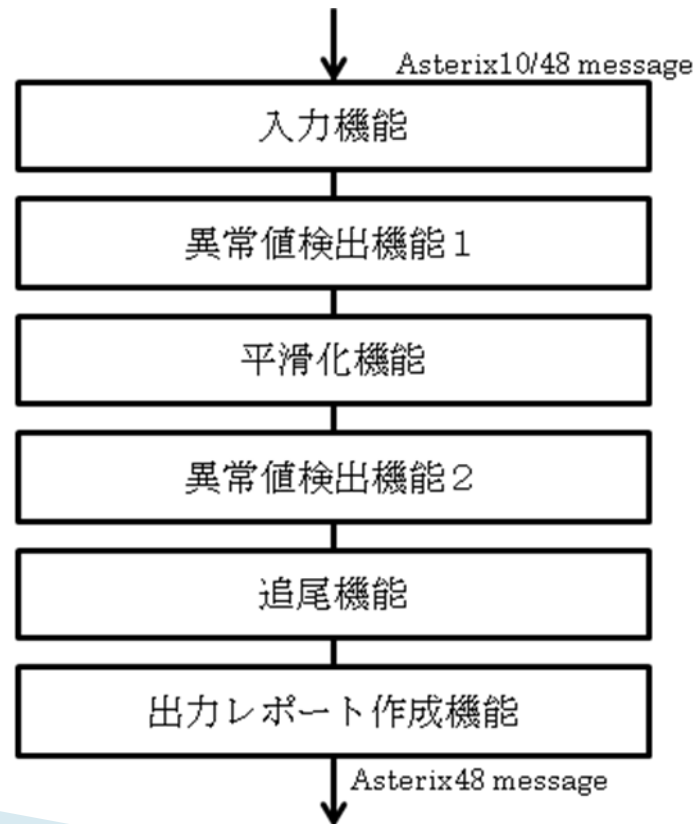


## 監視センサの特徴

監視センサ名	更新レート	覆域	精度	航空機対応率
SSR Mode S	△ 4-10秒	◎ 250NM	△ 距離:100m 方位:0.06°	◎ 100%
WAM	○ 1秒以下	△ 60-70NM	○ 30-40m	◎ 100%
ADS-B	○ 0.5秒	◎ 250NM	◎ 10m	△ 80%

## 2.2 センサ処理

- センサ処理は、監視センサからの監視情報(生データ)を処理し、統合処理に適した情報に加工
- 6つの機能から構成
- 3つの監視センサとも同じ処理を実施



## 2.2 センサ処理

- ▶ **異常値検出機能1**

異常値の検出排除

- 大きな誤差を持つ情報
- 時間的な問題がある情報

(例: 同時刻に2つの位置情報、同じ位置に違う時刻)

