



[2]



# ADS-B方式高度維持性能監視の 評価結果

監視通信領域

○松永 圭左, 宮崎 裕己

平成29年6月8日

第17回 電子航法研究所 研究発表会



# — 発表内容 —

## 1. 背景

## 2. 高度監視システム(HMS)の概要

### 2.1 高度誤差の内容, 算出処理

### 2.2 ADS-B方式HMS(AHMS)の測定誤差要因

## 3. AHMS試験システム

### 3.1 試験システム概要

### 3.2. データ評価結果

## 4. まとめ

# 1. 背景 (1) RVSM運用

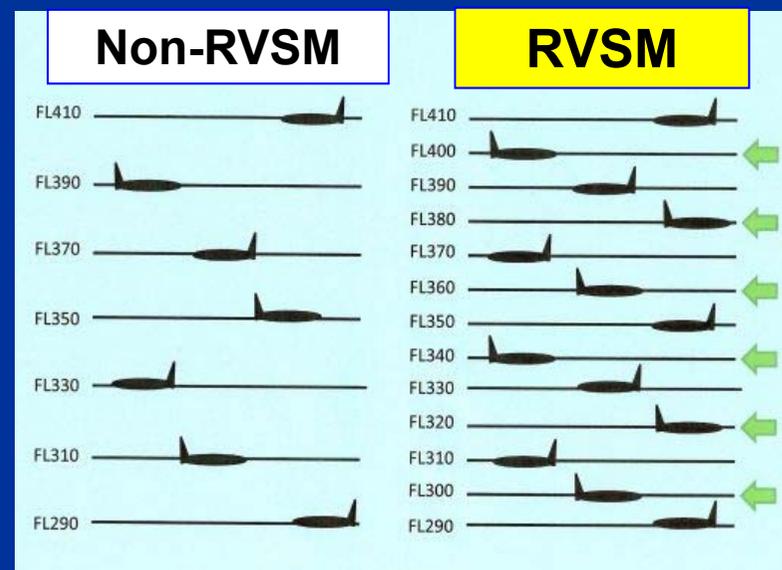
## ➤ 短縮垂直間隔

(RVSM; Reduced Vertical Separation Minimum)

FL290～FL410の空域において、垂直管制間隔を  
従来の 2,000[ft] ⇒ 1,000[ft] に短縮

… 日本の管制空域では、2005年から運用中

- ✓ 空域容量の増加
- ✓ 燃料・飛行時間の削減



## 1. 背景 (2) 高度維持性能監視の必要性

ICAOの安全性評価に基づき,

➤ RVSM承認機に対し,

航空機の高度維持性能評価を実施する必要性

・・・ 航空機グループ(B777, A320, 等)毎に,  
2年(または飛行時間1,000hの長い方)

➤ RVSM導入後,

地域監視機関 (RMA; Regional Monitoring Agency)

