



# RNP to xLS の経路設計と飛行実証

※齊藤 真二, 福島 荘之介 (航法システム領域)  
森 亮太 (航空交通管理領域)

電子航法研究所

令和4年6月17日



ICAO では PBN 概念による航法を促進

GBAS 等の新しい進入着陸システムの導入

安全で効率的な進入方式の実現

運航の最適化を図る計画

新しい進入方式の検討

RNP-AR 方式

RF レグを使った方式

国内 30 以上の空港に導入

GBAS (GLS)

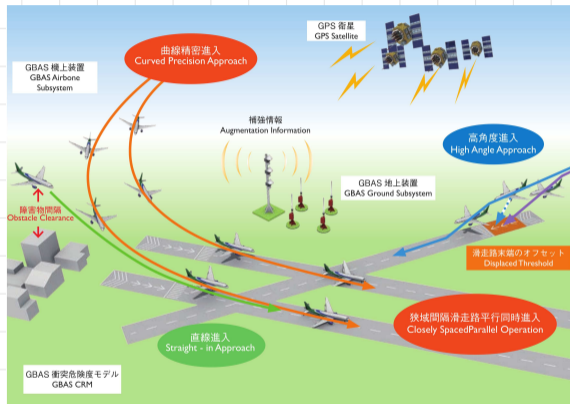
羽田空港に導入

運用評価中

RNP to xLS 方式

RNP 進入の RF レグによる中間進入と ILS や GLS による最終進入経路を接続する方式

RNP to xLS 方式の実現可能性と便益の明確化



# RNP to xLS 方式とは

RNP 進入の RF レグによる中間進入と GLS や ILS の最終進入セグメントを接続する方式  
RF レグの利用

保護区域の狭い自由度の高い経路設計  
経路短縮による燃料消費, 環境負荷低減

## RNP-AR 方式

非精密進入  
特別許可が必要

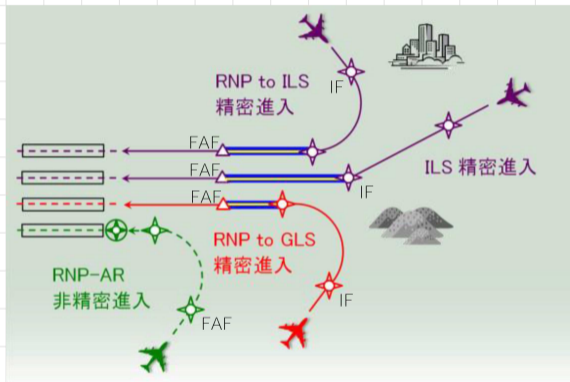
## RNP to xLS 方式

精密進入 (ミニマ低下)  
RNP-AR 方式より長い直線レグ

## RNP to ILS と RNP to GLS の差異

RF レグから xLS への会合に必要な距離  
ILS : 1.5NM  
GLS : 1.0NM

GLS ではパス形成に関わる誤差が無視でき,  
航空機のパスアライメント誤差が ILS より小さいため



## モデル空港の選定と見込まれる導入効果

広島空港 RWY10

典型的な RNP to xLS 方式の進入経路により経路短縮効果が見込まれる進入

高松空港 RWY08

ILS 未設置, 障害物回避, ミニマ・最低気象条件の緩和が見込まれる進入

## 設計条件の調査

モデル空港, 方式設計官署でのヒアリングを実施

空港環境における制約を把握

出発機・小型機経路との交差

最低誘導高度の制限

進入経路下の障害物の確認

など

便益が高い飛行方式を設計



## 経路短縮

現行の RNAV STAR+ILS

MISEN ARRIVAL  
AMURO から  
RWY10 THR まで  
54.6NM

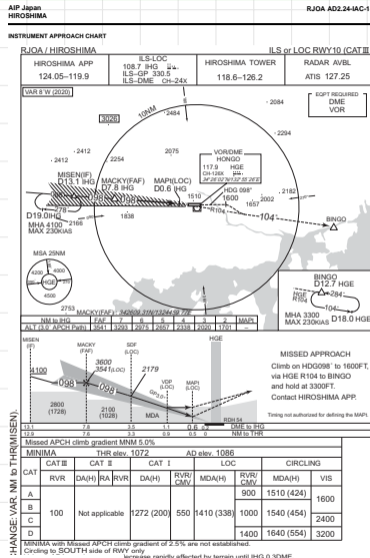
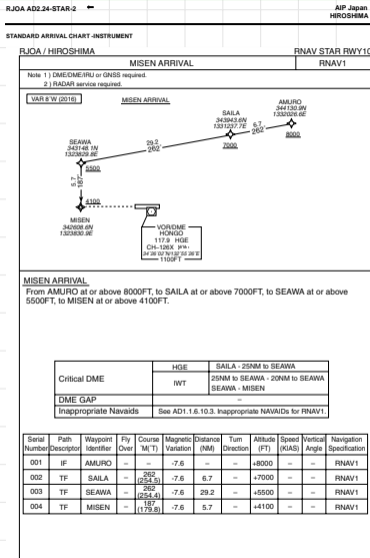
RNP to ILS 方式