- ▶ **平滑化機能**

次スライド

- ▶ **異常値検出機能2**

次スライド

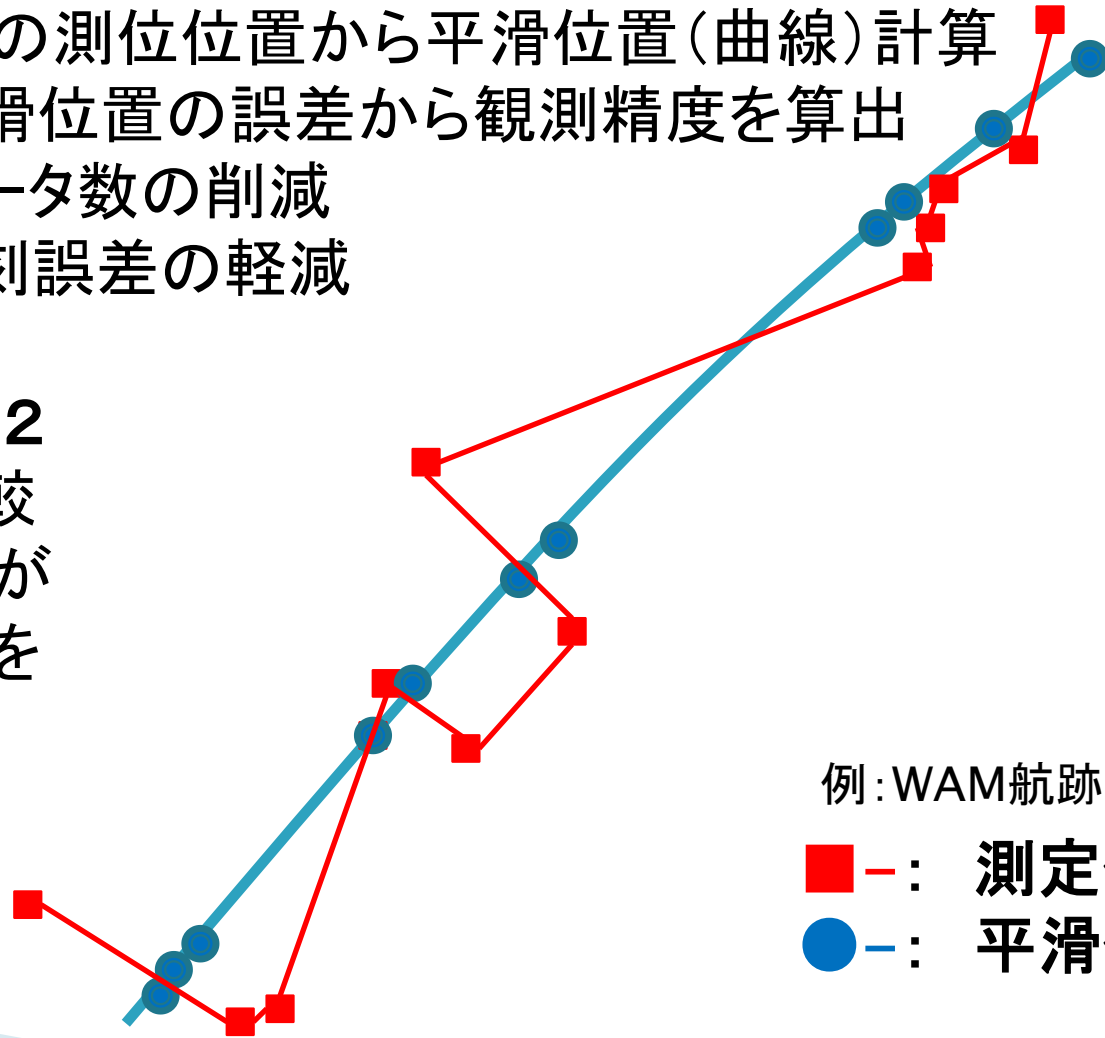
## 2.2 センサ処理

### ・平滑化機能

- ◇一定時間間隔の測位位置から平滑位置(曲線)計算
- ◇測定位置と平滑位置の誤差から観測精度を算出
- ◇WAM データ数の削減
- ◇ADS-B 時刻誤差の軽減

