

8. B787によるGBASプロトタイプ飛行実験

伊藤 正宏*, 福島 莊之介, ※山 康博, 齊藤 真二, 藤田 征吾
長井 丈宣**, 赤木 宣道***

*: 現 文部科学省研究開発局, **: 全日本空輸株式会社, ***: 日本航空株式会社

2012年6月7日
電子航法研究所
研究発表会

電子航法研究所は、現在のILS(計器着陸装置)に代わるGPS衛星を用いた次世代着陸誘導システムGBAS (Ground-Based Augmentation System: 地上型衛星航法補強システム)の研究(図1)を進めている。

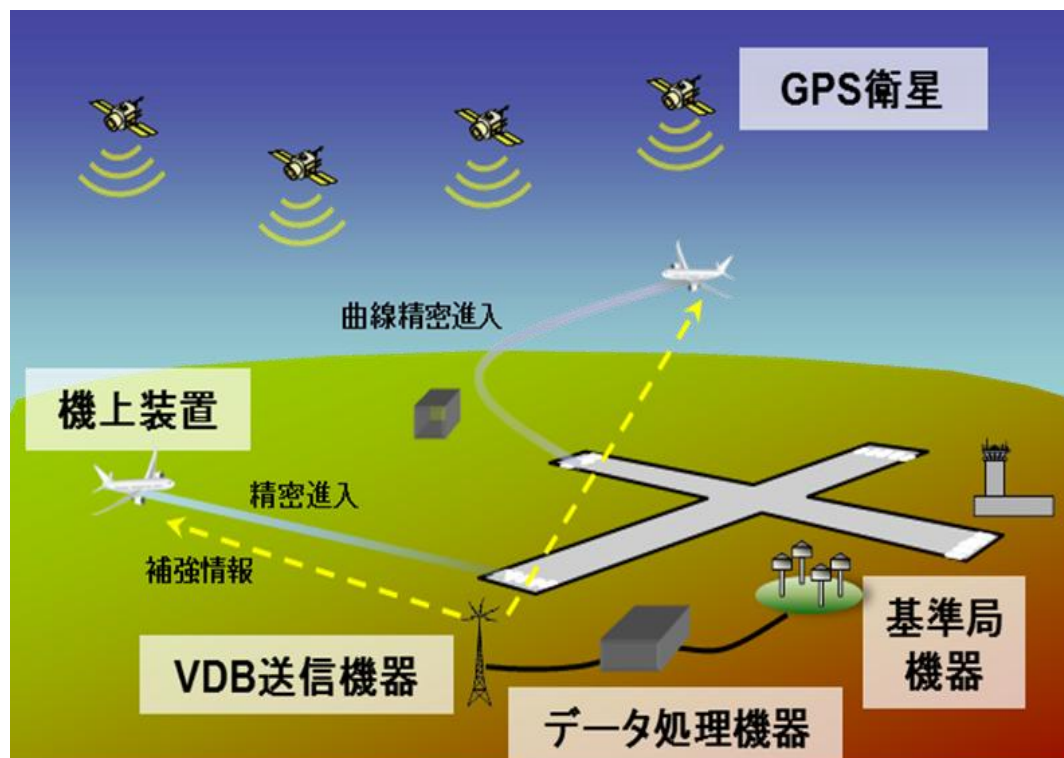


図1 GBAS装置の構成

GBASのメリット

GBASには以下のようなメリットがあり、世界的に研究が進められている。

- 1式の地上装置で空港の全滑走路の進入経路に対応できること
- 将来的には自動着陸に対応する精密進入を実現する能力や、曲線進入など柔軟な飛行経路の設定により、新しい運航方式を実現する能力を持っていること
- 運航効率の改善や騒音軽減による地球環境保全への貢献が期待される

本邦においても、航空局が中心となり航空関連産学官連携の下に進めている将来の航空交通のロードマップであるCARATSの中で、将来の衛星航法を支える技術として位置付けられている。

当研究所では、日本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した安全性解析技術とリスク管理技術によりCAT-I 精密進入を可能とするGBASプロトタイプ of 開発を行い、平成22年11月、関西国際空港においてGBASプロトタイプ of 設置した。

