An aerial photograph of Kansai International Airport, showing the terminal building, runways, taxiways, and several aircraft on the tarmac. A large green rectangular overlay is positioned in the upper half of the image, containing white text. The word 'KANSAI' is visible on a runway on the left side of the image.

# 1.B787機上取得データによる GLSの評価

齊藤真二、福島荘之介、○山康博(航  
法システム領域)

長井文宣、藤原直樹(全日本空輸)

赤木宣道、高濱裕久(日本航空)

# 目次

- はじめに
- GBAS(GLS)
  - 概要
  - GBASプロトタイプ装置
- 基本性能評価
- B787による飛行評価
  - 評価の概要
  - 飛行データ解析
- フライトシミュレータによる評価
- まとめ

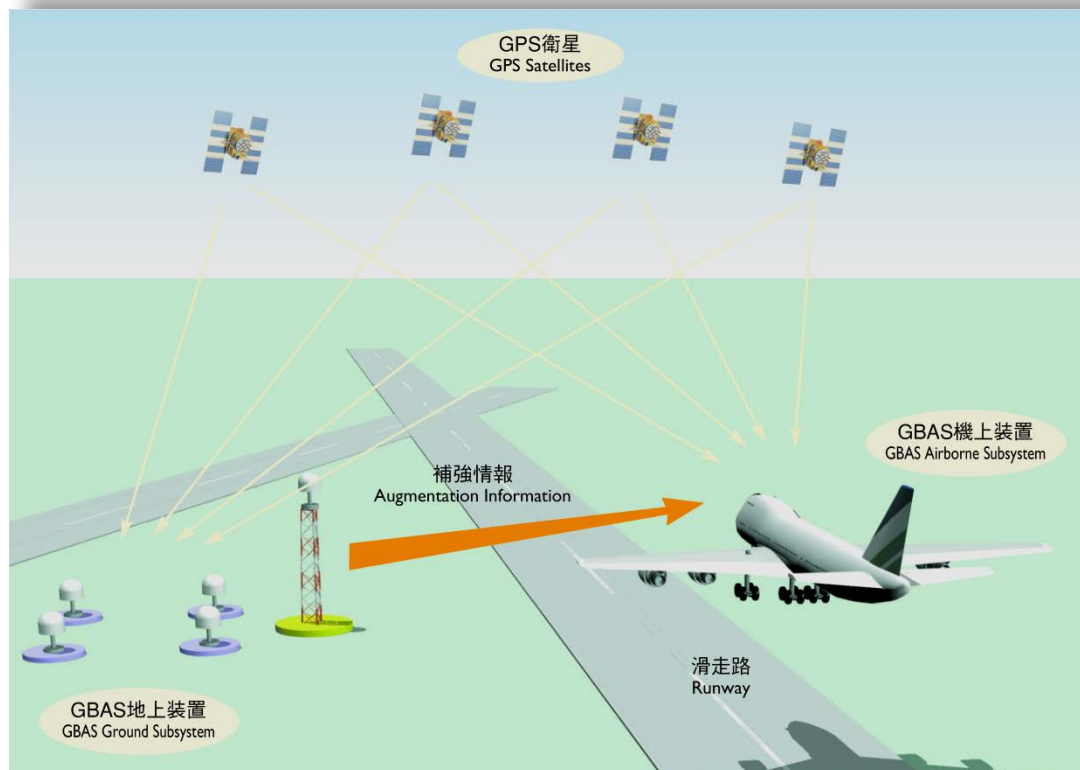
# はじめに

- 電子航法研究所では  
**GBAS(Ground-Based Augmentation System)**  
の研究・開発を実施
- 2010年までに、GBASプロトタイプ装置を設計・開発し、関西国際空港に設置
- 2011年・2012年に、全日本空輸株式会社、日本航空株式会社の協力により、関西国際空港において、**B787**を用いたGBAS飛行実験を実施
  - B787は**GLS(GBAS Landing System)**を標準装備



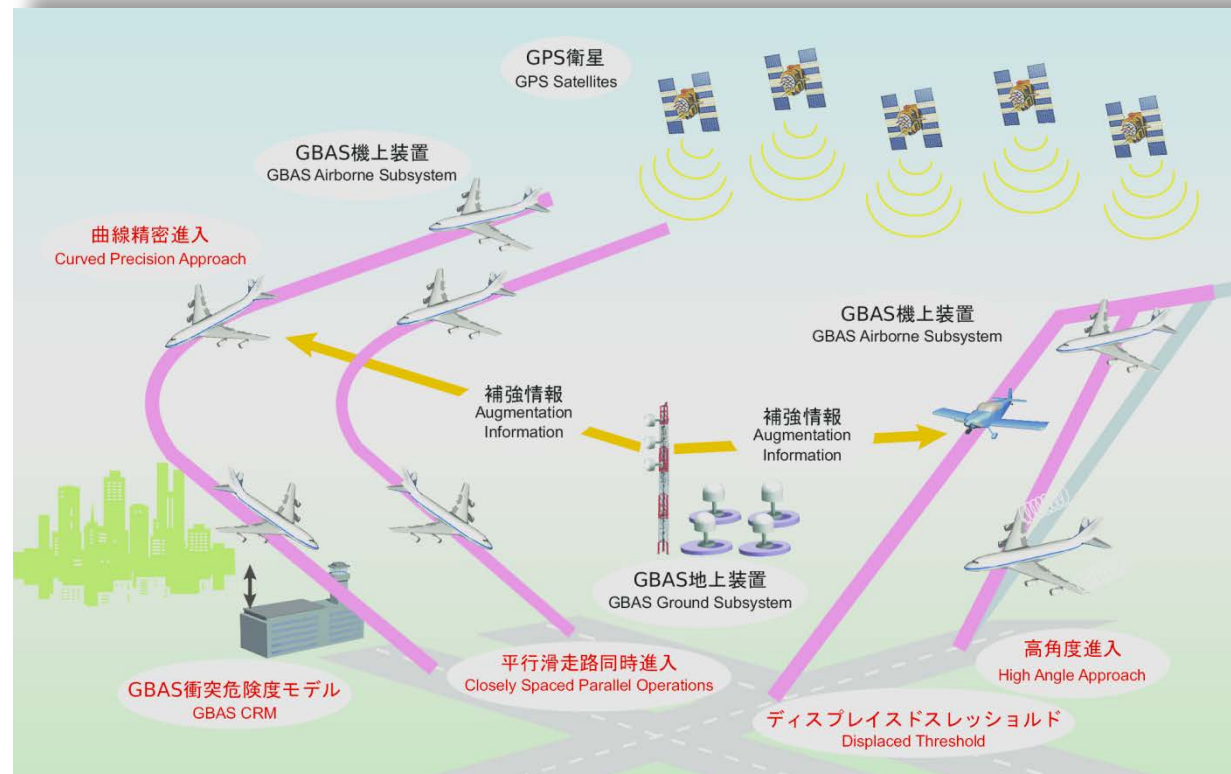
# GBAS (Ground-Based Augmentation System)