### ・異常値検出機能2

- ◇平滑曲線と比較位置、速度、方向が大きく外れる情報を検出排除



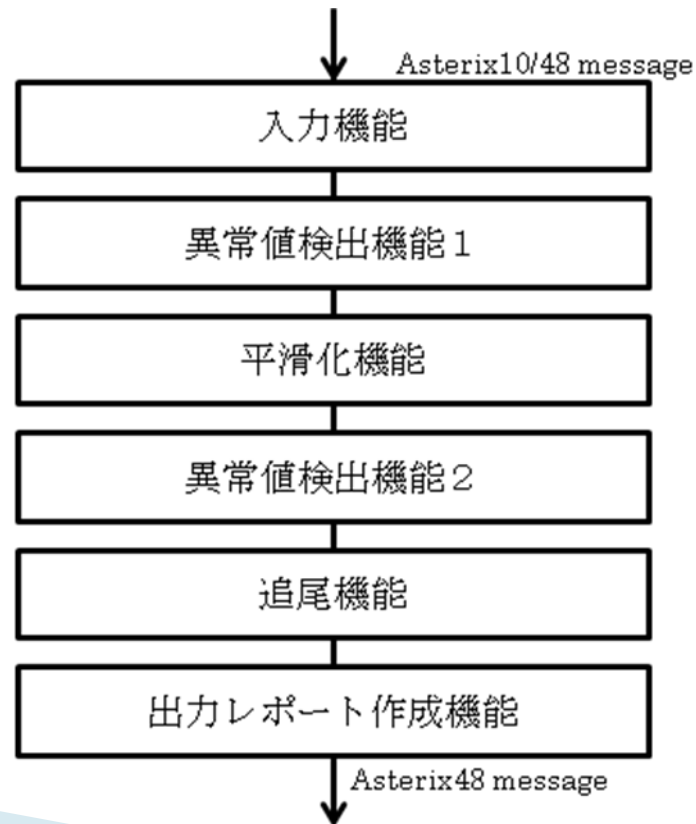
例:WAM航跡

■ -: 測定位置  
● -: 平滑位置

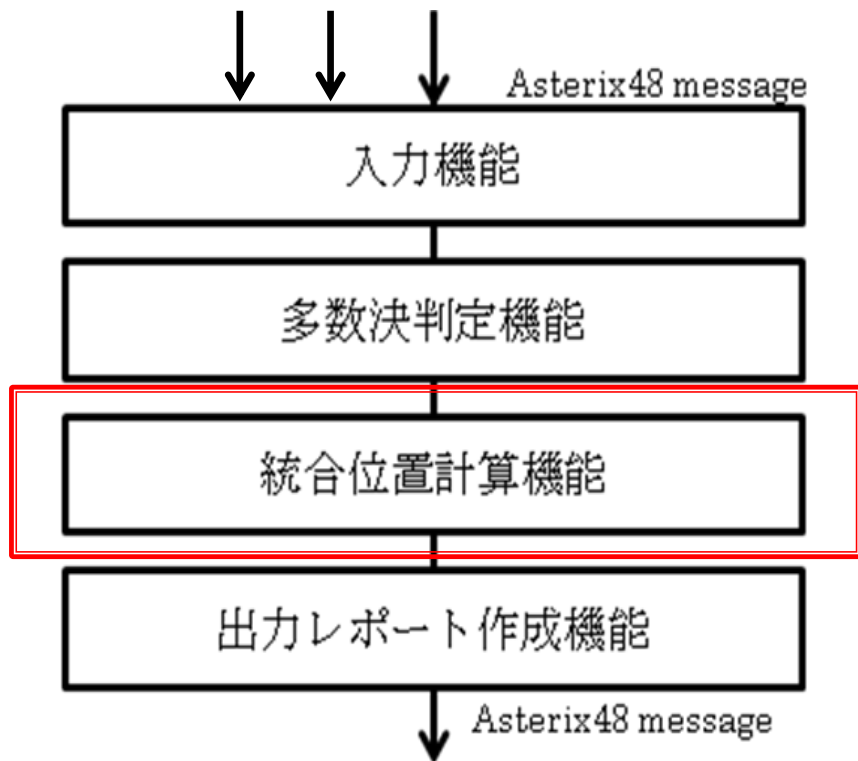


## 2.2 センサ処理

- センサ処理は、監視センサからの監視情報(生データ)を処理し、統合処理に適した情報に加工
- 6つの機能から構成
- 3つの監視センサとも同じ処理を実施、パラメータは変更



## 2.3 統合処理



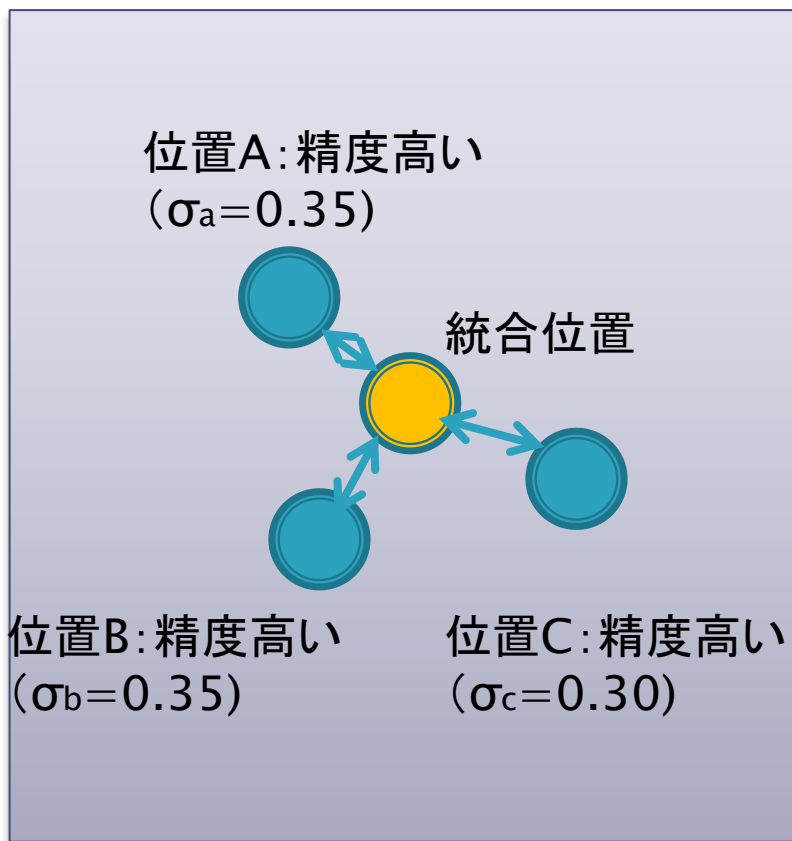
- ▶ 3つのセンサの位置を融合
  - 重みづき融合方式を実装
    - 各センサの優先度や観測精度などから、重み( $\sigma$ )を毎秒算出
    - 重み付け融合計算