が, 担当空域を飛行中のRVSM承認機の  
高度維持性能監視を実施

# 1. 背景 (3) 研究の目的

- [状況] ● 日本(, 欧州, 米国, 等)で, MLAT方式HMSを運用中
- 他地域(豪州, タイ, 中国)で, ADS-B方式HMSを運用開始

[ニーズ] 日本におけるADS-B方式HMS導入検討のための  
性能評価

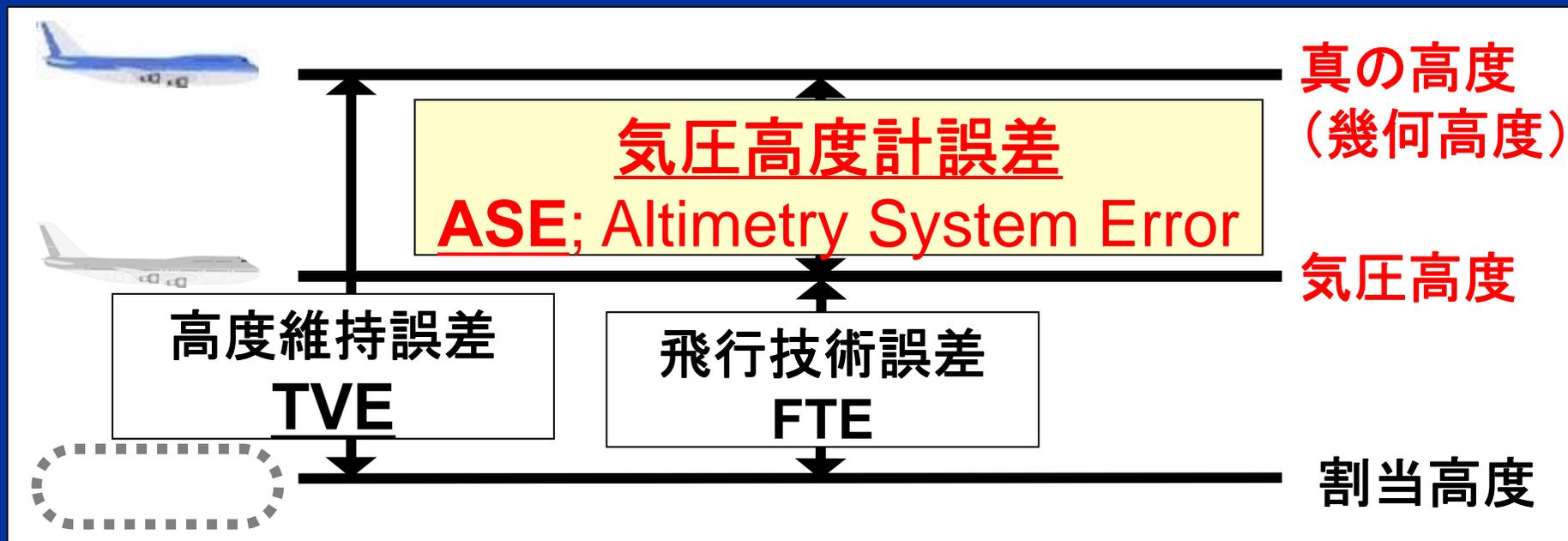
[研究] 実データを用いた誤差要因の影響評価

- 成果
- ・ 日本での導入時の性能評価, 対応策・要件の導出
  - ・ **RVSM非適合判定の精度向上**

導入後の  
効果

- ✓ 監視覆域の拡大 → 運航者の負担減
- ✓ 地上受信局数の低減 → 整備・運用コスト減

## 2. 高度監視の概要 (1) — 高度誤差と要件 —



ICAO規定値 (Doc9574, Doc9937)

➤ 高度監視システム (HMS) の測定性能要件

TVE (=ASE+FTE) の測定誤差: 平均 0 [ft] ; 標準偏差 < 50 [ft]

➤ RVSM非適合航空機の判定条件

TVE  $\geq$  300 [ft] ; ASE  $\geq$  245 [ft]

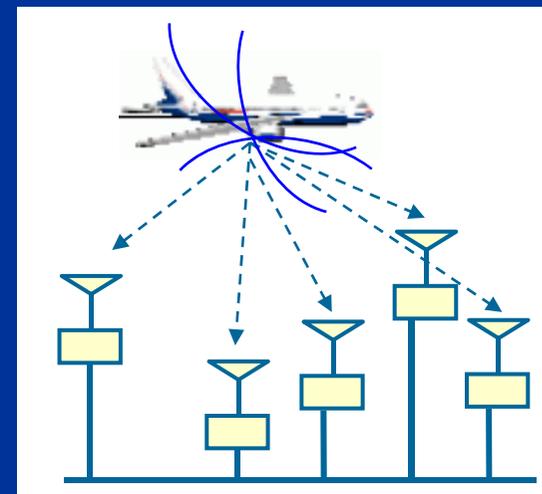
## 2. 高度監視の概要 (2) — HMSの種類と特徴 —

○ 現在, 日本で運用中(瀬戸内, 新潟, 仙台)のHMS:HMU

### マルチラレーション(MLAT)方式

地上に設置した受信局(各HMUで5局)で測定

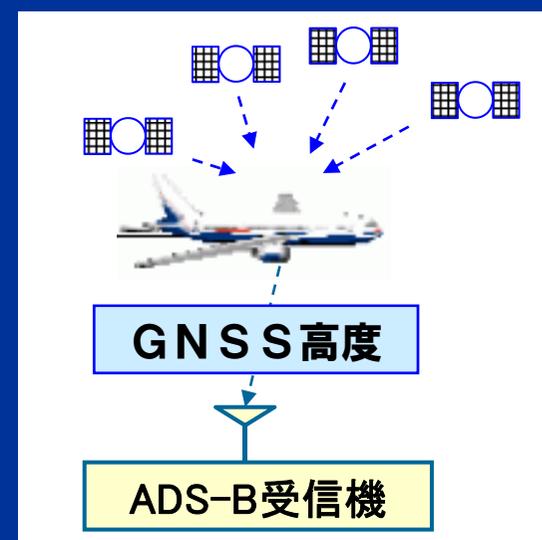
- 覆域半径~40NM(飛行経路の制限)
- 複数の受信局が必要
- 精密な時刻同期装置が必要