- 地上型衛星航法補強システム
  - GNSSを用いた航空機の航法システム
  - GLS(GBAS Landing System)
    - ILSに代わる精密進入システム
  - 地上から機上にVHFで補強情報を伝送 (VDB:VHFデータ放送)
    - DGPS補正情報
    - 地上装置の情報
    - 進入経路の情報
  - 地上装置
    - 基準局装置
    - データ処理装置
    - VDB送信装置
  - 機上装置
    - マルチモードレシーバ
    - GNSS受信機
    - VDB受信機



# GBASの特長

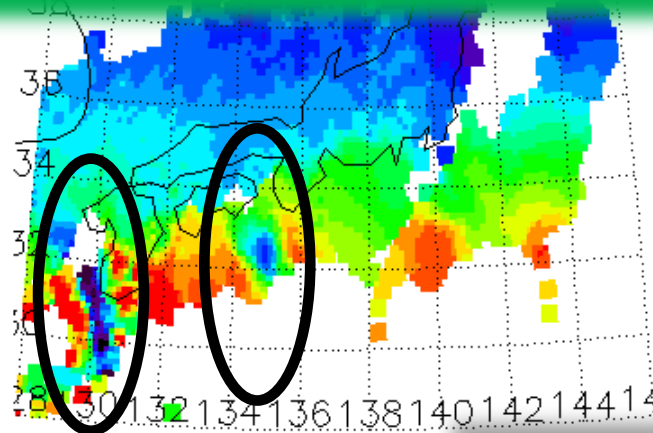
- 経路情報を補強情報として放送
  - 最終着陸進入経路:FAS(Final Approach Segment)
  - FASに至る経路:TAP(Terminal Area Path)
  - 1装置で複数の進入経路の提供が可能
    - 電波(周波数)の有効利用
    - コスト削減
- TAPによる曲線進入
  - 騒音緩和
  - 障害物回避
  - 燃料削減
- さらに・・・
  - ディスプレイスドスレッシュホールド
  - 高角度進入
    - 後方乱気流回避
  - 空港面誘導





# GBASプロトタイプ装置

- 我が国が位置する低磁気緯度特有の電離圏擾乱現象の脅威を考慮
  - － IFM(Ionosphere Field Monitor) 電離圏監視モニタを開発
  - － CAT-I精密進入対応
- 2010年11月 関西国際空港に設置
  - － 2本の滑走路の間にターミナルビルが存在
  - － VDB送信アンテナを地上高39mの鉄塔上に設置
  - － 関西国際空港における全ての進入経路と滑走路面全域をカバー



