

GBASプロトタイプ開発の 概要と電離圏モニタ方式

通信・航法・監視領域

吉原貴之、齋藤享、藤田征吾、工藤正博
福島荘之介、齊藤真二、藤井直樹、星野尾一明

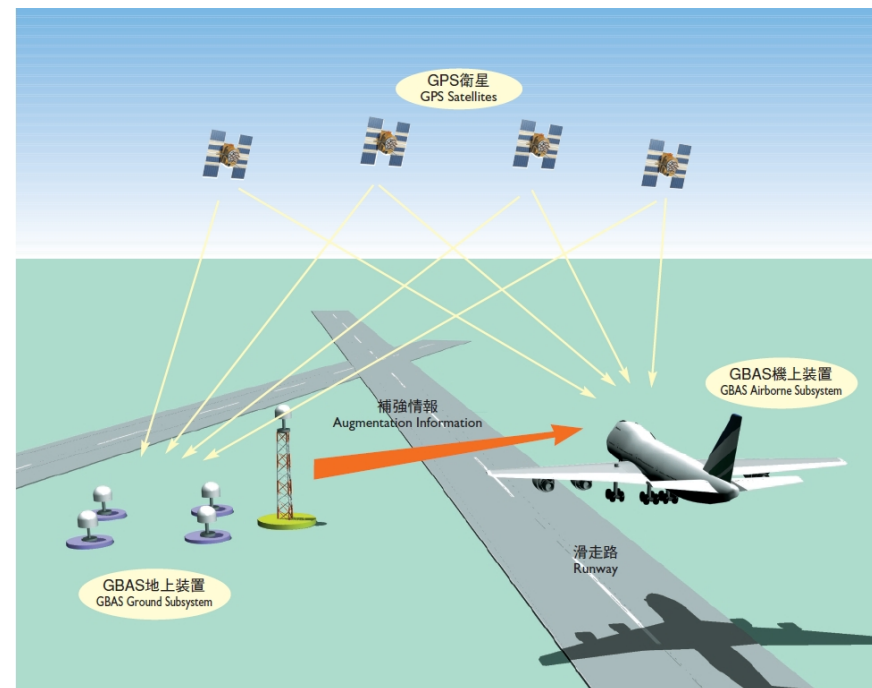
内容

- GBASの概要
- 国際動向
- ENRIにおけるGBASプロトタイプ開発
 - 日本における安全性評価
 - 安全性設計と検証のプロセス
 - リスク評価
- 電離圏リスクと軽減
 - 電離圏脅威モデルとモニタ方式
- 今後の展開とまとめ

GBASの概要

Ground-Based Augmentation System

- GNSSによる着陸システム
 - CAT-I~CAT-III
- システム構成
 - GBAS基準局: 4式
 - GBASデータ処理装置:
補強情報の生成
 - VHF送信局:
VDB; 108~118MHz
- ICAO SARPs
 - CAT-I(2001年)
 - CAT-III(2012~13年)
- 安全性審査は各国の責任



国際動向

米国におけるCAT-I GBAS開発

- システム安全性設計と認証
 - 2003年開発計画中断
 - (予想以上の電離圏異常)
 - 電離圏脅威と軽減が主要な課題
 - 2006年認証活動開始
 - 2009年9月システム設計承認(SDA)
 - 米国(CONUS)電離圏脅威モデルに限定
 - 地上障害物件に対する要件と安全性評価を行い、電離圏異常に起因する28.8mの垂直誤差を許容

ENRIにおけるGBASプロトタイプ開発

システム安全性評価

- 日本におけるGBAS安全性評価と課題
 - 日本の環境におけるリスクの抽出
 - 欧米に比べて低磁気緯度に位置
- 安全性設計と検証プロセスが重要
 - SAE (Society of Automotive Engineers, Inc.) 準拠
 - 機能故障評価、予備的安全性評価、安全性評価
- CAT-I性能要件を満たすプロトタイプ開発
 - 実用機材と同等の手順による安全性審査
 - 安全性評価の中心はソフトウェア
 - H20年度に着手、H21年度に製造完了