### ■ ADS-B方式HMS(AHMS)

航空機から放送されるADS-Bデータを利用

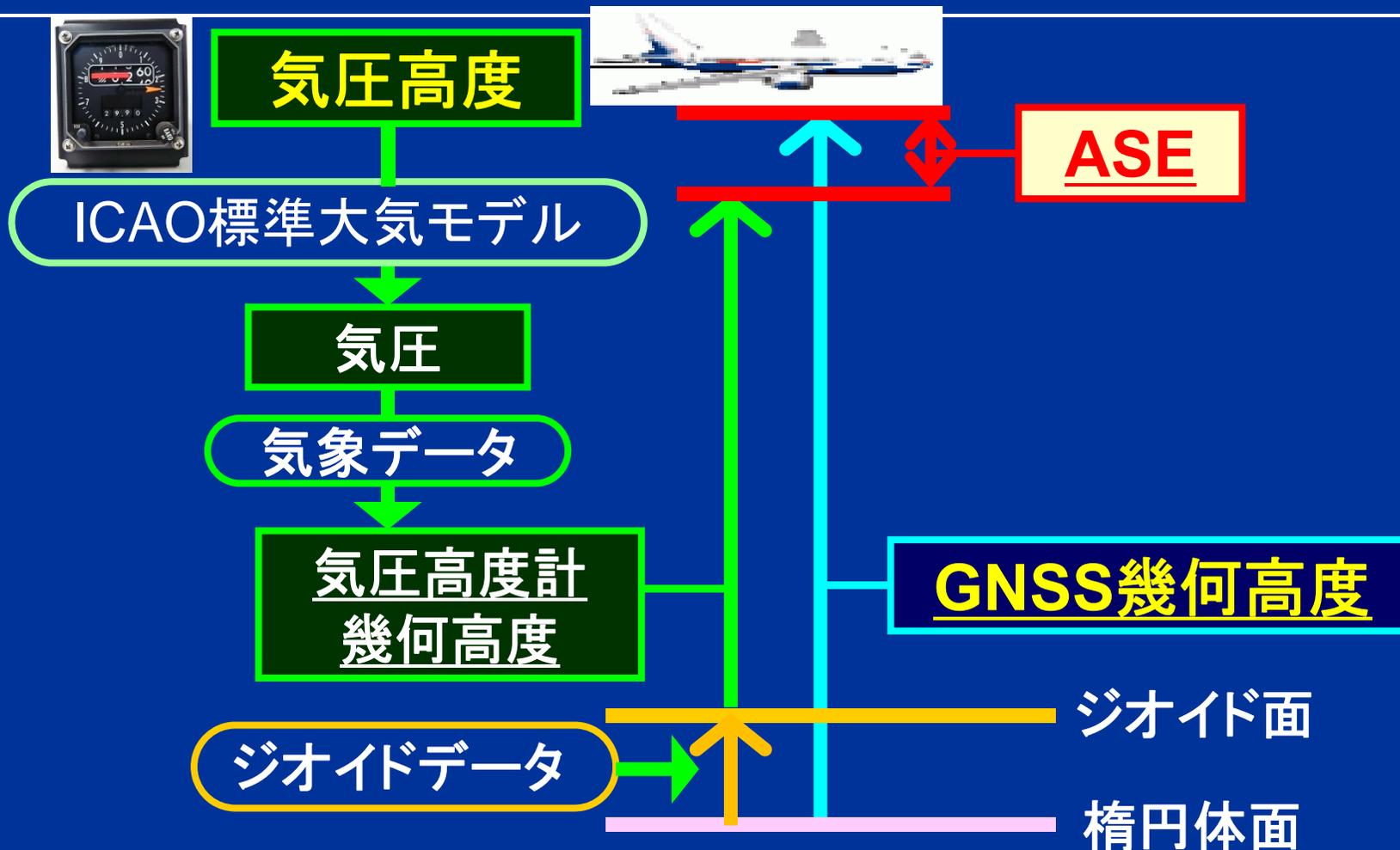
- 覆域が広い~200NM(広範囲で測定可)
- 整備・運用コストが低い



## 2. AHMSの概要 — ASE算出処理—

### ○ 気圧高度計誤差(ASE)

気圧高度計の気圧高度と、GNSS幾何高度(真の高度)を比較



## 2.2. ADS-B方式HMSの測定誤差要因

### □ 量子化誤差

ADS-B高度データ(気圧高度, 幾何高度)の分解能: 25[ft]