GBASプロトタイプ of は、主に基準局機器、データ処理機器、VDB (VHF Data Broadcast) 送信機器より構成される。(図2-1、図2-2、図2-3)



図2-1 基準局機器

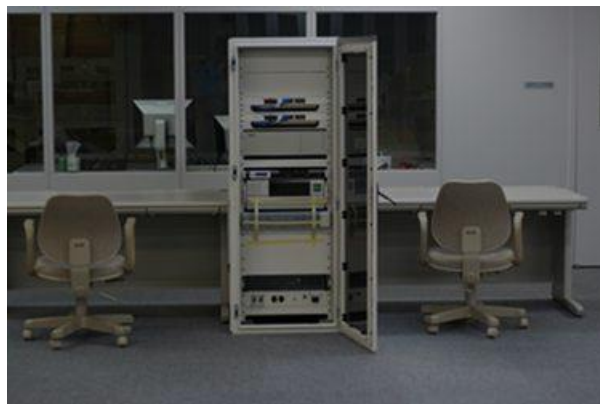


図2-2 データ処理機器



図2-3 VDB送信機器

GBASプロトタイプは、低磁気緯度の環境においてもCAT-Iの能力を達成するため、電離圏監視モニタIFM (Ionosphere Field Monitor) を基準局から離れた位置に設置し、電離圏擾乱現象が原因で発生するエラーを緩和する処理を行っている。(図3-1、図3-2)

また、関西国際空港は2本の滑走路間に高層のターミナルビルが建っており、鉄塔の上、高さ39mの位置にGBASプロトタイプのVDB送信アンテナを設置することにより、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している。(図4)



図3-1 IFM



図3-2 IFMアンテナ



図4 VDB送信アンテナ

VDB覆域の計測(地上試験)

当研究所はGBASプロトタイプについて2011年1月より、地上試験及び実験用小型飛行機を用いての滑走路進入方向を一定高度で飛行するレベル飛行や、一定の半径で周回して飛行するオービット飛行、並びにアプローチ飛行等の飛行実験を実施し、VDB覆域の計測を実施した。