$$Lat_i(t,s) = \sigma_{SSR}(t,s) \cdot Lat_{SSR}(t,s) + \sigma_{WAM}(t,s) \cdot Lat_{WAM}(t,s) + \sigma_{ADS-B}(t,s) \cdot Lat_{ADS-B}(t,s)$$

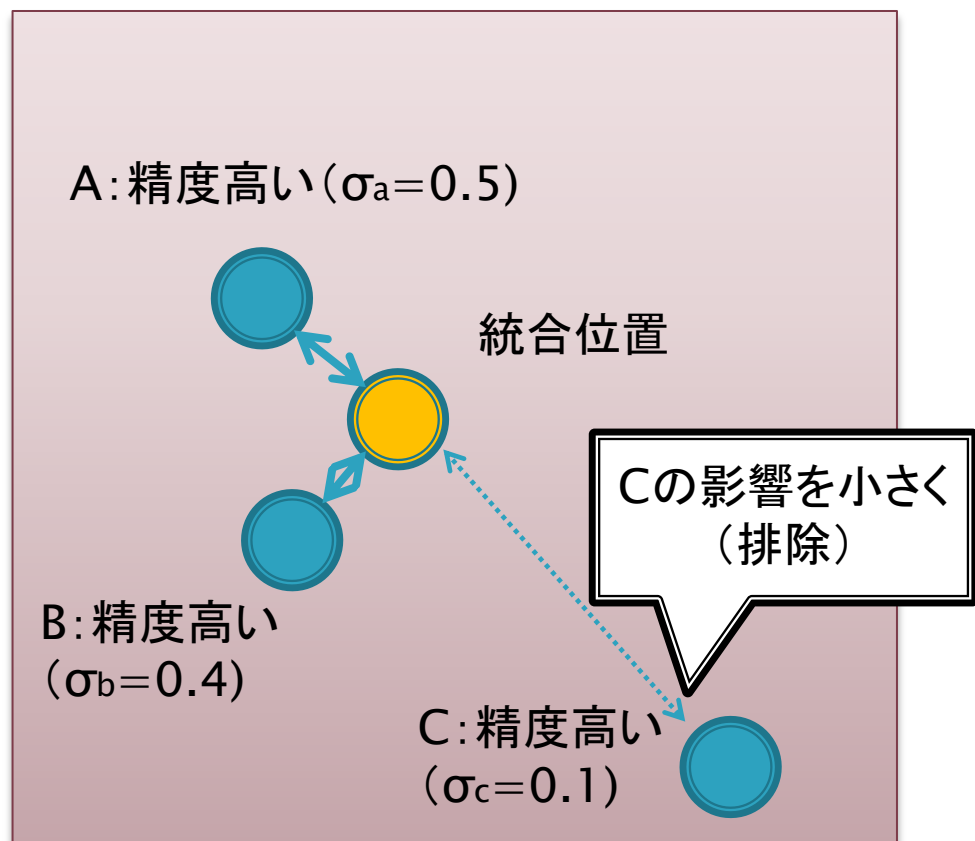
$$Lon_i(t,s) = \sigma_{SSR}(t,s) \cdot Lon_{SSR}(t,s) + \sigma_{WAM}(t,s) \cdot Lon_{WAM}(t,s) + \sigma_{ADS-B}(t,s) \cdot Lon_{ADS-B}(t,s)$$

ただし、 $\sigma_{SSR}(t,s) + \sigma_{WAM}(t,s) + \sigma_{ADS-B}(t,s) = 1$  (3)<sup>v</sup>