➡ 一定期間のデータの平均化により除去

### □ 気象データに含まれる誤差

気象データ: 観測値に基づき3次元モデルで生成

➡ 気象状況による誤差の影響評価が必要

地域性の影響

### □ GNSS幾何高度の基準(HAG / HAE)

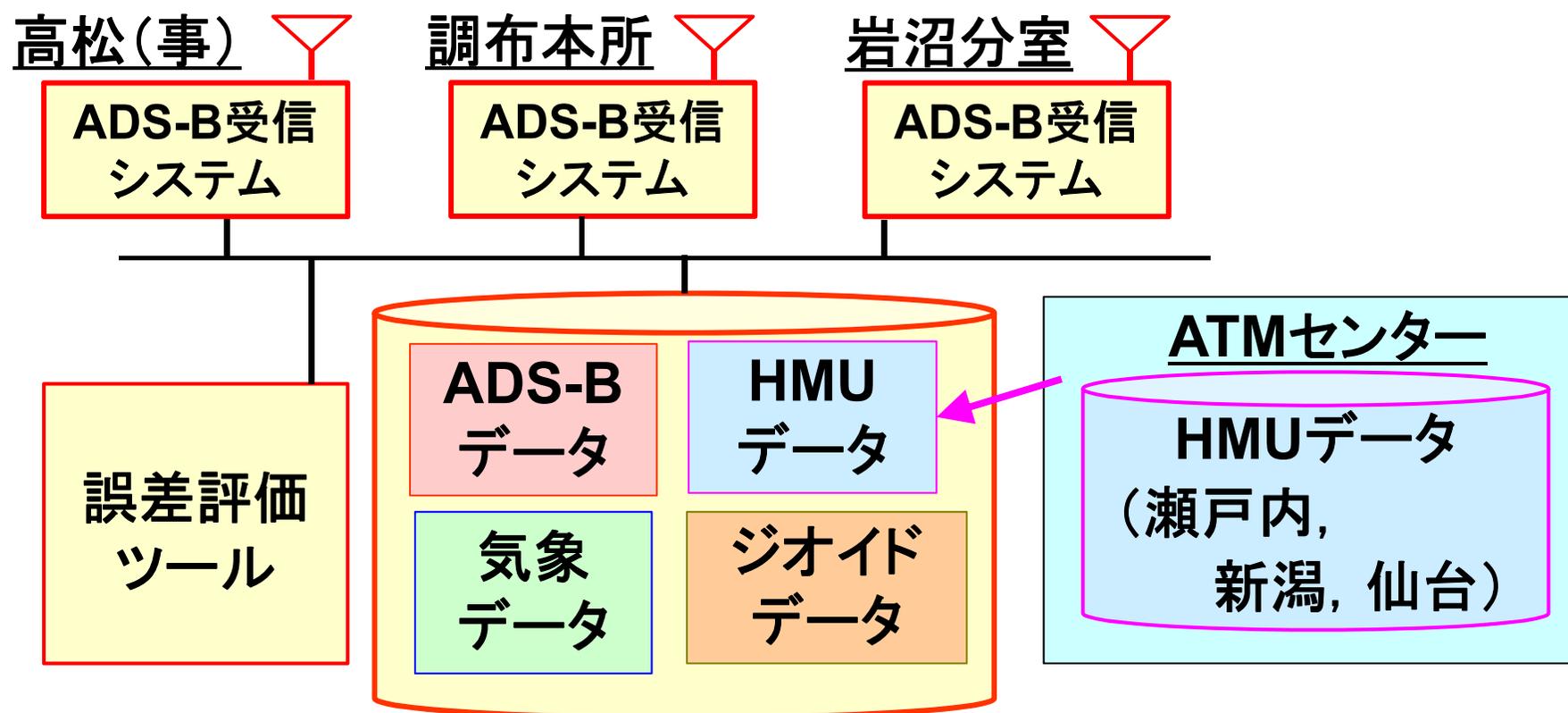
ADS-Bの幾何高度の基準座標が, 航空機により2種類存在

- ジオイド高(HAG; Height Above Geoid)
- 楕円体高(HAE; Height Above Ellipsoid)

➡ ADS-Bデータ中に判別情報なし → 地上側で判別が必要

### 3.1 AHMS試験システム(1)ーシステム概要ー

- 3ヶ所(高松空港事務所, 電子研調布本所, 岩沼分室)にADS-B受信システムを設置し, データ収集, 誤差評価実施中
- 比較用に運用中のHMUデータを, 航空局ATMセンターから提供