# 関西国際空港GBASプロトタイプ装置 配置図



VDB送信アンテナ



VDB送信装置

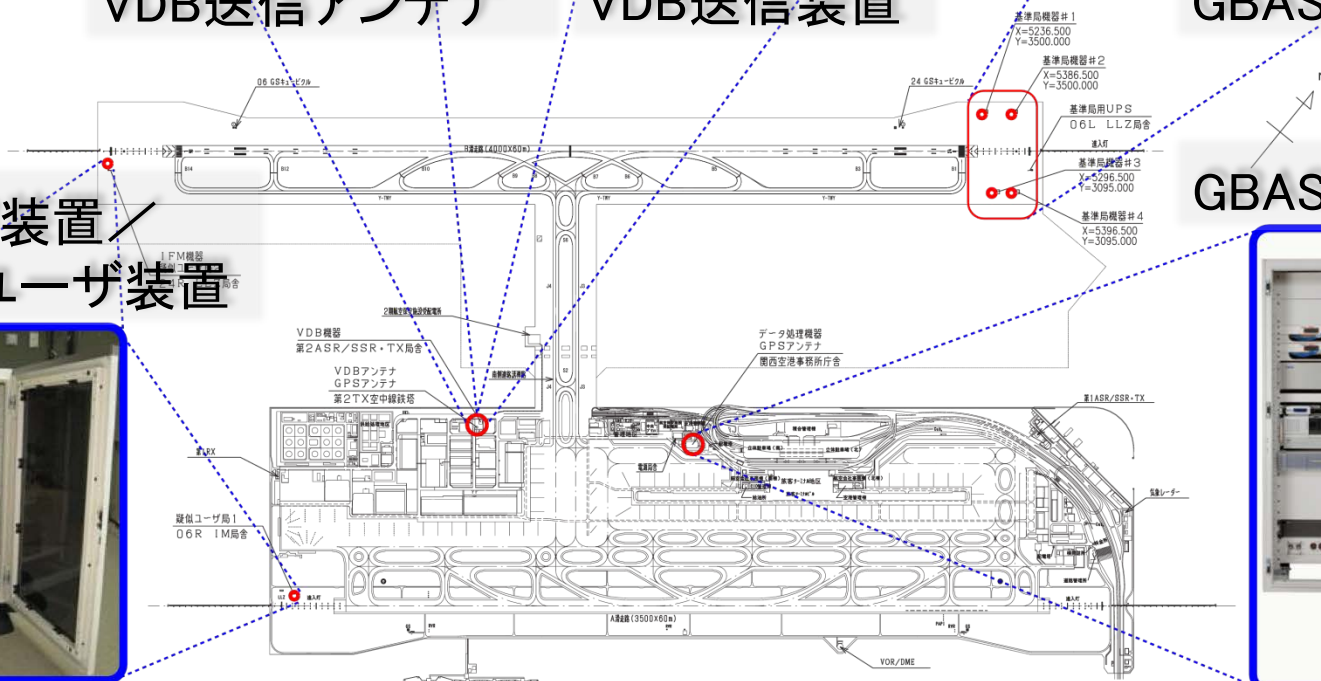


GBAS基準局

モニタ装置／  
擬似ユーザ装置



GBASデータ処理装置



# 基本性能評価

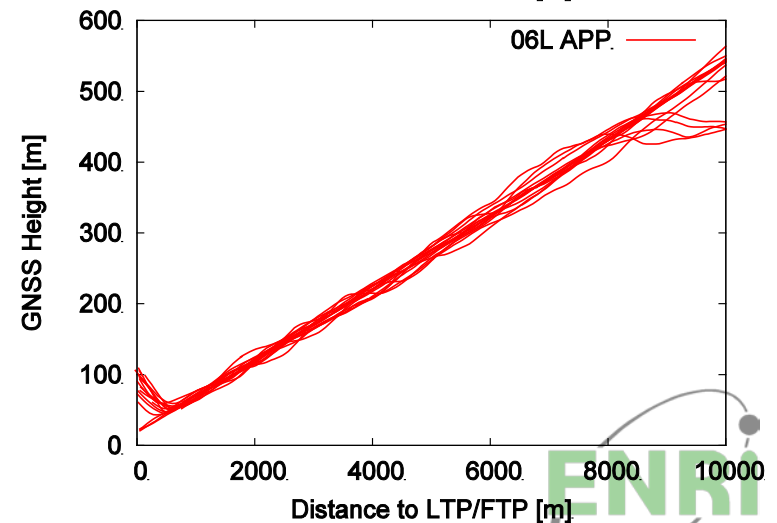
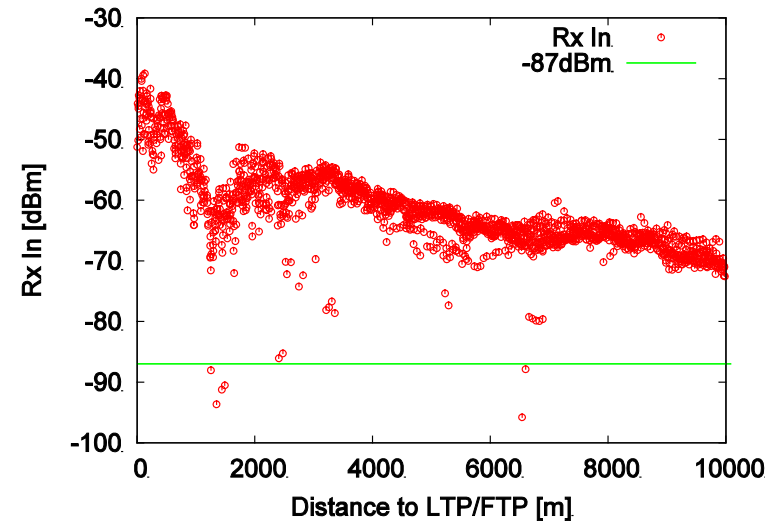
- 基本性能
  - VDB信号強度とGBASの測位精度
- 車両地上走行試験（2011.01～02）
  - 車両に実験用機上装置を搭載
    - 滑走路上の信号強度とマルチモードレシーバ(GLU-925)の動作の確認
- B99による飛行試験（2011.02～03）
  - 当所の実験用航空機 Beechcraft B99 Airliner に実験用機上装置を搭載し実施
    - GBAS覆域内の信号強度の評価
- JAXA機による飛行評価（2011.06,11～12）
  - B99被災のため
  - 24R 進入コースに沿って飛行（2011.06）
    - メッセージ受信確認
  - 06L 進入コースに沿って飛行（2011.11～12）
    - 信号強度測定、測位精度評価



# 基本性能評価 結果例

- 06Lの信号強度測定
  - 概ね要件を満足
  - GBASメッセージの受信は正常
- アプローチ中の測位精度
  - 15回
  - 垂直方向

平均	-0.467m
標準偏差	0.540m
95%値	1.546m
データ数	4872



# B787によるGLS飛行評価

- B787による相互運用性評価
  - GBASの機上・地上システムはICAOの国際標準に基づき設計・製造されているが...
  - 実用化のためにはシステム全体として接続し機能するか相互運用性の十分な検証が必要
    - 実験用小型機だけでなく、旅客機におけるGBASの相互運用性の検証も必要
- B787を用いた評価を航空会社(ANA・JAL)の協力を得て企画・実施
  - B787はGLSを標準装備