# 統合位置計算機能



3センサの精度が高いとき

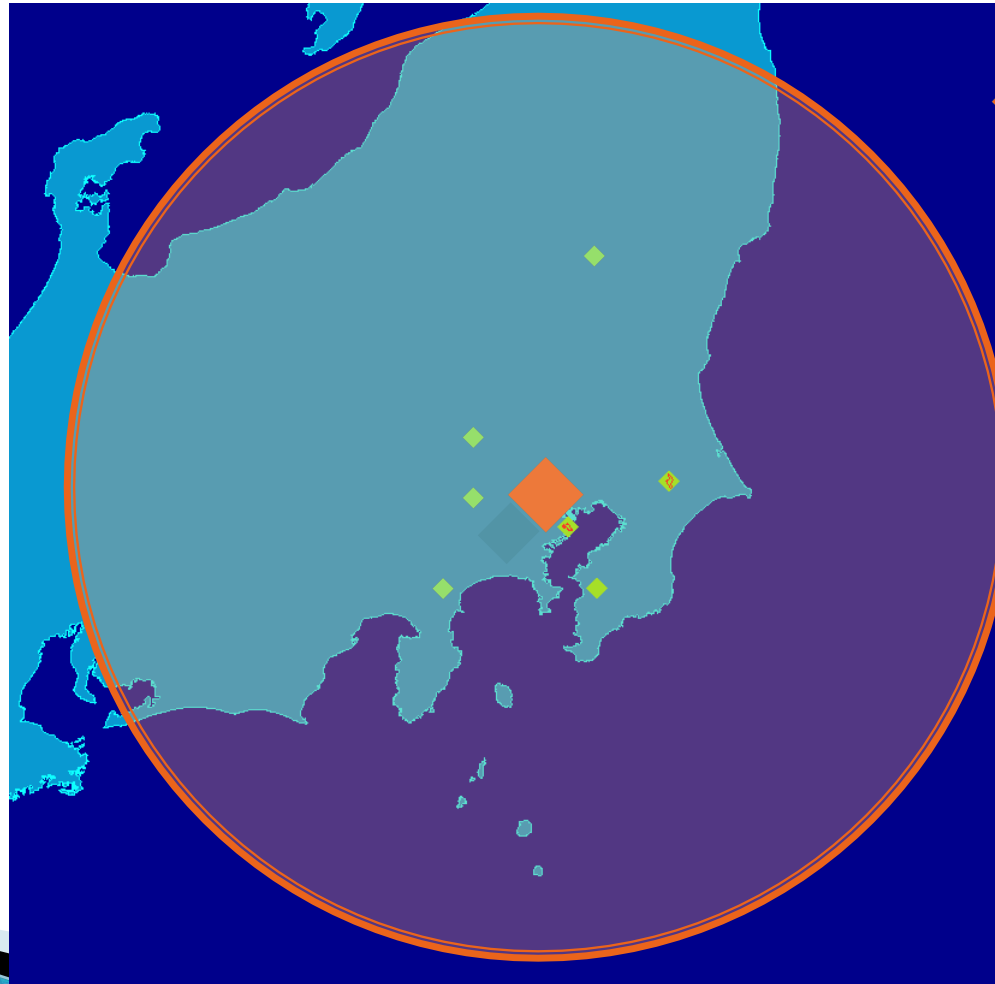


2つの精度が高く、1つが低いとき

# 3. 航空機監視実験

## 3.1 システム構成(配置)

実験用SSRモードS,WAM/ADS-Bを利用