46.7NM  
7.9NM の短縮

RNP to GLS 方式

45.4NM  
9.2NM の短縮

飛行時間,  
燃料消費量の削減



AIP (<https://aisjapan.mlit.go.jp/>) より抜粋

# 広島空港 RWY10 (RNP to ILS)

## 経路短縮

現行の RNAV STAR+ILS

MISEN ARRIVAL  
AMURO から  
RWY10 THR まで  
54.6NM

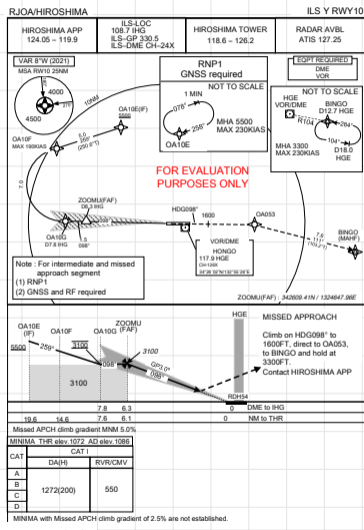
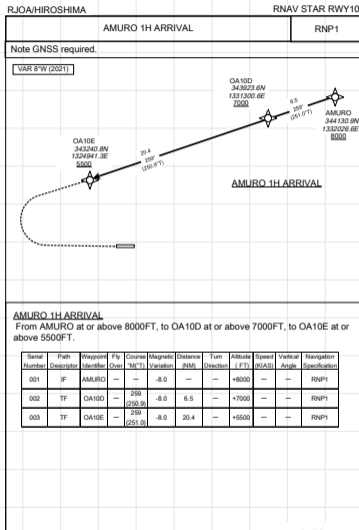
RNP to ILS 方式

46.7NM  
7.9NM の短縮

RNP to GLS 方式

45.4NM  
9.2NM の短縮

飛行時間,  
燃料消費量の削減



実験用 RNP to ILS 方式

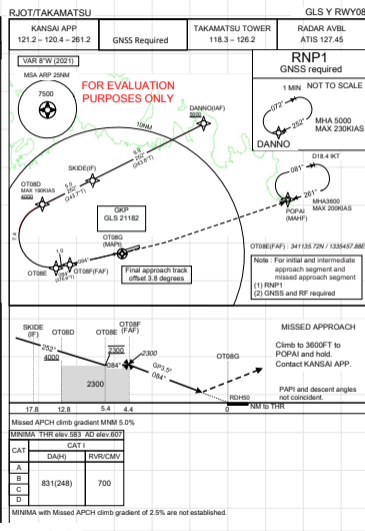
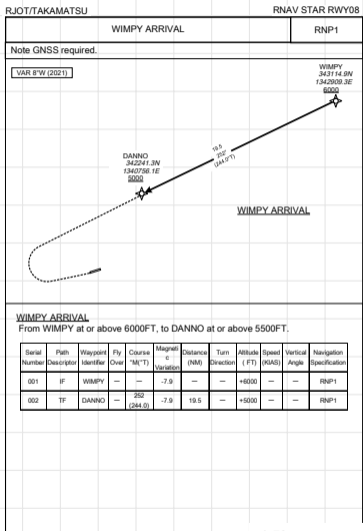