ENRIにおけるGBASプロトタイプ開発

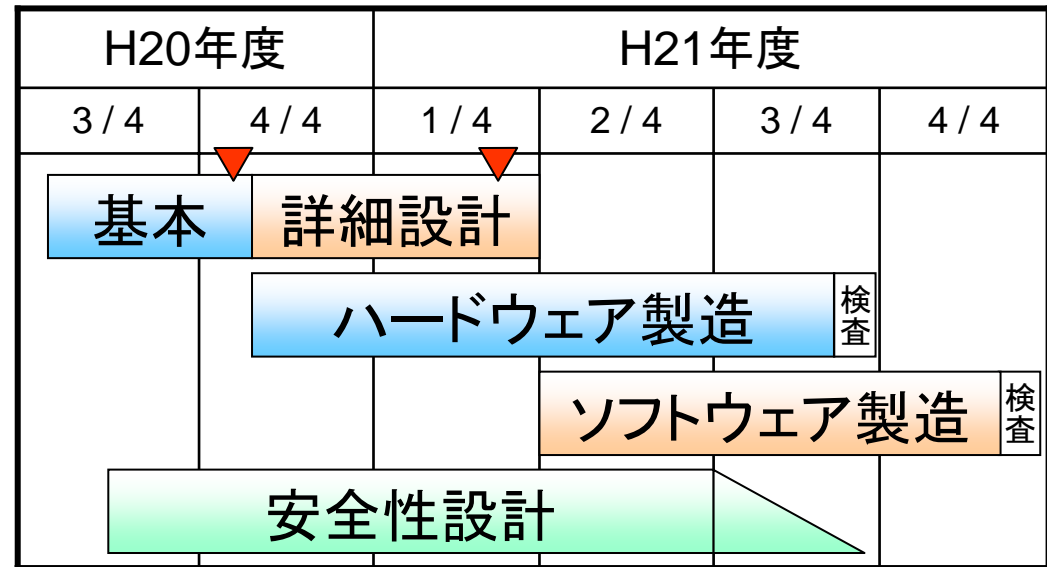
設計レビュー

■ システム設計

- PDR(基本設計審査)
- CDR(詳細設計審査)
- 定期的な進捗管理と安全性審査

■ 安全性審査

- 網羅的なリスクの抽出と故障木解析による体系化
- リスクの数値化と脅威となるリスクの特定
- リスク割り当て(許容する設計要求値の設定)
- 要求値を実現するための異常検出モニタなどリスク軽減策
- 最終的な残リスクの評価



ENRIにおけるGBASプロトタイプ開発

リスク評価

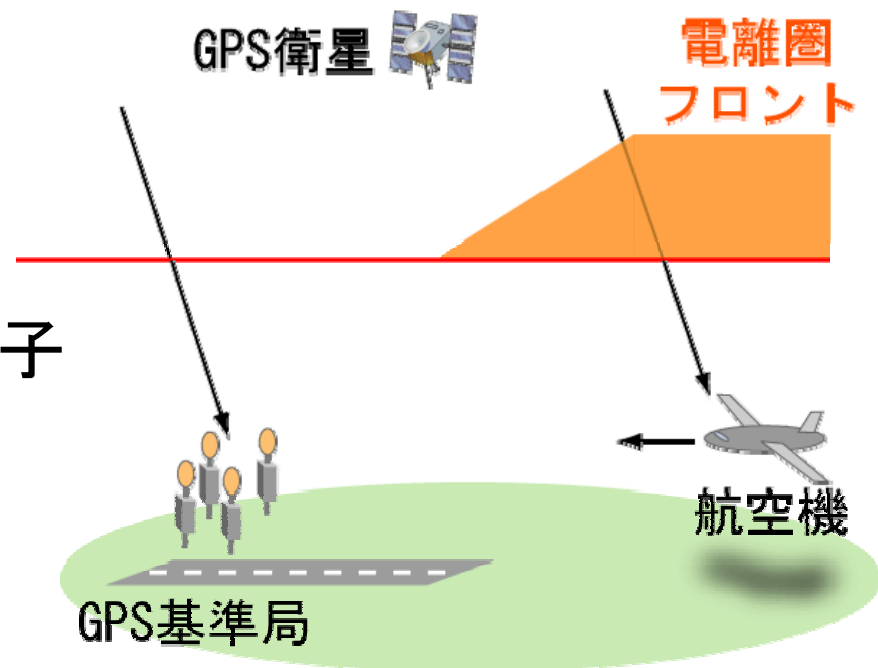
- 故障木解析
 - 抽出したリスクの体系化と評価
 - リスク割り当てと設計要求値
- 異常検出モニタ
 - 信号歪モニタ
 - 電離圏フィールドモニタなど
- モニタ性能
 - 検出失敗確率
 - 誤警報確率
- 残リスクを評価
 - 要件を満たしていることを確認

ENRIにおけるGBASプロトタイプ開発

電離圏による脅威

- 局所的な遅延量の変化
 - 空間勾配 (mm/km)
- レンジ誤差
 - スムージングで増大
- 電離圏擾乱
 - 地磁気嵐に伴う電離圏電子密度の急激な増加
 - プラズマバブル