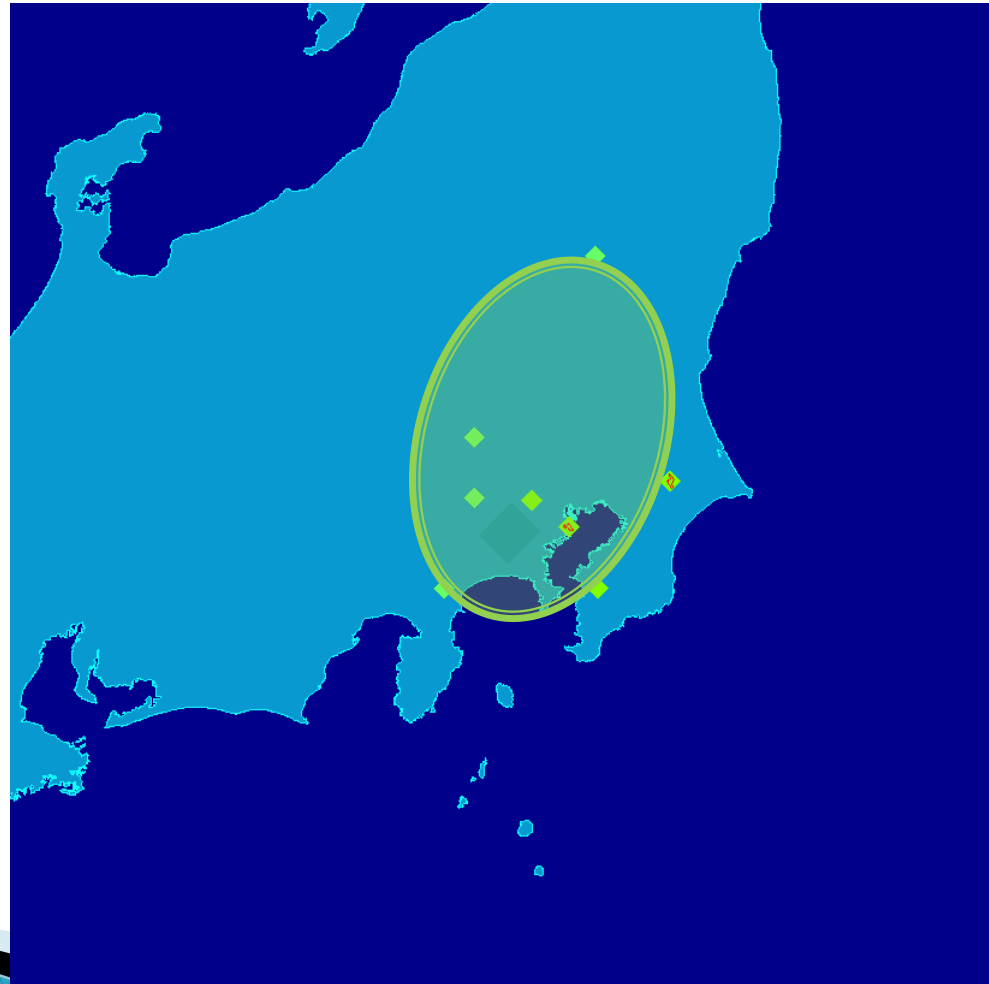


◆ SSRモードS調布局

# 3. 航空機監視実験

## 3.1 システム構成(配置)

実験用SSRモードS,WAM/ADS-Bを利用



◆ WAM/ADS-B  
地上局

# 3. 航空機監視実験

## 3.1 システム構成(配置)

実験用SSRモードS,WAM/ADS-Bを利用