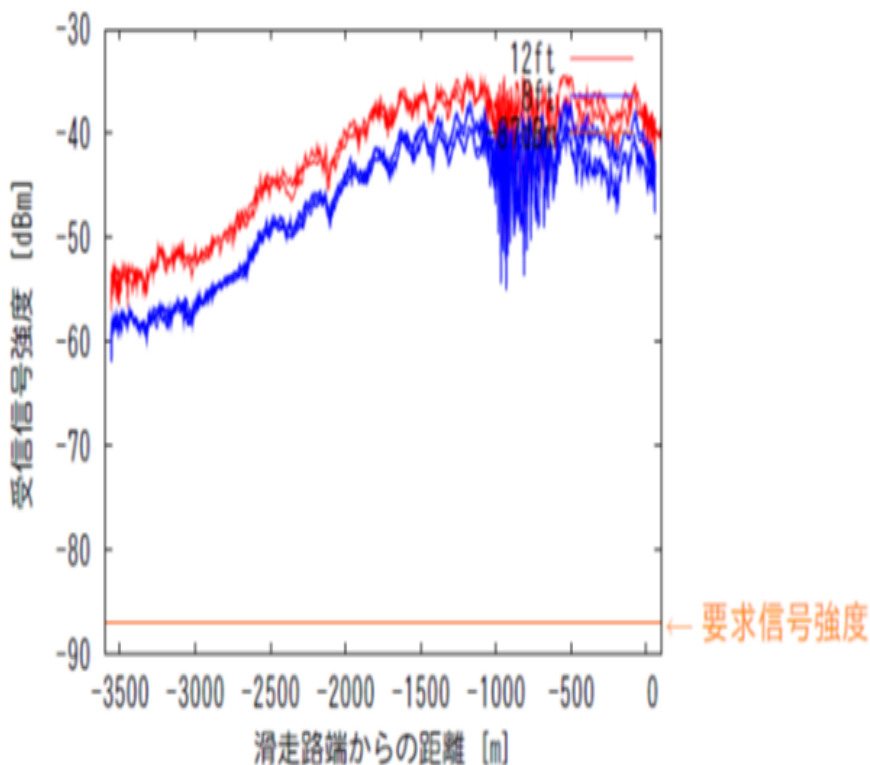


図5-1 A滑走路上での受信信号強度

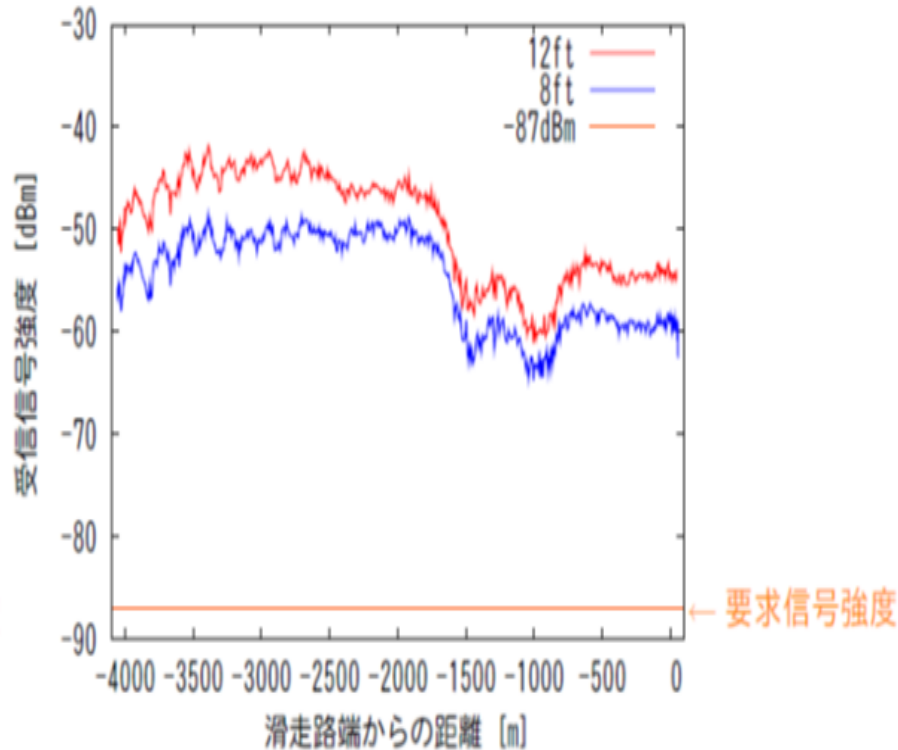


図5-2 B滑走路上での受信信号強度

B-99による飛行実験

地上試験の後、当研究所の実験用小型飛行機B-99(ビーチクラフト)に実験用VDB受信機及びMMRを搭載して飛行実験を実施。(図6-1、図6-2)



図6-1実験用GBAS機上装置



図6-2実験用小型飛行機ビーチクラフトB-99

VDB覆域の計測(飛行試験・レベル飛行)