# B787によるGLS飛行評価の流れ

- B787飛行シミュレータ
  - 最終進入経路(FAS)情報の妥当性の確認



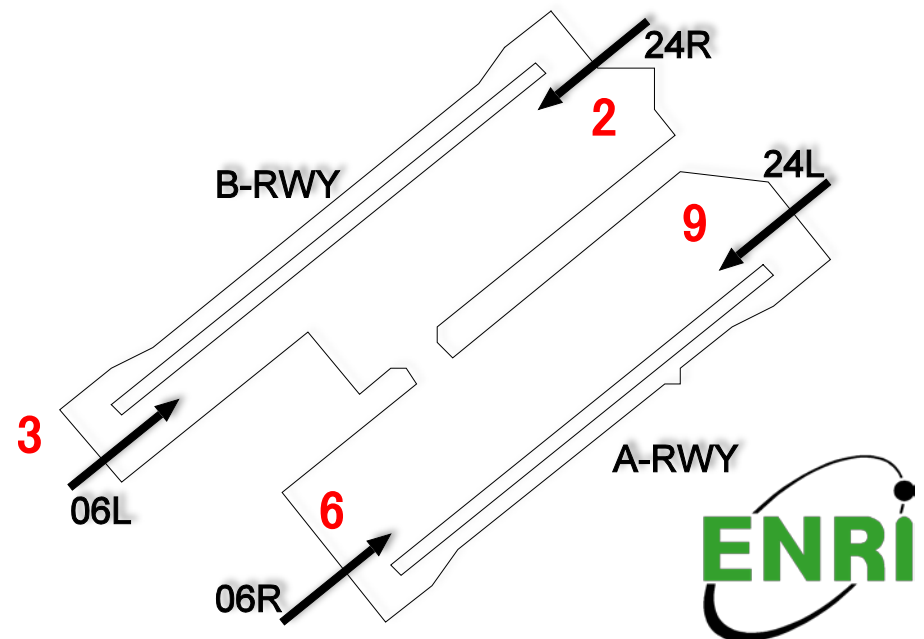
- SROV(Service Ready Operational Validation)時
  - 国内検証プログラム (2011.07.06)
- 慣熟飛行(乗員訓練)期間
  - 全日空 (2011.10)
  - 日本航空 (2012.04)
- 評価方法
  - PFDの表示等による評価
    - GLSモードが正しく動作したか
  - パイロットへのアンケート調査 ←(前回報告)
  - 機上取得データによる評価

# B787によるGLS飛行評価

- PFDの表示等による評価
  - GBASメッセージを正しく受信し、GLSはILSと同等に動作することが確認できた
- パイロットへのアンケート調査
  - 『コースのずれもなくスムーズに会合し、PAPIとも整合し、ILSと変わらず良好だった』等  
良好な結果を得た

- 20アプローチ

- RWY 24L 9
- RWY 24R 2
- RWY 06L 3
- RWY 06R 6

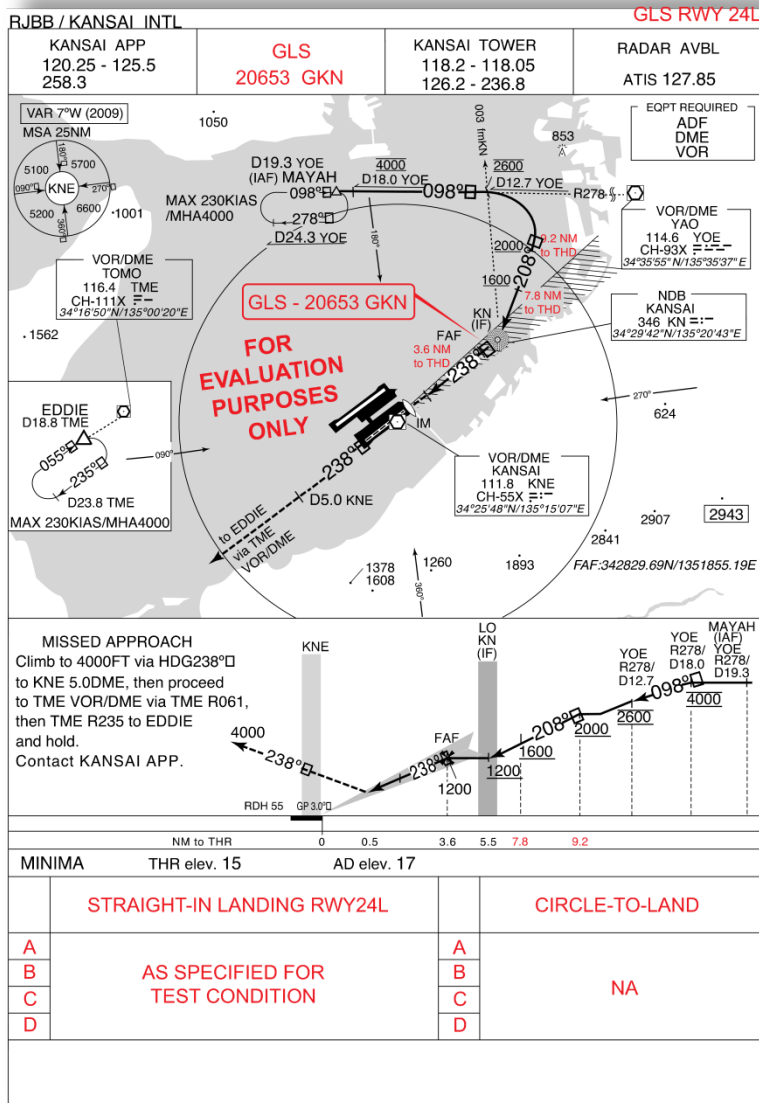


# 飛行データ解析

- 最終進入経路(FAS)からの偏位量(コースデビエーション)について評価
- コースデビエーション
  - 機上データが得られた場合はその値を利用
    - ARINC LABEL 116,117 GLS Deviation
  - 位置データからDO-253C(LAAS MOPS)の計算式により算出
  - GLSとILSの違い
    - ILSは角度系(DDM値)のみの出力
    - GLSは直交座標系も利用
    - 垂直方向  $\pm 1,024\text{ft}$  (最小単位:  $0.0625\text{ft}$ )
    - 水平方向  $\pm 24,000\text{ft}$  (最小単位:  $0.0916\text{ft}$ )
    - 遠方でも高い精度が期待できる