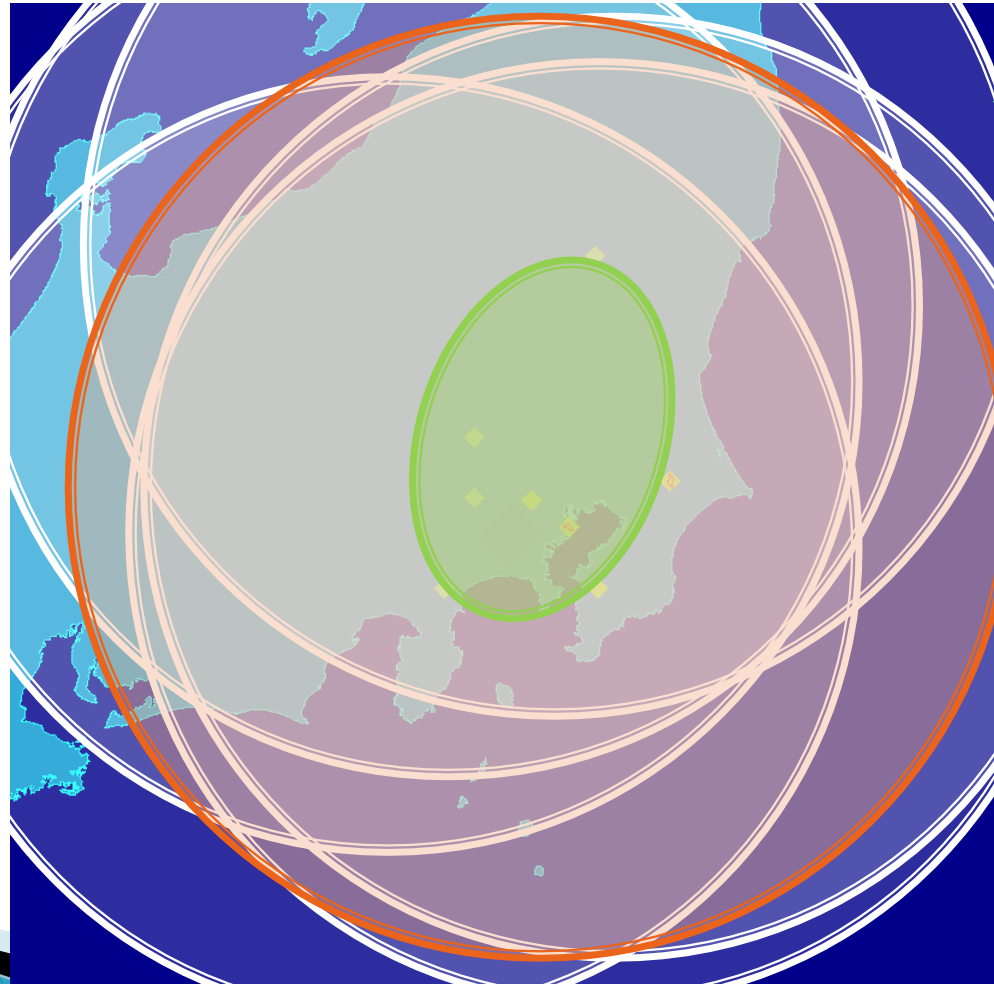


◆ WAM/ADS-B  
地上局

# 3. 航空機監視実験

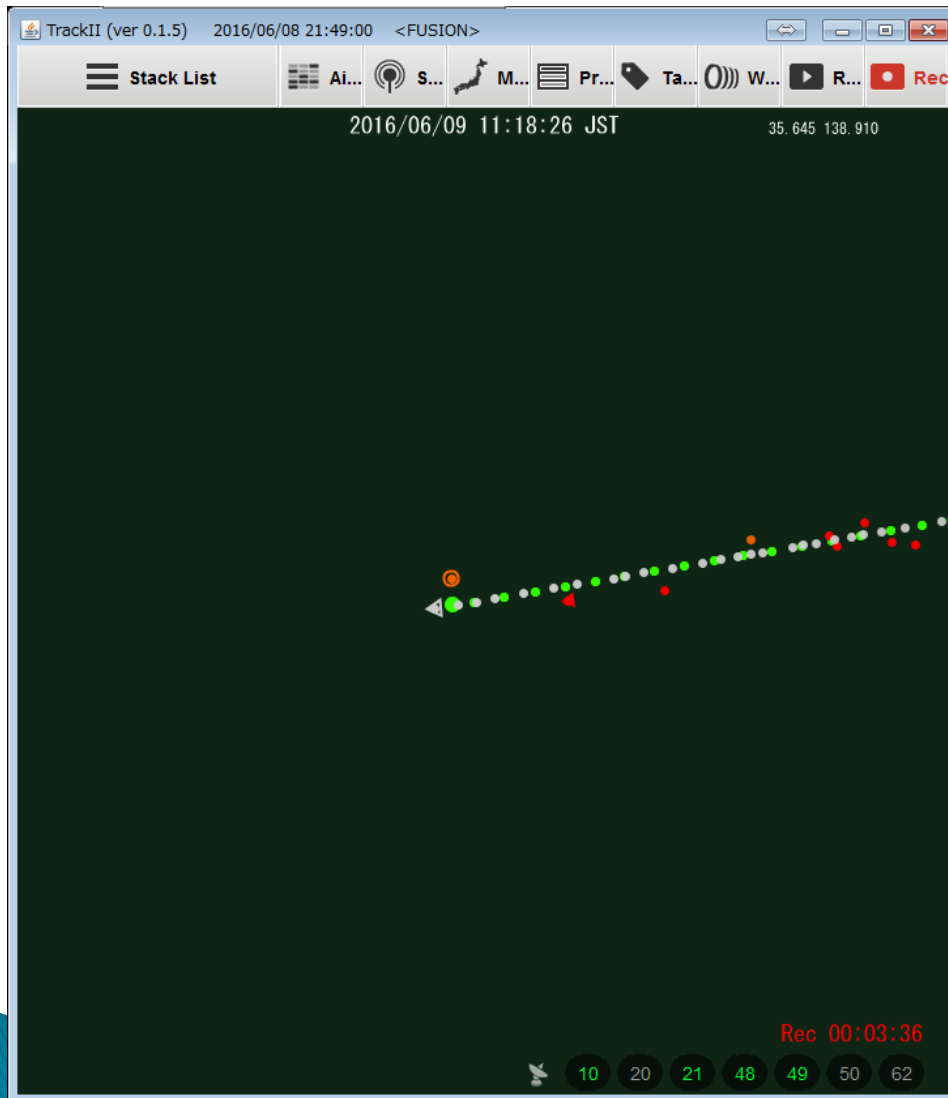
## 3.1 システム構成(配置)

