



国土交通省

Civil Aviation Bureau Japan

RNAV

(ロードマップと今後の展開等)

第6回CNS/ATMシンポジウム
平成18年1月31日

国土交通省 航空局
保安企画課

The 6th CNS/ATM Symposium



RNAV展開の検討

RNAV連絡協議会及び作業部会を設置（平成16年8月）

- 航空局、航空会社、航空関係法人
- 我が国の現行RNAV運航の見直し
- 我が国におけるRNAVの中・長期的な導入・展開計画の検討

- ➔ 航法精度等を規定し、国際的調和を有するRNAVの導入を決定
- ➔ 「RNAVロードマップ」を策定（平成17年4月）
- ➔ ロードマップに基づいてRNAV整備・展開を決定
- ➔ 「RNAV推進協議会」を設置（平成17年7月）
- ➔ 「RNAV整備チーム」を設置（平成17年10月）



国土交通省

RNAVロードマップ



国土交通省

RNAV 整備

導入時期と考慮すべき要素

- ➔ 関空2期(平成19年)、羽田再拡(平成21年)、成田第2滑走路延長後の交通量増大への対応
- ➔ 運航効率の向上
- ➔ 適合機の飛行割合
- ➔ ICAO基準等の策定・調和を持った運航(本邦機、外国機)

段階的な展開

- ➔ 運航効率向上の早期実現
- ➔ 交通量増大への対応(羽田再拡張に伴う交通量増大)
- ➔ 将来のRNAVの方向性の提示



国土交通省

RNAVロードマップ - 1

→ 短期

国内空域をFL290で、RNAV経路とVOR/DME経路に運用的に分離する「Sky Highway」を実現。**運航効率の向上に主眼**

→ 中期

関空2期、羽田再拡張後の航空交通に適切に対応する運航方式及び航空交通システムを構築。**空域容量の増大に主眼**

→ 長期

全飛行フェーズにおいて、RNAVによる効率的運航を可能



国土交通省

RNAVロードマップ - 3

短期 (平成17 – 19年)

ターミナル: 航法精度1マイル他を規定したRNAVによるSID/STARを設定

Ref: ICAO Guidance for RNAV1 & RNAV2 Operations

レーダー空港、VHF音声、DME/DME/IRU or GPS

- RNAV SIDは、運航効率を大きく向上
- ATC/パイロットの音声通信を低減

進入: RNAV(GPS)進入方式をレーダー空港に展開



国土交通省

RNAVロードマップ - 4

中期 (平成20 – 24年)

航空路: 航法精度5マイル他を規定したRNAVを導入

Ref: EASA AMC 20-4 (former JAA TGL-2)

レーダー覆域、VHF音声、DME/DME

経路間隔短縮による空域有効利用



国土交通省

RNAVロードマップ - 5

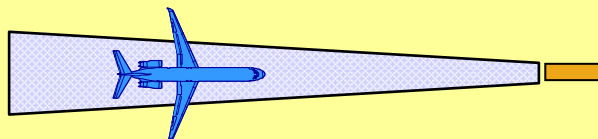
中期 (平成20 – 24年)

ターミナル: RNAV SID/STARsの展開

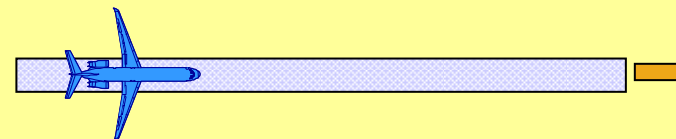
進入方式: RNP進入方式の導入

RNAV(GPS)進入方式: 現行のGPS利用のRNAV進入方式

RNP進入方式: 新たな概念に基づく航法精度他を規定したRNAV進入方式



RNAV(GPS)進入



RNP進入



国土交通省

RNAVロードマップ - 6

長期 (平成25 – 30年以降)