# GLS RWY 24L

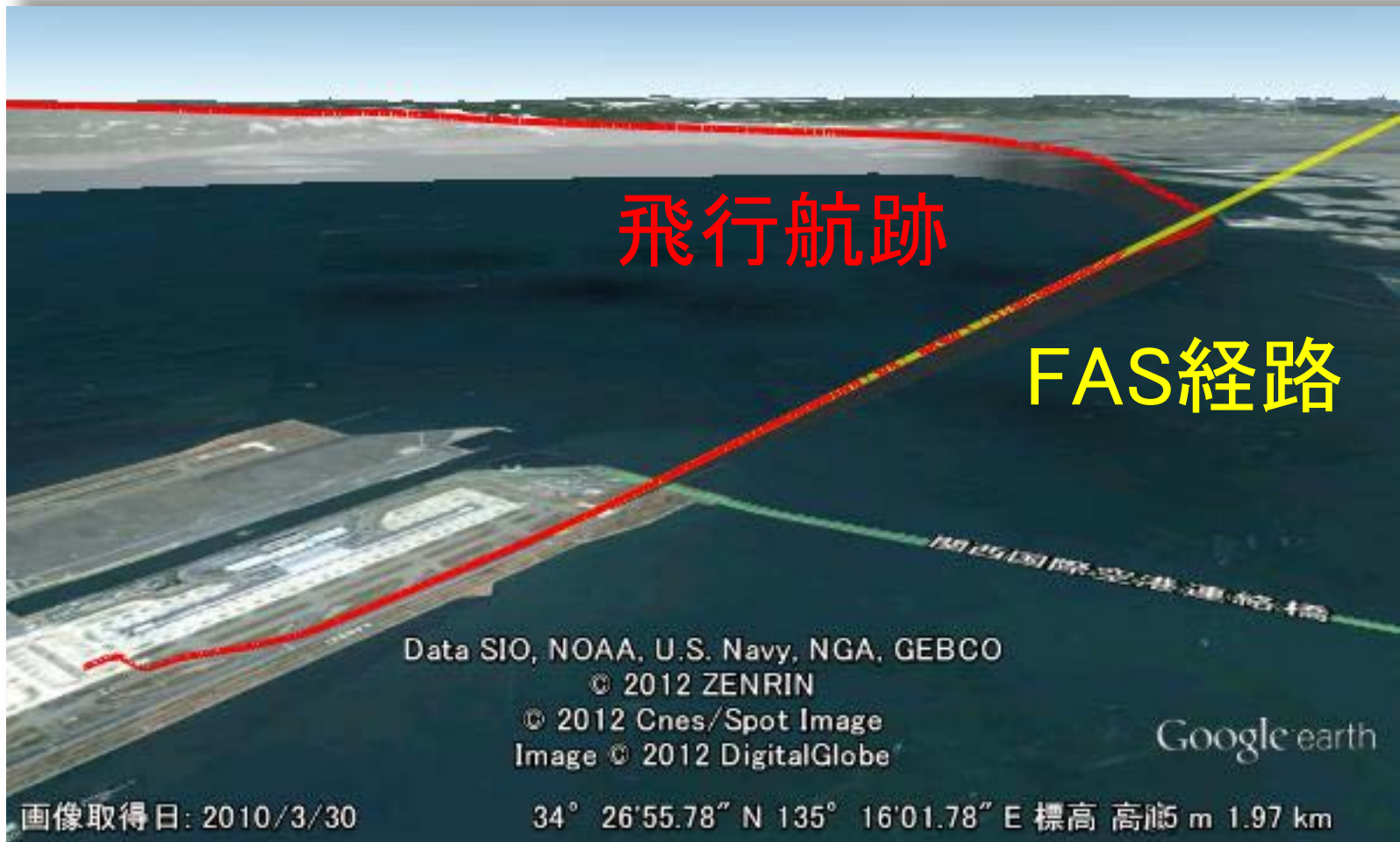


- GLS RWY 24L
  - GLS CH 20653
  - RPID: GKN
  
- 2011年10月と2012年4月のGLSフライトの中からそれぞれ1フライトについての結果を示す。

←実験用のGLSチャート