## 障害物回避

滑走路延長上に山岳  
ILS 進入が未設定

オフセットかつ高降下角進入  
GLS の特長を活用

ミニマ・最低気象条件の緩和  
RNP to GLS 方式

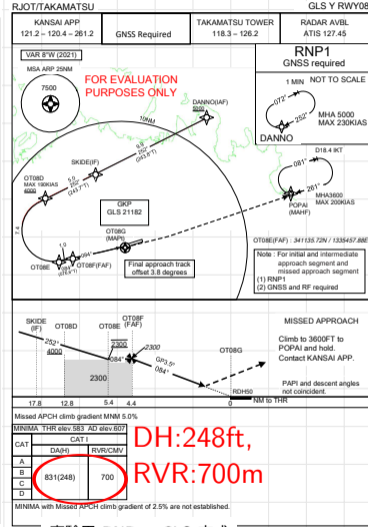
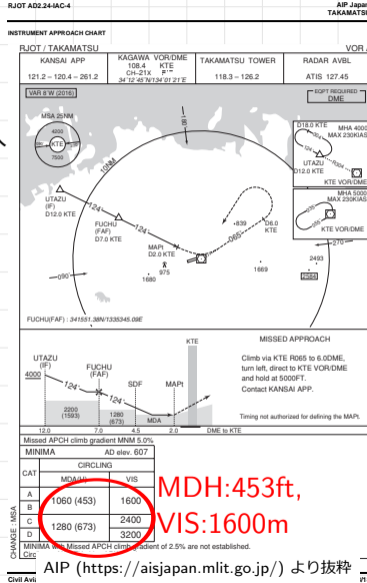


実験用 RNP to GLS 方式

## 障害物回避

滑走路延長上に山岳  
ILS 進入が未設定

オフセットかつ高降下角進入  
GLS の特長を活用  
ミニマ・最低気象条件の緩和  
RNP to GLS 方式



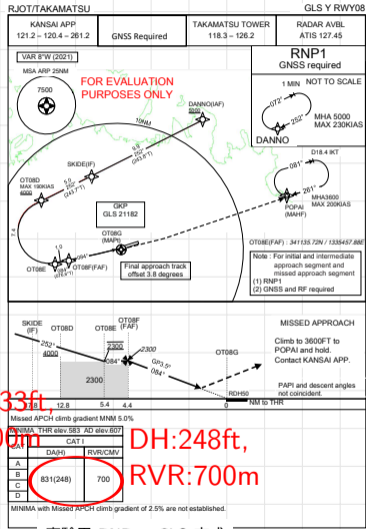
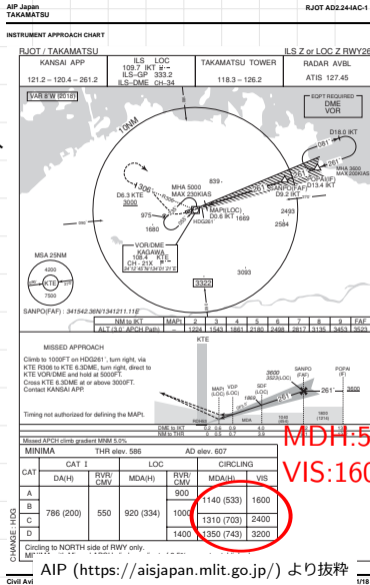
実験用 RNP to GLS 方式

## 障害物回避

滑走路延長上に山岳  
ILS 進入が未設定

オフセットかつ高降下角進入  
GLS の特長を活用

ミニマ・最低気象条件の緩和  
RNP to GLS 方式



MDH:533ft  
VIS:1600m  
DH:248ft,  
RVR:700m

AIP (https://aisjapan.mlit.go.jp/) より抜粋

実験用 RNP to GLS 方式

## 可搬型 GBAS

### GBAS 未設置空港における実験の実施

#### 装置の可搬性

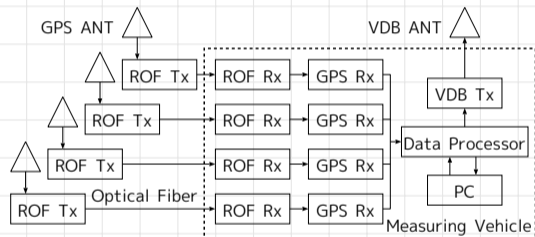
- 実験用測定車両の利用
- 実験実施空港への移動が容易
- 実験用測定車両の発電機による運用が可能