実験用SSRモードS,WAM/ADS-Bを利用



◆ WAM/ADS-B  
地上局

## 3.2 実験結果

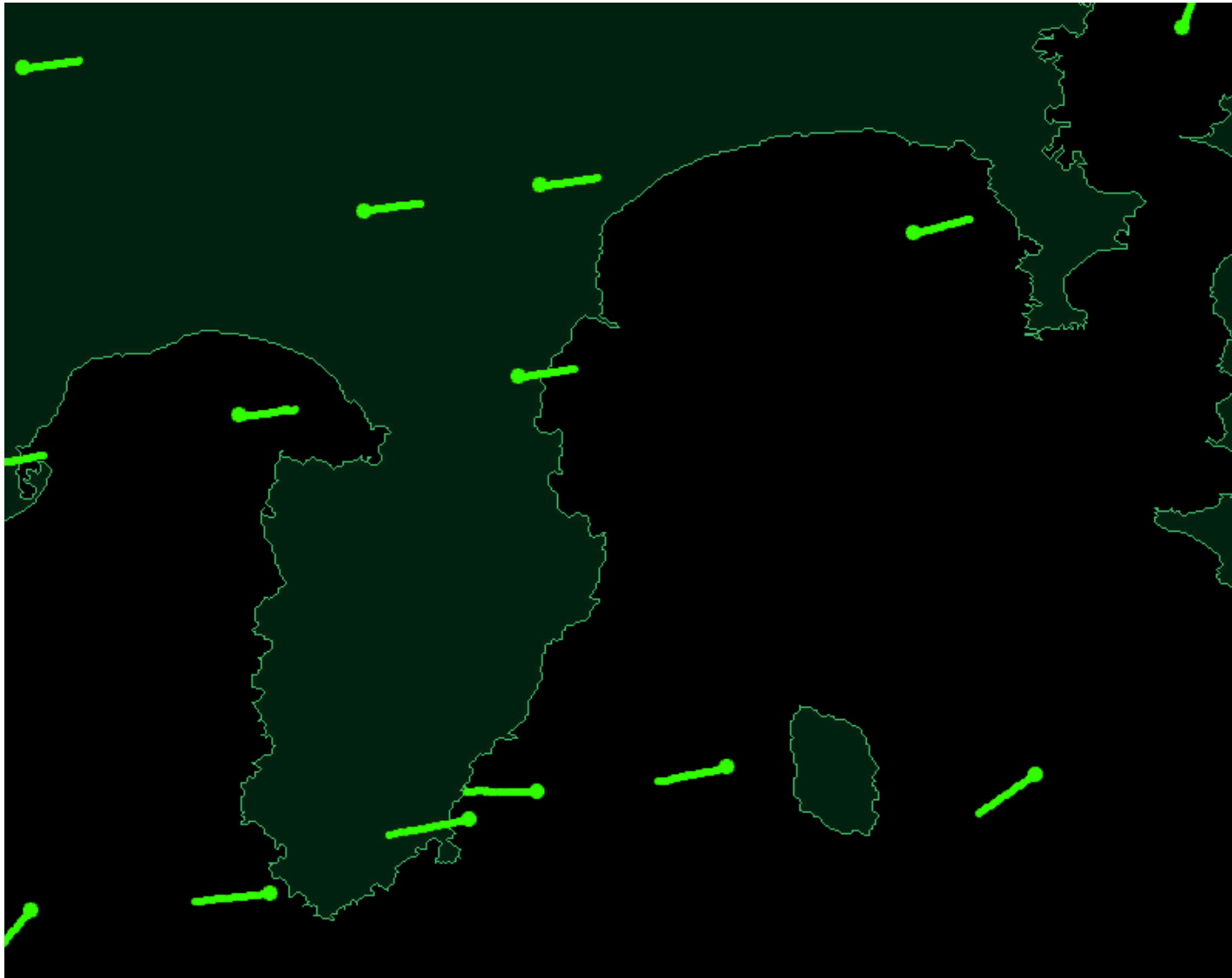


•ハイブリッド監視システムにより、

- 更新レート1秒以下
  - ジッタ 50m程度
- 航空機監視を実現

- : 統合
- ◎: SSR
- : WAM
- : ADS-B





- : 統合
- ◎ : SSR
- : WAM
- : ADS-B

## 4. まとめ

本発表では、

- ・ハイブリッド監視システムの概要、構成、処理
  - ・航空機監視実験の結果
- 等について報告した。

今後の課題

- ADS-B新情報(選択高度情報や航法精度など)の活用
- WAMのエンルート監視への対応