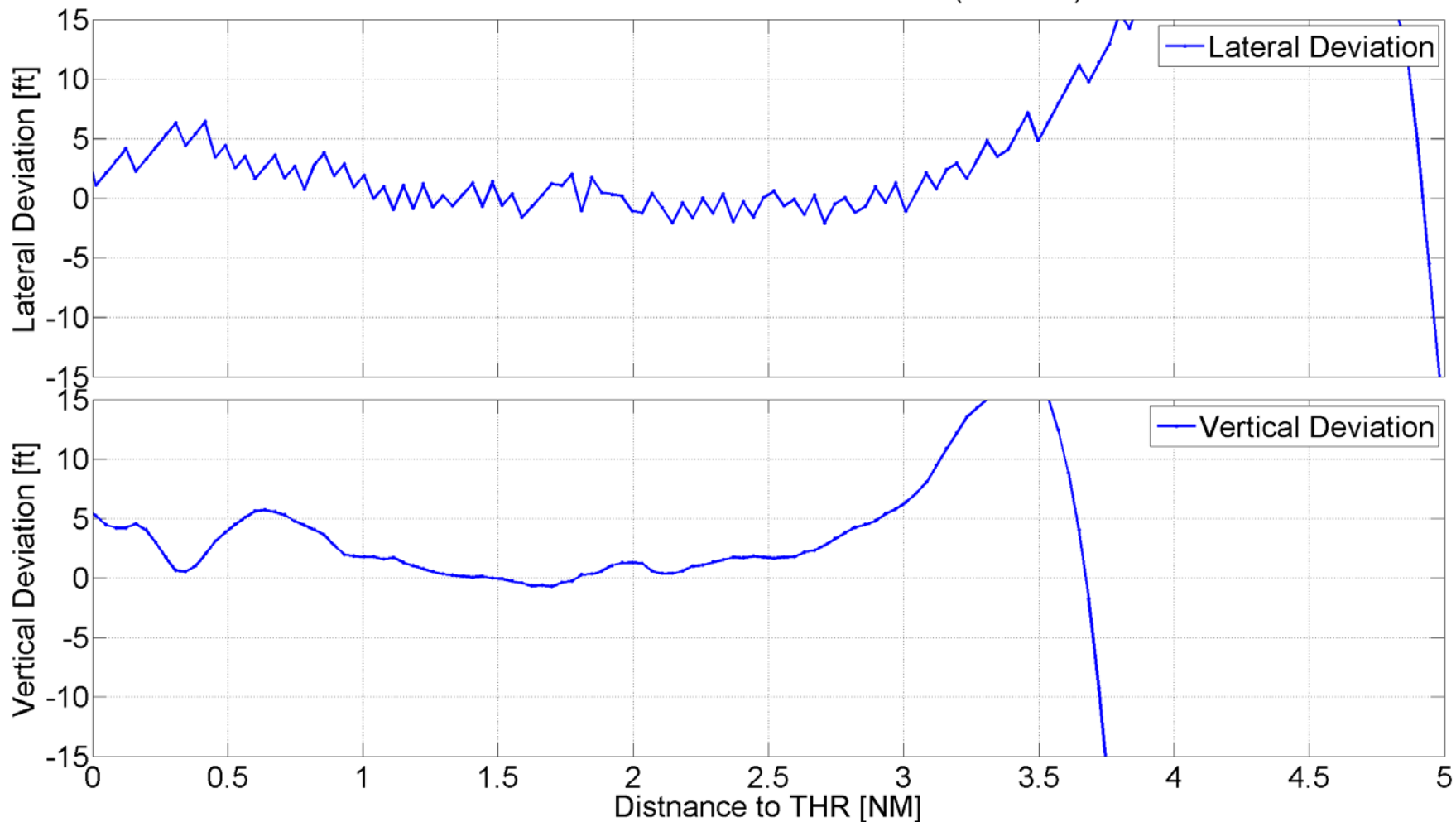


# 飛行航跡例 (2011.10, ANA)

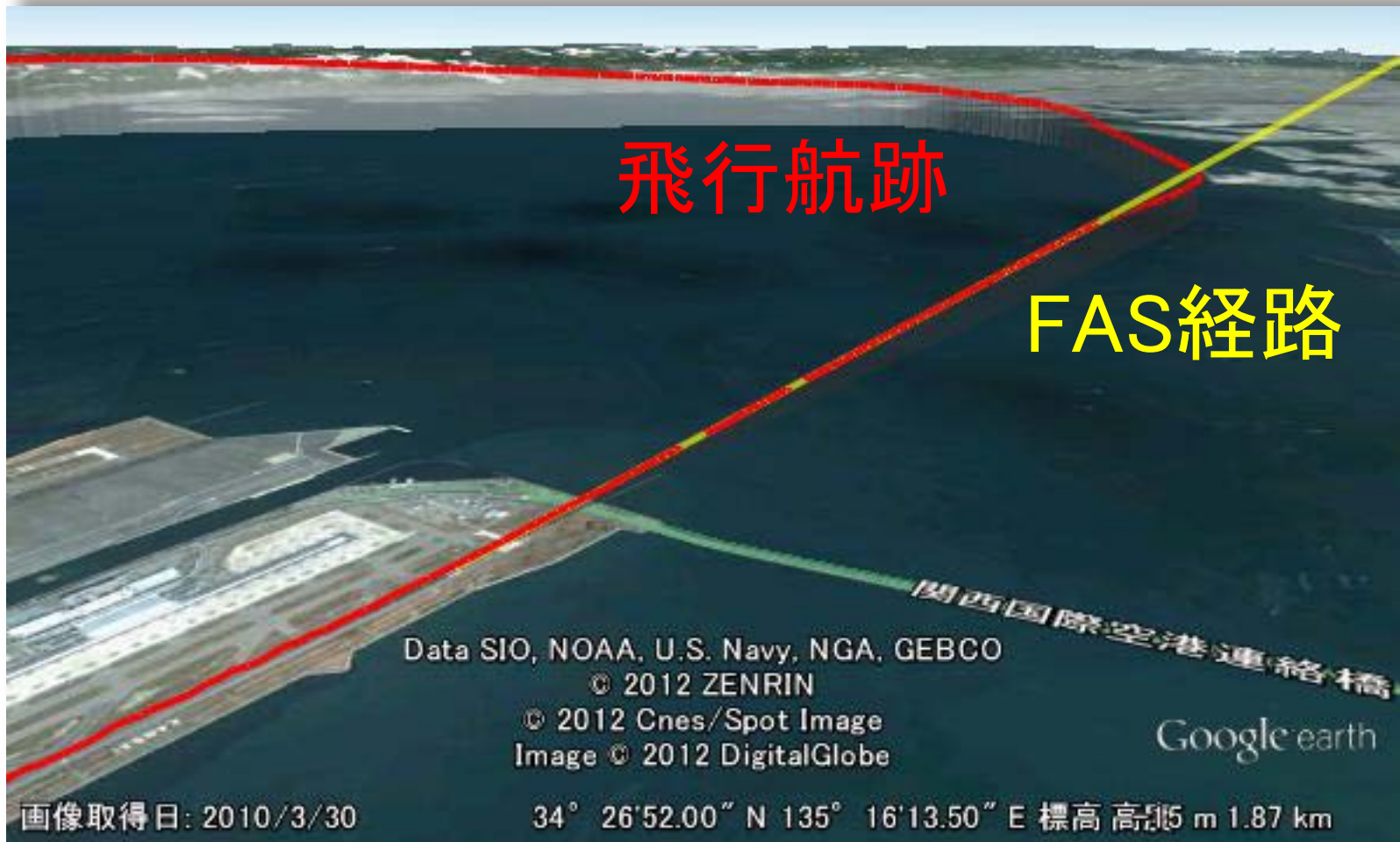


# コースデビエーション(2011.10, ANA)

Lateral/Vertical Deviation: ANA B787 (2011-10)