飛行試験の内容としては、高度3000ft、4000ft、5000ft(図7参照)での滑走路進入方向に沿ってのレベル飛行を実施。

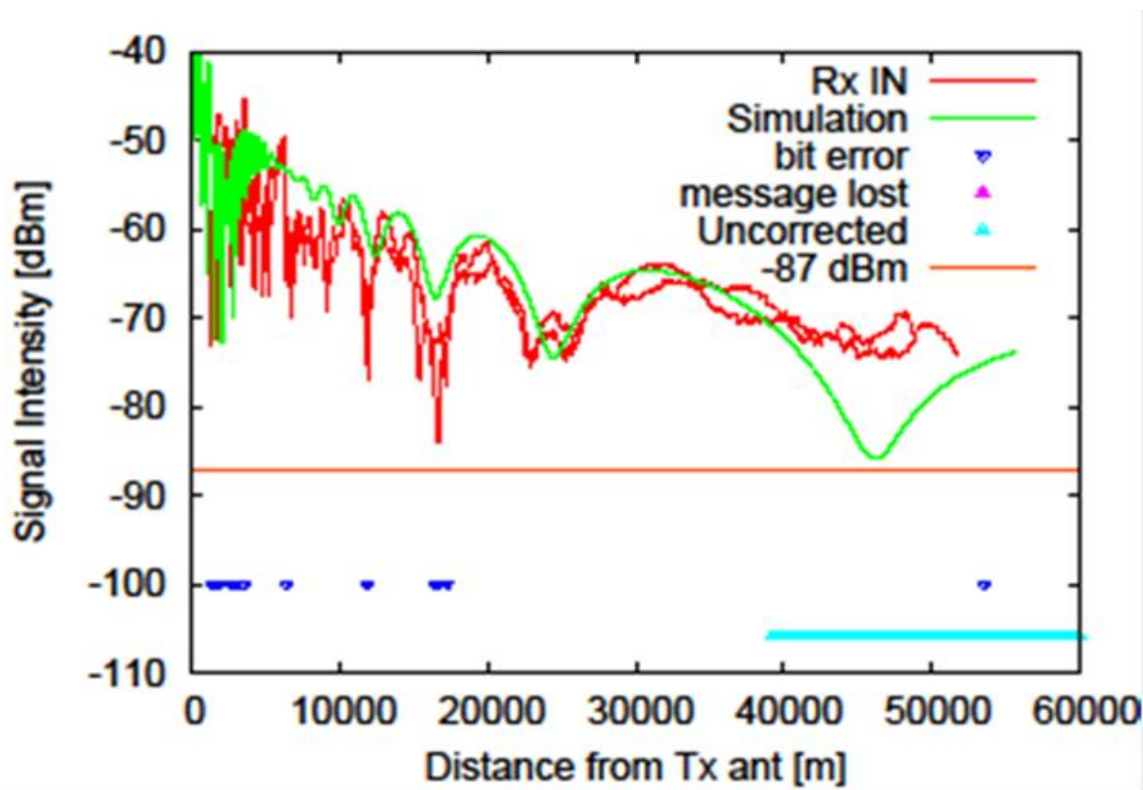


図7 受信信号強度(高度5000ftレベル飛行)

VDB覆域の計測(オービット飛行)

また、半径20NMを一定高度5000ft及び10000ftで周回するオービット飛行(図8-1, 図8-2)も実施。

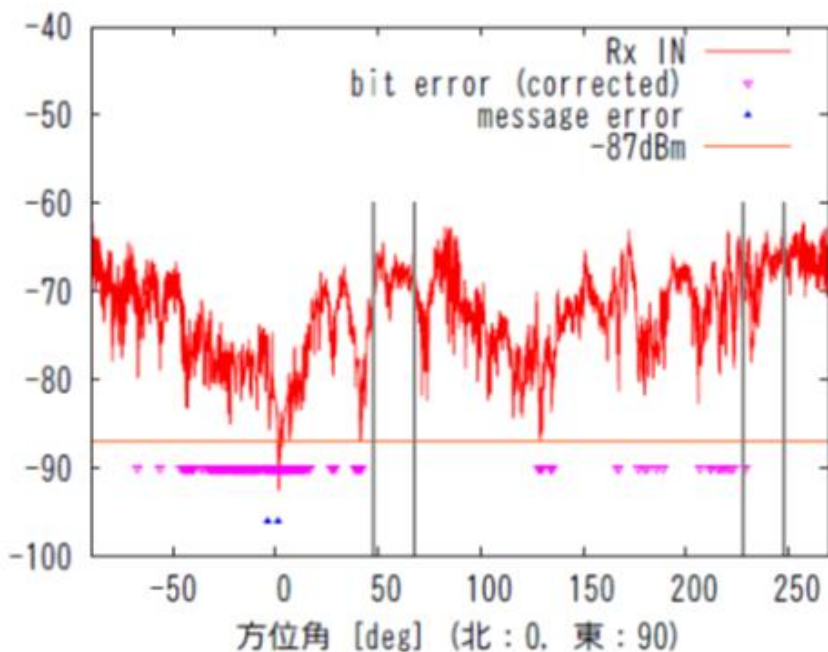


図8-1 オービット飛行中の受信信号強度
(高度5000ft、半径20NM)