### 3.1 AHMS試験システム (2)

#### ○ ADS-B受信システム (高松空港事務所)

ADS-Bアンテナ

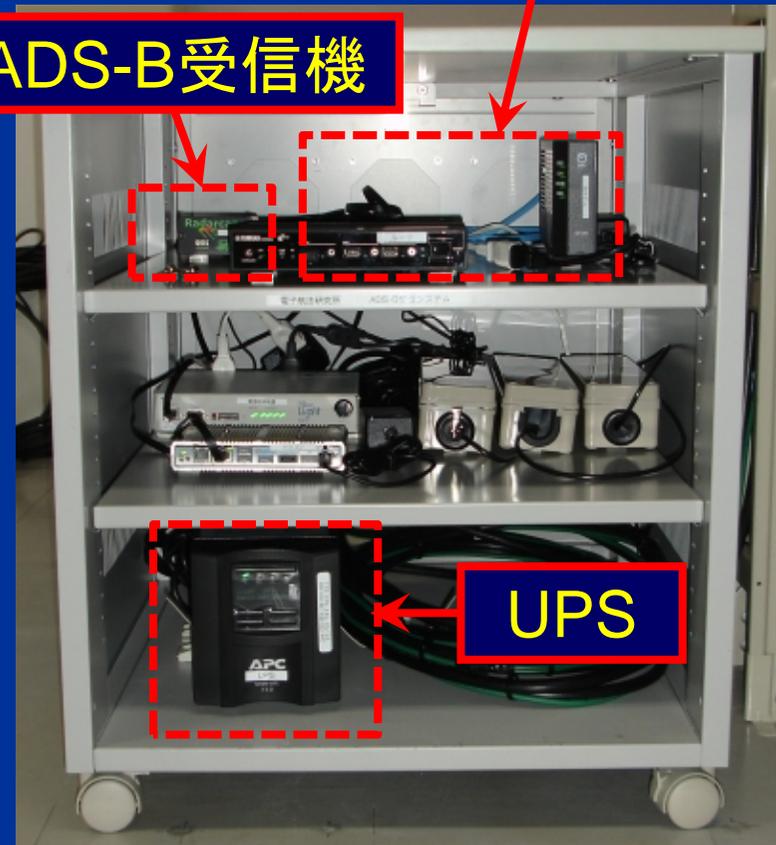
GPSアンテナ



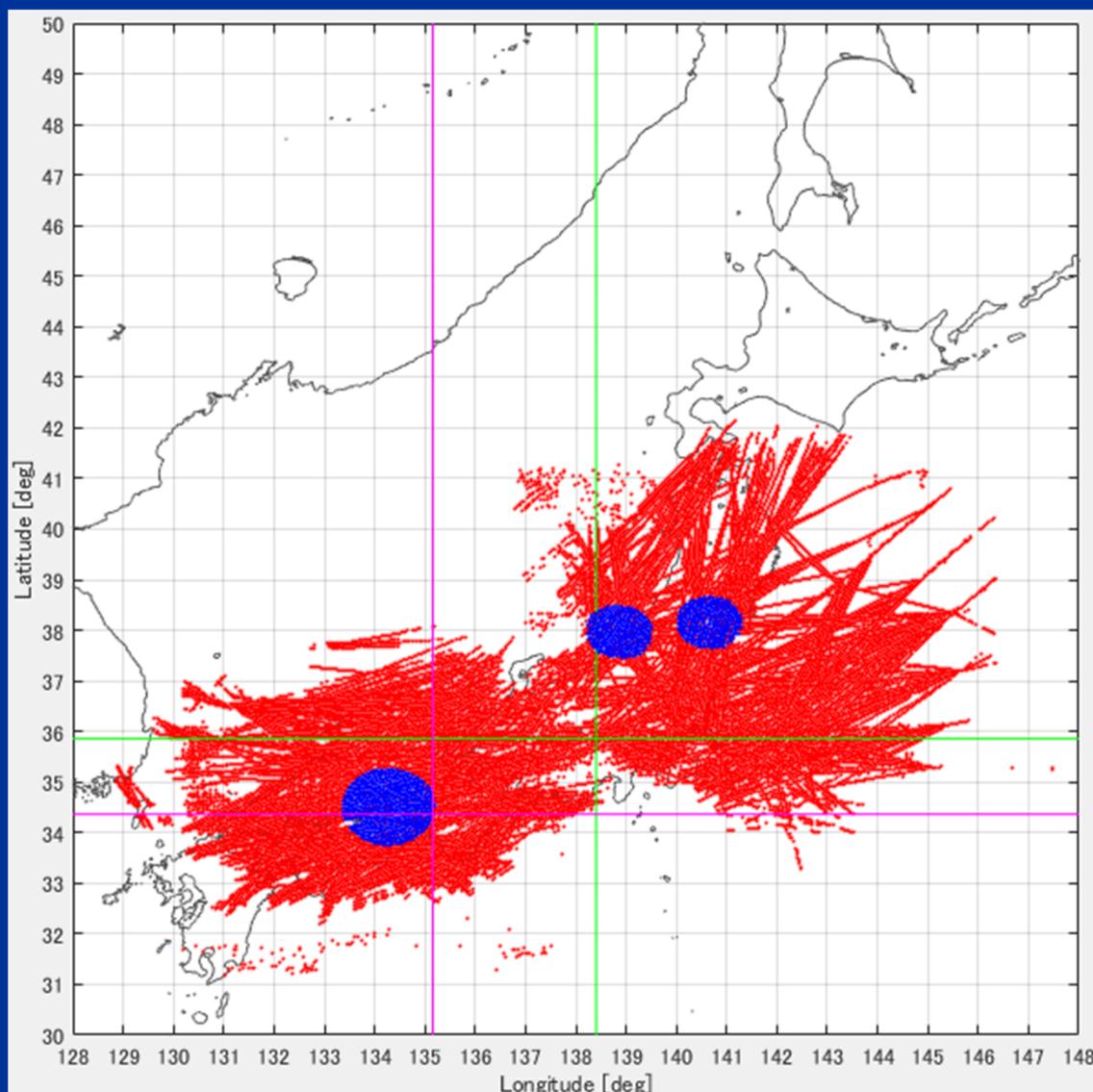
ルータ・光モデム

ADS-B受信機

UPS