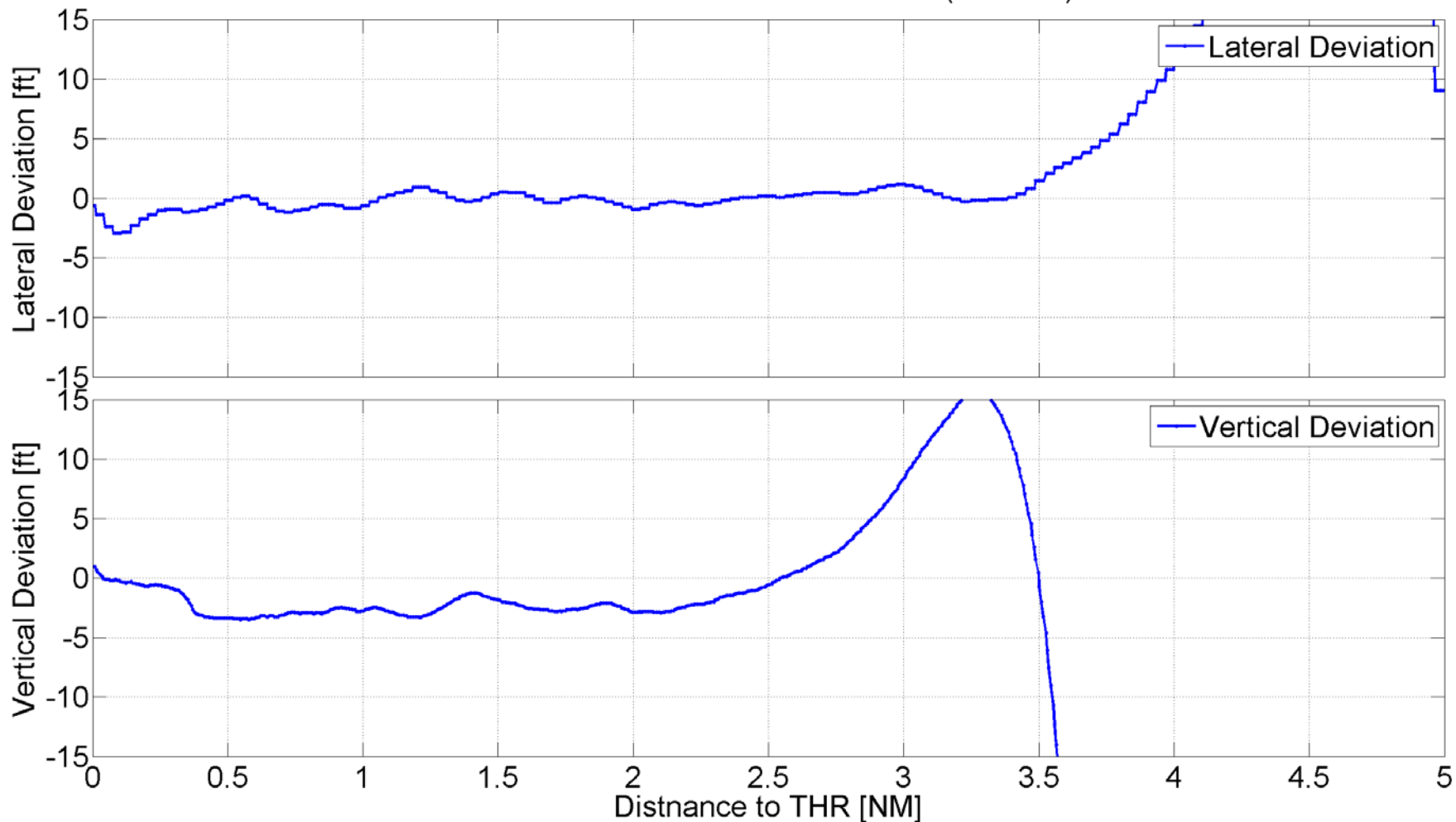


# 飛行航跡例 (2012.04, JAL)



# コースデビエーション(2012.04, JAL)

Lateral/Vertical Deviation: JAL B787(2012-04)





# コースデビエーションの統計量

- 滑走路末端から3NM地点まで(会合後の安定した区間)のデータについて処理

– 2011.10

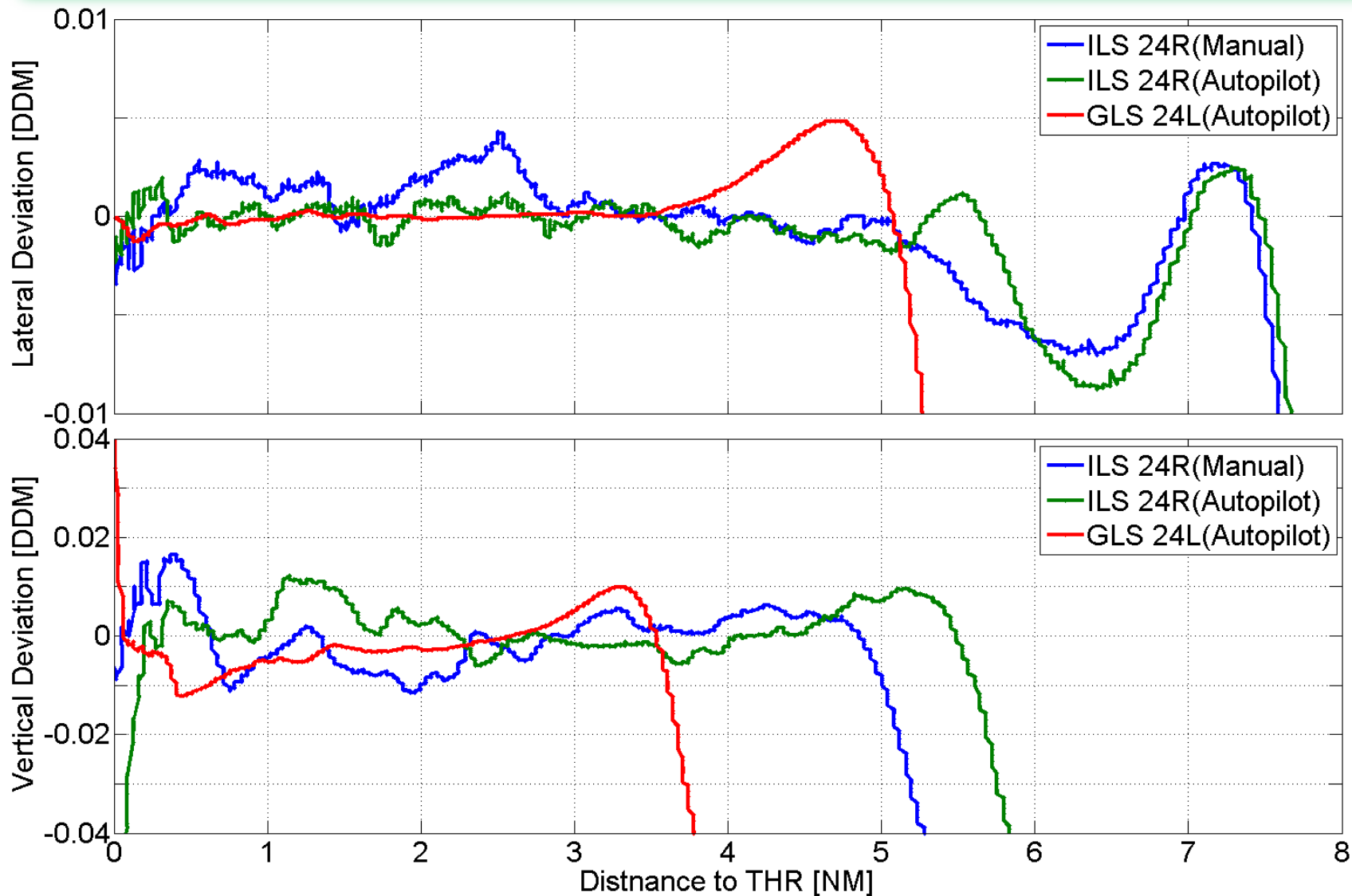
	横方向 [ft]	垂直方向 [ft]
平均	1.008	2.116
標準偏差	2.012	1.875