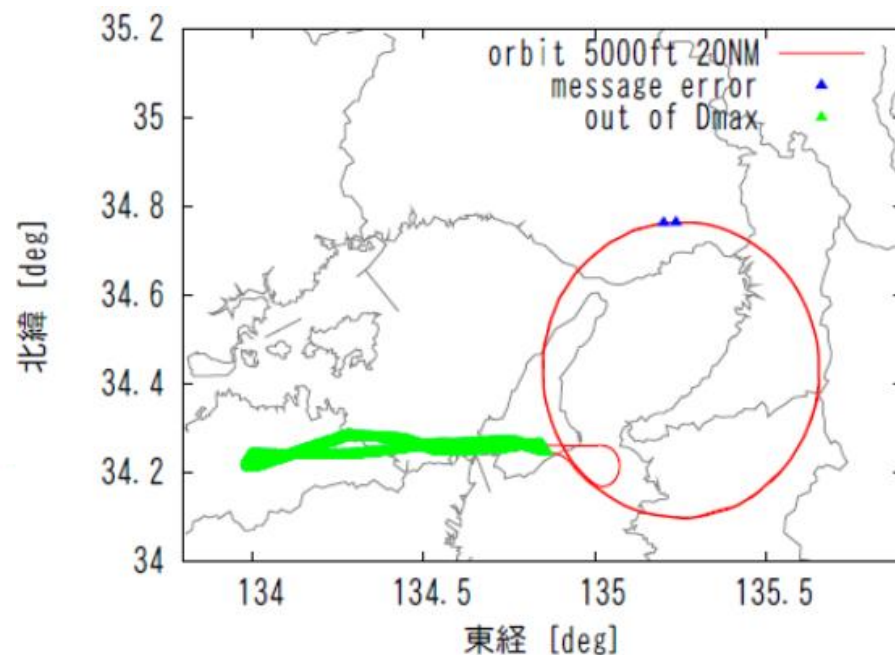


図8-2 オービット飛行中のメッセージ
受信状況
(高度5000ft、半径20NM)

JAXAドルニエ機によるGBASメッセージの確認

当研究所の実験用航空機は、2011年3月11日の大地震及び津波により被災。

そのためILSの進入経路に沿ったアプローチによる飛行実験は、2011年6月にJAXA(宇宙航空研究開発機構)の協力を得て、JAXAの実験用小型飛行機ドルニエDo-228により共同で実施。

アプローチ飛行はILS 24Rの進入コースに沿って飛行し、VDBからデータ伝送されるGBASメッセージを確認。



実験結果では、誤り訂正可能なビットエラーは発生するもののメッセージエラー(GBASメッセージ取得の中断)は発生しないことを確認。

これにより旅客機を用いて飛行実験に進むのに必要な結果が得られた。

GBASの機上及び地上システムはICAOの国際標準に基づいて製造されている。

主要機能がソフトウェアで実現されるため、実用化のためにはシステム全体として接続して機能するか相互運用性の十分な検証を行う必要がある。



実験用小型機のみならず、旅客機においてもGBASシステム全体の相互運用性を確認し、GBASが利用可能であることを実証するため、中型旅客機B787を用いた飛行実験の実施を本邦航空会社の協力を得て企画した。

シミュレーターによるFASデータの確認

全日本空輸株式会社の協力を得たB787飛行シミュレータを用いて、関空GBASによる飛行を模擬し、関空GBASプロトタイプから送信する最終進入経路データ(FAS: Final Approach Segment)の妥当性を確認。



Primary Flight Display (PFD)

Control Display Unit (CDU)

図9 B787飛行シミュレータに関空GBASプロトタイプに関する環境を模擬した画面
提供: 全日本空輸株式会社

2011/7/6 B787 SROV時の飛行試験

本評価は、装置が実験用であること、旅客機として初めての試みということもあり、VMCを確保した状況で飛行を実施。パイロットは、進入中、高度6000ft～7000ftに達した時点で、IFRをキャンセルし、VFRに切り替えて北側からA滑走路(24L)へ進入。