#### 設置の容易性

- 屋外設置となる基準局アンテナ周辺の機器の軽量化
- ROF (Radio over Fiber) の採用
- 数時間で展開可能

#### 耐環境性

- 防水型コネクタ, 耐環境光ケーブル等の採用



可搬型 GBAS ブロック図

# 可搬型 GBAS の設置例（広島空港）





## 実験用航空機『よつば』

Beechcraft B300 KingAir350

JA35EN

## NAV データベース

設計した飛行方式に基づき

ARINC424 形式の NAV データベースを構築

実験用航空機の FMS にインストール

## 取得データ

実験用航空機の ARINC429 出力

姿勢, 速度, 燃料流量など

実験用 GBAS 機上装置 ARINC429 出力

GBAS 出力, 航空機位置など

位置, 燃料流量

飛行時間, 燃料消費量の算出



# 広島空港

RNP to xLS 方式による  
経路短縮の効果を検証

AMURO から  
RWY10 THR までの  
飛行時間, 燃料消費  
量を比較

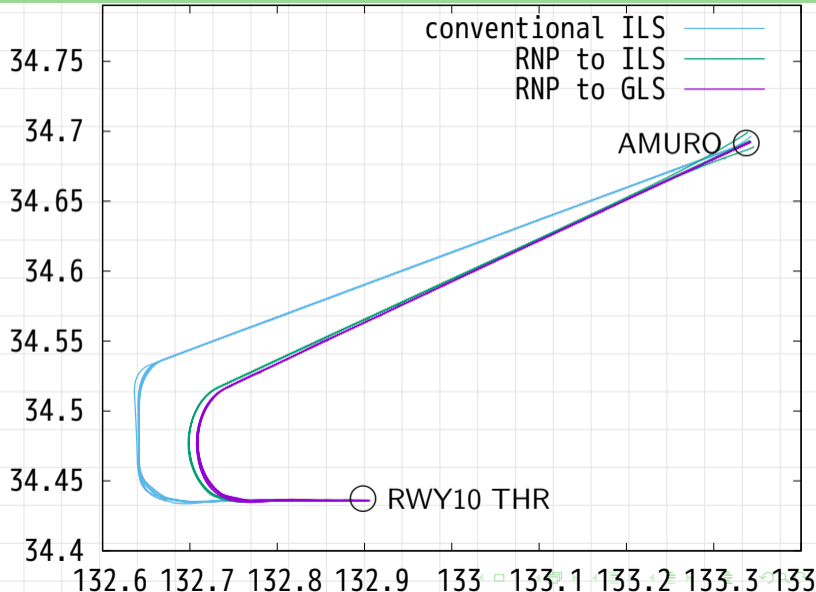
飛行時間は通過時  
刻の差分  
燃料消費量は燃料  
流量を積算

飛行回数

RNP to GLS : 20 回

RNP to ILS : 8 回

現行 ILS 進入 : 13 回



# RNP to xLS 方式による経路短縮の効果

## 現行の RNAV/STAR ILS 方式と RNP to xLS 方式の比較

AMURO から RWY10 THR までの飛行時間, 燃料消費量

	現行方式	RNP to GLS (削減量)	RNP to ILS (削減量)
飛行回数	13	20	8
平均飛行時間 [s]	1034	858 (176)	874 (160)
平均燃料消費量 [lbs]	159.0	132.8 (26.2)	135.0 (24.0)
経路長 [NM]	54.6	45.4 (9.2)	46.7 (7.9)

### RNP to GLS 方式

飛行時間 : 176 秒 (17.0%) 短縮

燃料消費量 : 26.2lbs (16.5%) 削減

### RNP to ILS 方式

飛行時間 : 160 秒 (15.5%) 短縮

燃料消費量 : 24.0lbs (15.1%) 削減

## 高松空港 RWY08 進入

ILS 進入が設定不可

障害物（高鉢山, 高山航空公園）  
が存在するため

ILS 装置の設置不可

オフセット進入とした場合  
ローカライザ用地の確保が困難

## RNP to GLS 方式を設計

ミニマ・最低気象条件改善,  
障害物回避経路

ローカライザ 3.8 度オフセット  
進入降下角 3.5 度

## フライアビリティの評価

実験参加者からのコメント  
警報の有無

## 参加者のコメント例

最終進入経路の LOC オフセットについて、  
当初設計した 4.4 度と飛行実験での 3.8 度の違いは天候が良い場合は、ほぼ無い  
視程が悪く DH 直前まで滑走路や進入灯火が視認出来ない場合は、  
アラインするのが難しい（特に大きな機体）と考えられる  
Baro-VNAV は気温によって降下パスの幾何高度が変わるが、  
GLS (GBAS) は気温に依存しないため、より信頼できる

## 警報の有無

FMS での飛行（設計した経路に沿った飛行）では EGPWS（対地接近警報装置）の作動無し  
マニュアル操作でオンセット近くまで会合点をずらした場合 EGPWS が作動

選定したモデル空港に対し RNP to xLS 方式を設計  
実験用航空機による飛行実証を実施

経路短縮による飛行時間および燃料消費量の削減  
15%~17%の削減

ミニマおよび最低気象条件の改善を目的とするオフセットかつ高降下角による障害物回避の  
進入方式における、ワークロード・EGPWS の動作といったフライアビリティ  
を確認

方式設計・飛行実験等を通して、新しい方式について  
管制官・エアライン・方式設計者などの関係者官の合意形成  
新しい方式の有効性を確認

飛行実証の実施において多大なご協力を頂いた国土交通省大阪航空局  
高松空港事務所および広島空港事務所の関係各位に感謝致します



ご清聴 どうも  
ありがとうございました