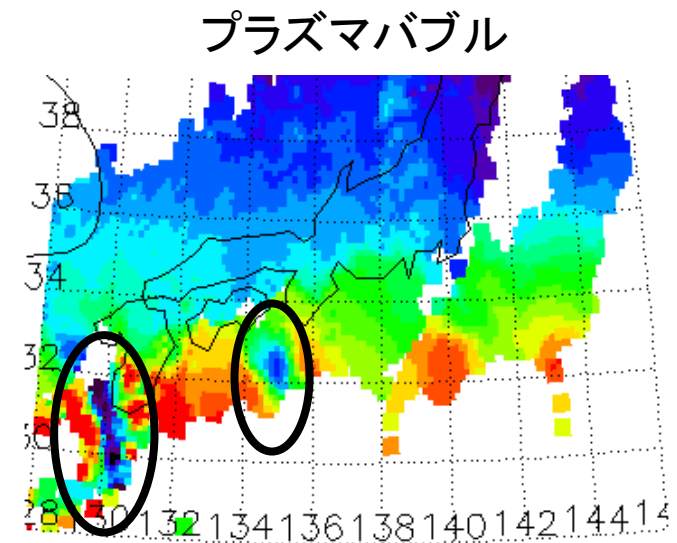
電離圏フロントを地上側で検出できない場合が存在



ENRIにおけるGBASプロトタイプ開発

電離圏リスク評価と脅威モデル

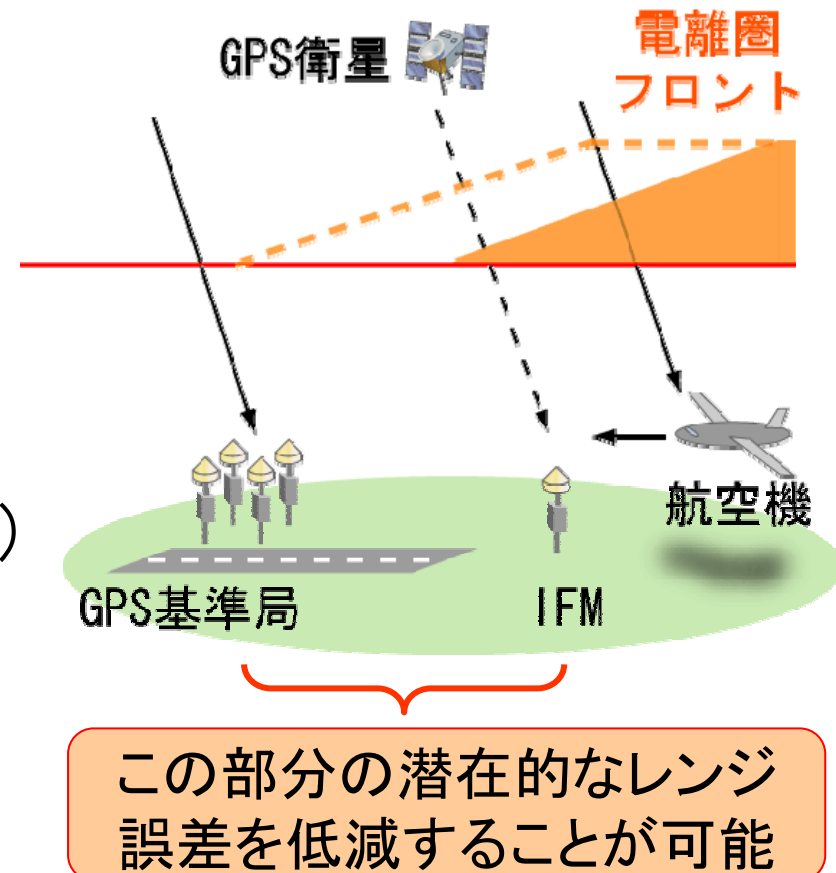
- 磁気嵐に伴う電離圏電子密度上昇
 - 発生頻度は稀
- プラズマバブルの特徴
 - 低磁気緯度に発生
 - 太陽活動度極大期の春季・秋季を中心に頻度高い
- リスク評価
 - 電離圏脅威モデルをSED、プラズマバブルそれぞれに対し作成
 - 脅威モデルに基づく誤差評価
- モニタによるリスク低減



京都大学TECデータベース

電離圏リスクと軽減 電離圏モニタ方式

- GBAS地上システムで保証
- 最悪ケースの想定
 - 潜在的なレンジ誤差
 - 地上側で航空機の測位結果をシミュレーション
 - ジオメトリ・スクリーニング
- 電離圏フィールドモニタ(IFM)
 - 電離圏遅延の差を直接計測
 - 潜在的なレンジ誤差を低減
- ICAO SARPsに準拠



ENRIにおけるGBASプロトタイプ開発 ENRI

フィールド評価

- 関西国際空港への設置
- 長期データの取得
 - 想定したパラメータの妥当性検証
 - モニタ性能の評価
- 設置基準の評価
 - GPS基準局
 - VDBアンテナ
- 飛行評価試験
 - 性能評価、相互運用性

VDB送信
アンテナ



IFM

VDB送信装置

GBAS基準局



GBASデータ
処理装置



まとめ



- GBASの概要と国際動向
 - 安全性評価
 - 電離圏脅威の低減が主要課題
- ENRIにおけるCAT-I GBASプロトタイプの開発
 - システム安全性評価: 安全性設計および検証のプロセス
 - H20年度から設計・製造に着手、H21年度に完了
 - 電離圏を含む日本の環境におけるリスク解析と安全性評価
- 今後の計画
 - 関西国際空港への設置
 - 長期データ取得による想定したパラメータの妥当性検証など
 - 飛行評価試験
 - GBASを活用した新たな運航方式