### 3.1 AHMS試験システム (3) — データ覆域 —



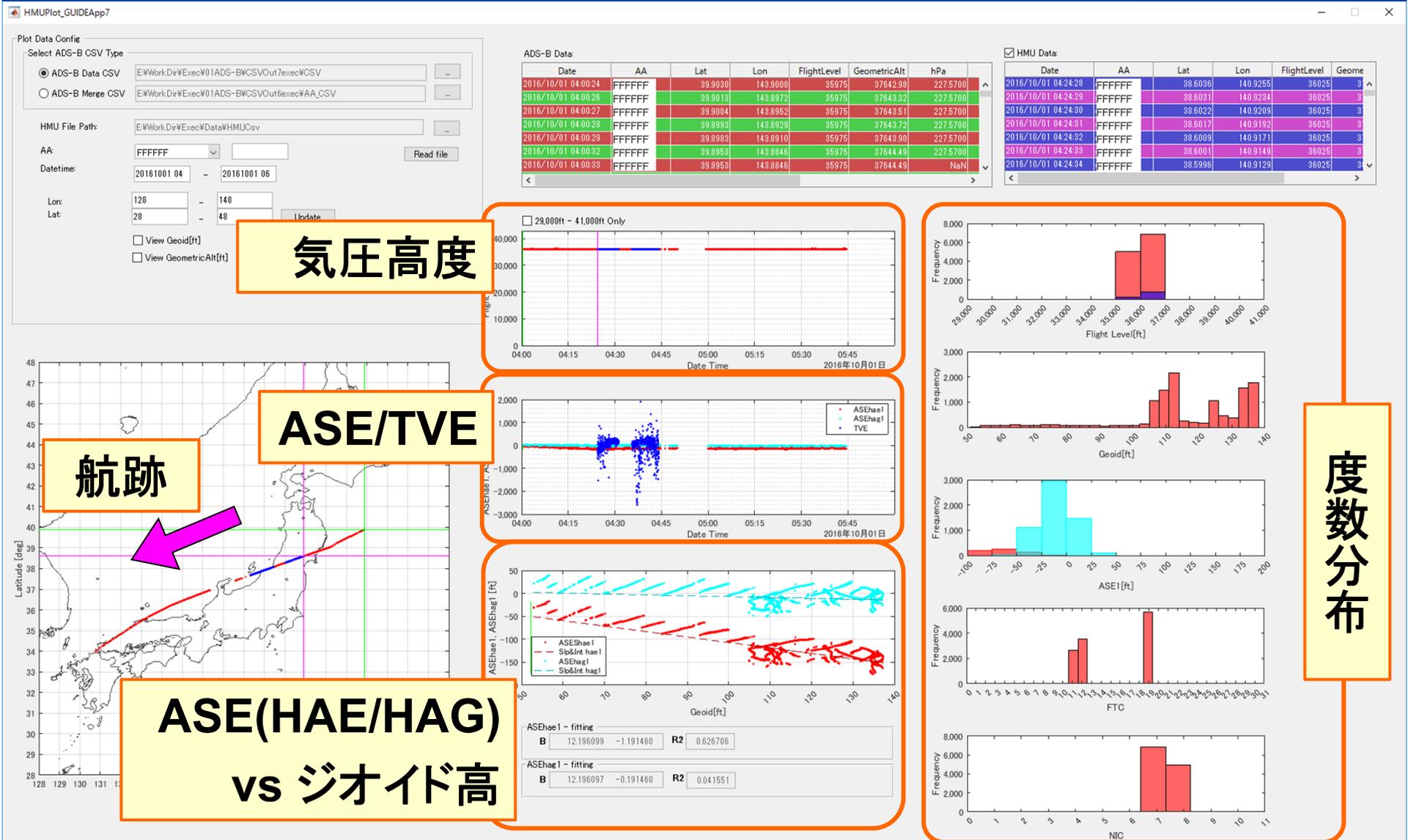
航跡データ  
(1日分)

● AHMS試験システム  
(高松(事), 調布, 岩沼)

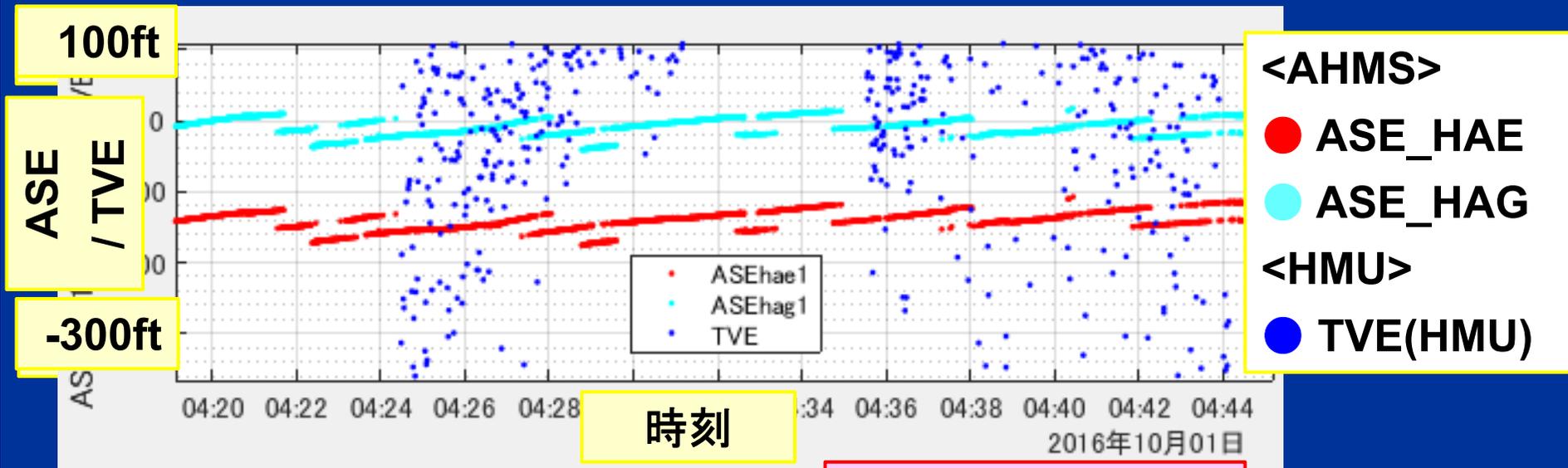
● 航空局HMU  
(瀬戸内, 新潟, 仙台)