– 2012.04

	横方向 [ft]	垂直方向 [ft]
平均	-0.288	-1.438
標準偏差	0.783	2.270

- GLSに会合した後の安定した区間において、概ね**5ft以下**であった

# GLSとILSの比較



# GLSとILSの比較(統計量)

- 滑走路末端より1NMから3NM地点まで(ILS安定区間)

- ILSマニュアル

	横方向 [DDM]	垂直方向 [DDM]
平均	0.001126	-0.001969
標準偏差	0.001157	0.004489

- ILSオートパイロット

	横方向 [DDM]	垂直方向 [DDM]
平均	-0.000005	0.000871
標準偏差	0.000622	0.004819

- GLSオートパイロット

	横方向 [DDM]	垂直方向 [DDM]
平均	0.000005	0.001834
標準偏差	0.000115	0.002398

# フライトシミュレータによる評価



# フライトシミュレータによる評価

- ILSとGLSのパス追従性能の比較

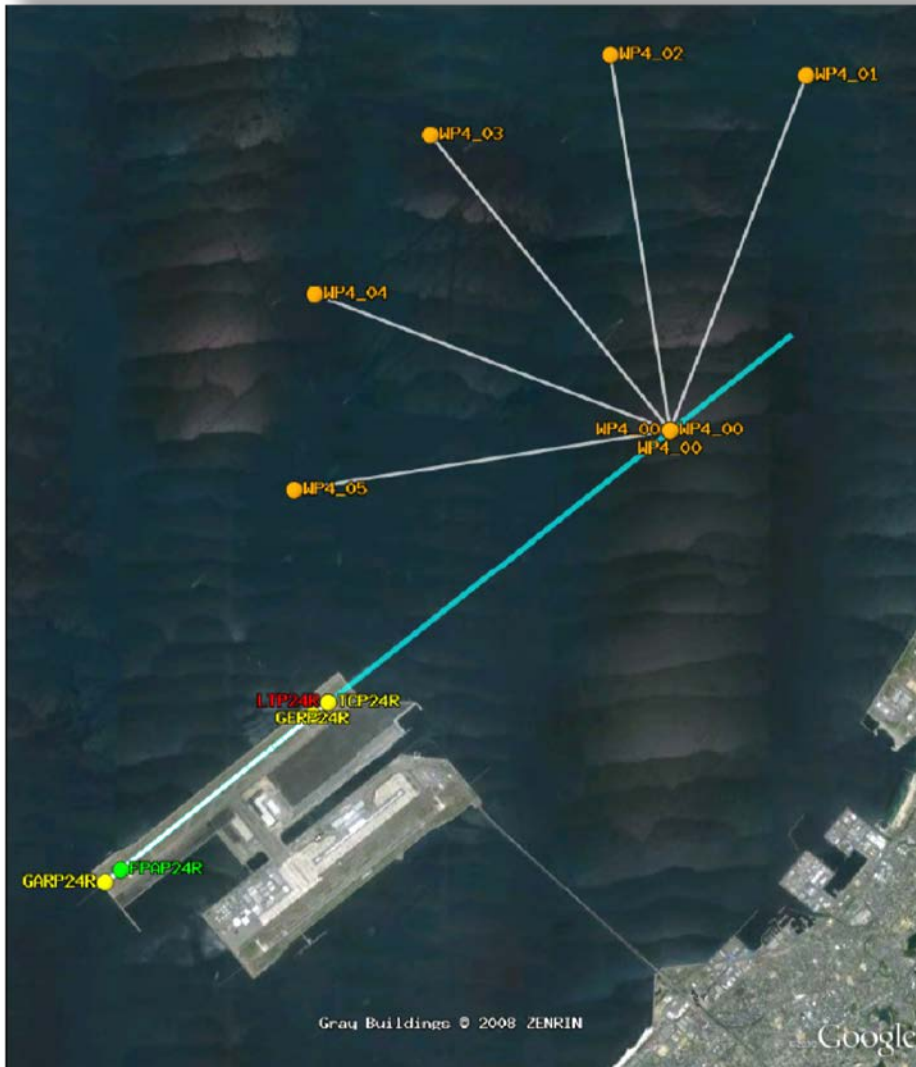
- 最終進入経路(FAS)への会合角度を変化

- 30,60,90,120度

- 風を変化

- 無風、追い風

などの実施を計画





# まとめ

- B787によるGBASプロトタイプ装置の飛行評価
  - GLS機上装置との接続
    - 正常動作を確認
  - 進入経路の正確性について、乗員から高い評価
- 機上取得データの解析
  - 進入着陸経路からの偏位量は概ね5ft以下
  - 精度だけでなく追従性能も高い
    - 乗員の評価を裏付ける結果
- 相互運用性
  - 小型機に加え、旅客機においても確認された
- GBASの実用化に向け、**運用に必要な課題**に取り組む予定である