図10-1 関空24Lへのアプローチ



図10-2 関空着陸後のB787

飛行実験においては、GBASプロトタイプから送信されたGBASメッセージを航空機側で受信し、操縦室内のPFD上に、GLS(GNSS Landing System)に関する表示がされることを確認。(図11)



図11 B787実機の最終進入時のPFD画面
提供:全日本空輸株式会社

拡大したPFD画面上のGBAS表示



図11(再掲) B787実機の最終進入時のPFD画面

10月12日から10月23日までの飛行実験は、「Visual by GLS 24(06) R(L)」のリクエストによりクリアランスを得て、管制側は視程5km、雲高は最低誘導高度+500ft、パイロット側は滑走路が見えることを条件に、ビジュアル・アプローチにより実施。

B787を操縦したパイロットからは、「GLSのパスはILSと同様で違和感なく、非常に安定しており、進入角指示灯(PAPI)とも整合していた。」との評価。



図12 GBAS 擬似ユーザ装置と着陸前のB787

飛行実験時のPFDおよびNDの表示

慣熟飛行期間中における飛行実験においては、Runway 06Rの南からの進入も実施。



図13 慣熟飛行期間におけるB787実機の最終進入時のPFD及びND(Navigation Display)

提供: 全日本空輸株式会社

GLSのアプローチ評価シートを作成し、パイロットによるILSとGLSの比較評価を実施。

飛行方式	実施回数 (SROV含む)	パイロットの操縦性に関する評価 (括弧はコメントの数)
RWY 24L	4	LOC及びG/Sへスムーズに会合した。(4) G/SはPAPIと一致していた。(1)
RWY 24R	2	LOC及びG/Sへスムーズに会合した。(2) RA100ft以下で、PAPIが赤3つになった。 しかし、大きな違和感はなかった。(2)
Y RWY 06R	5	LOC及びG/Sへスムーズに会合した。(4)
合計	11	

表1 GLSの評価

(前頁よりの続き)

RWY 24Rにおいて、Radio Altitude (RA) 100ft以下で、PAPIが赤3つとなり、機体の降下パスが進入パスより少し低かったが、パイロットからは特に違和感はないと評価を得た。

また日本航空株式会社によるB787のブルービングフライトが4月に実施され、合計9回のGBAS飛行実験が関空にて行われた。

内訳はRWY 24Lが5回、Y RWY 06Rが1回、Y RWY 06Lが3回だったが、いずれもLOCおよびG/Sとの会合は問題なかった。

- 平成22年11月、関西国際空港にGBASプロトタイプを設置、実験用小型飛行機の飛行実験によりGBASプロトタイプの基本性能を計測、受信信号強度は概ねICAOの国際標準SARPsの要件を満足し、GBASメッセージの受信状況も良好であることを確認。
- 旅客機においてもGBASシステム全体が正常に動作する相互運用性を検証し、GBASが利用可能であることを実証するため、最新鋭の旅客機B787を用いて飛行実験を実施した。GBASプロトタイプから送信されるGBASメッセージを航空機側で受信、操縦室内のPFD上にGLSによる経路からの偏位を表示させた。
- 合計20回実施した飛行実験において、19回はLOC及びG/Sへスムーズに会合し、パイロットからも「GLSのパスはILSと同様で違和感なく、非常に安定しており、進入角指示灯(PAPI)とも整合していた」との高い評価を得た。

- このB787によるGBASの飛行実験は、世界的に見ても米国におけるボーイング社の試験以外には例がない。これにより小型実験機のみならず旅客機においてもGBASプロトタイプ^①の相互運用性を確認することができた。
- 当研究所としては、GBASプロトタイプに関する今回の一連の実験の成功を機に、将来のGBASの実用化の可能性も視野に入れ、運用に必要な課題に取り組みつつ、このGBASの研究開発を更に発展させて行きたい。

本研究の実施にあたっては、これまでご支援、ご協力を頂いた国土交通省航空局、宇宙航空研究開発機構、全日本空輸株式会社、日本航空株式会社、関西国際空港株式会社をはじめとする関係機関の方々に感謝を申し上げますとともに、今後も引き続きご支援、ご協力をお願い申し上げます。