**AHMSでは,  
広範囲のデータ  
が利用可**

# 3.2. 評価結果(1) — 誤差評価ツール出力例 —

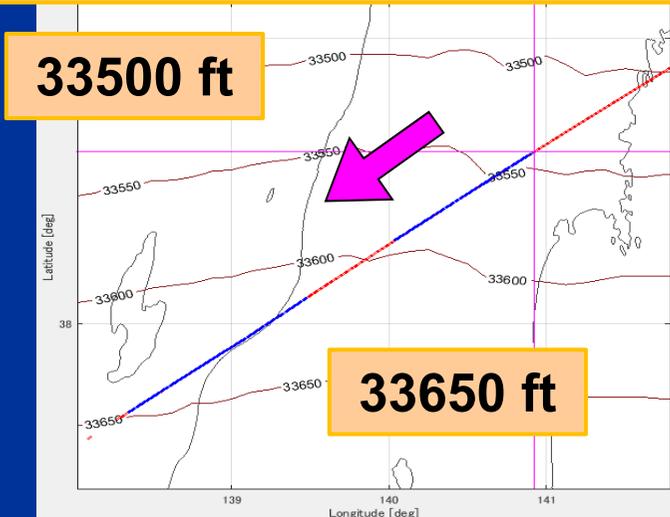


# 3.2. 評価結果(2) - 量子化誤差, 気象データ分析 -



気象データの幾何高度@FL360

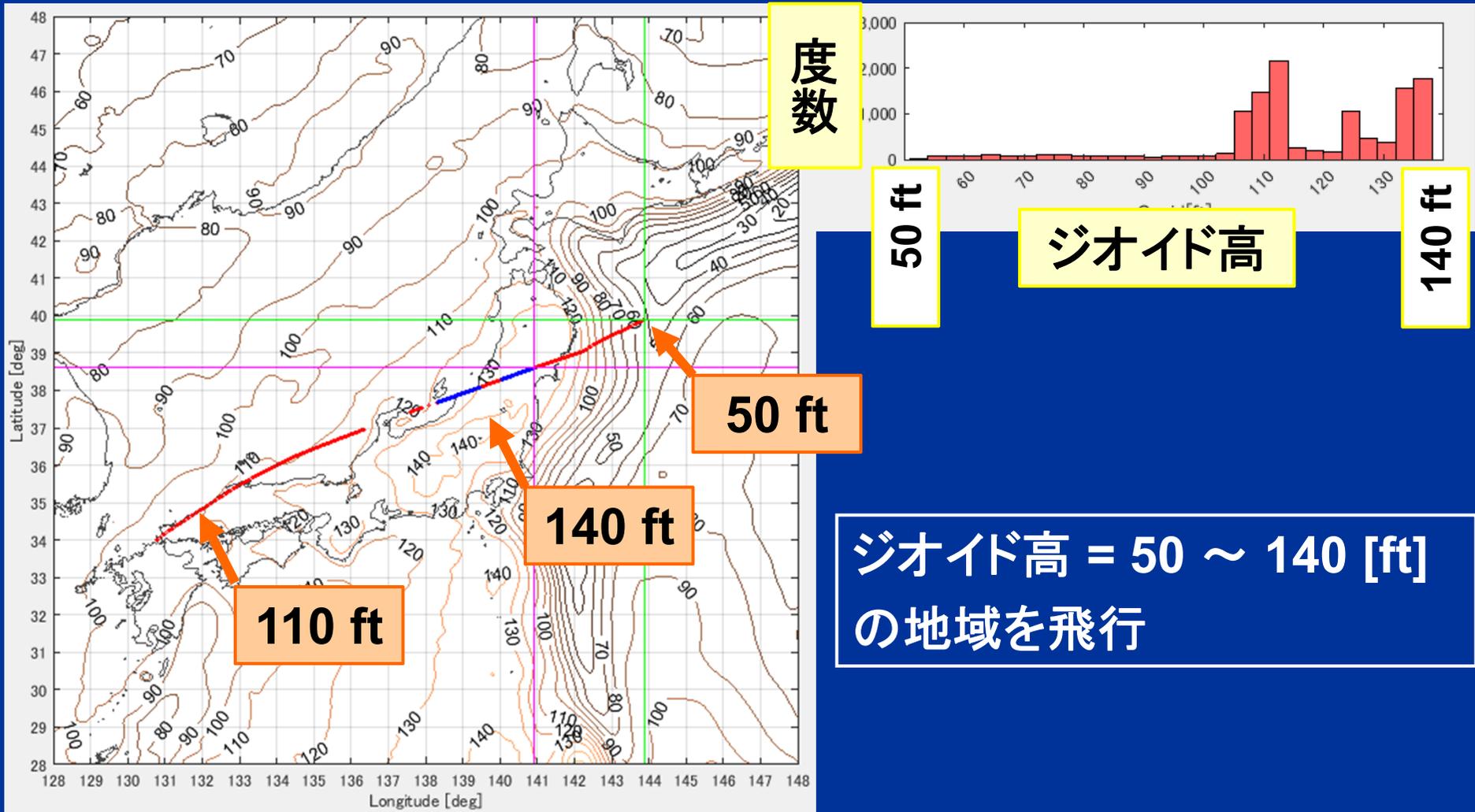
$ASE_{\sigma} = 17 [ft]$



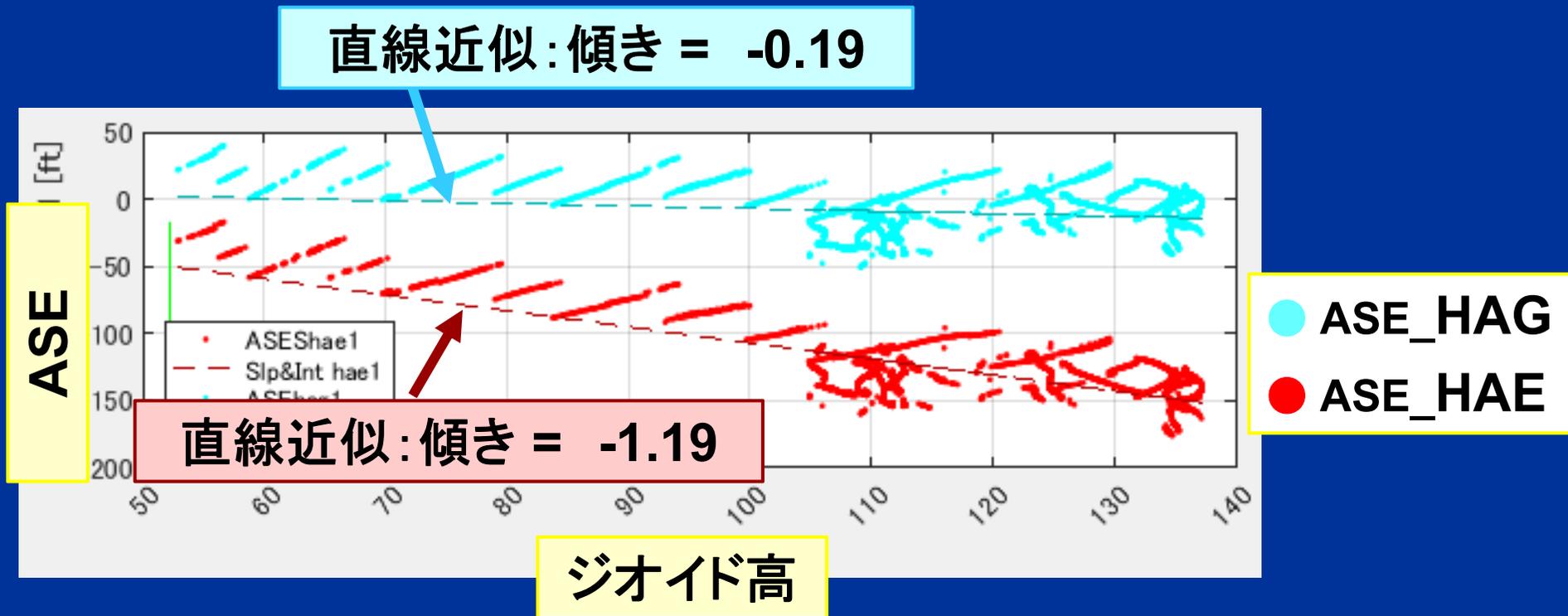
✓ HMUに比して,  
AHMSの分散が小さいことを確認

✓ 量子化誤差 (25[ft]) を確認  
(気象データとの整合性を確認)

# 3.2. 評価結果(3) — GNSS幾何高度基準の判別(1) —



### 3.2. 評価結果(4) — GNSS幾何高度基準の判別(2) —



ASE値は一定(長期間変化しない)



✓ 本航空機のGNSS幾何高度はHAGであると判別

## 5. 評価結果 (5) – ASE測定結果例 –

高度監視システム	ASE [ft]
<b>AHMS試験システム</b>	<b>-10</b>
HMU (仙台)	60
HMU (新潟)	-68

HMUは、幾何高度の測定誤差(分散)が大きいため、ASE値が変動しているものと思われる

## 4. まとめ (1)

- 日本におけるAHMS導入検討のため、AHMS試験システムを開発した。
- 収集データを用い、ASEを測定した。
  - ✓ HMU(MLAT方式)と比べて、分散が小さいことを確認
  - ✓ 量子化誤差の影響を確認
  - ✓ GNSS幾何高度基準の判別を実施

### [課題]

- 気象状況による気象データの誤差評価
- 飛行経路のジオイド高の変化量に対する幾何高度基準の判別

## 4. まとめ (2)

### 今後の取組み

- 長期間・多数の航空機の評価を実施
- 誤差要因の影響評価，対応策の導出
- RVSM非適合判定の精度向上，自動化



**AHMS導入時の性能要件の導出**

## 謝辞

ADS-B 受信システムの設置，HMU データの提供に御協力頂いた，高松空港事務所，航空交通管理センター，技術管理センター，並びに関係各位に謝辞を表します。