航空路: 航法精度2マイルのRNAVを導入し、FL290以上の空域の経路では義務化を目指す

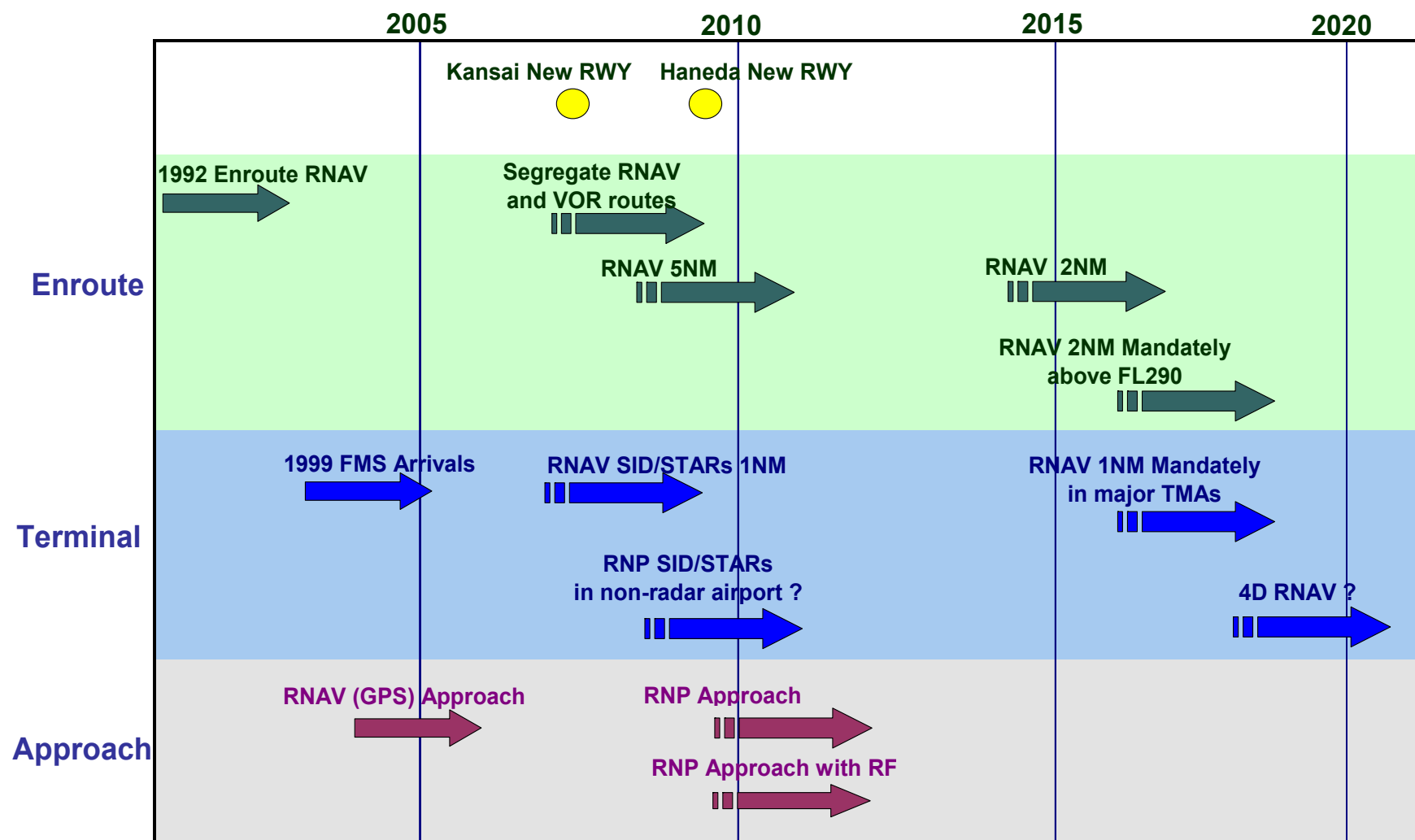
ターミナル: 主要空港では、航法精度1マイルのRNAVを義務化を目指す

進入方式: RNP進入方式を展開



国土交通省

RNAVロードマップ - 7





国土交通省

RNAVの今後の展開



国土交通省

RNAV具体化の推進

RNAV/ATM推進協議会(平成17年7月)

- 航空局、航空会社、航空関係法人
- RNAVロードマップに基づき、RNAVの具体化を推進
- 航空関係者間で、情報共有、共通認識化、意見交換

RNAV整備チーム(平成17年10月)

- 技術部、管制保安部、航空会社



主要検討課題

- 整備の基本的考え方と実施計画の策定
- 主要路線・主要空港への導入
 - ・ 羽田空港等の混雑空港を含む
 - ・ 羽田再拡張(平成21年)までに、国内の全レーダー空港にRNAVによる出発経路・到着経路を設定
- 地方空港への導入
 - ・ ノンレーダー空港の整備課題
 - ・ ノンレーダー空域における運航の安全性の考え方、装備要件
- 衛星航法（GNSS）への移行
 - ・ GPS利用の運航環境下における運航の安全性の考え方
 - ・ DME/DME利用のRNAV運航環境
 - ・ RNAV運航環境下における既存航法施設（VOR）の縮退
- 基準／ルート整備
 - ・ 基準策定（運航実施基準、空域設定基準、管制方式基準、等）



国土交通省

整備基本計画(検討中)

	短期	中期		長期
	H17-19	H20-21	H22-24	H25-30以降
航空路	スカイハイウェイ構築	RNAV5のRNAV経路導入		RNAV2のRNAV経路の導入、 FL290以上では義務化
ターミナル	空港単位で設定 (H21年度末までに全レーダー空港に設定)			主要空港では、RNAV1の義務化
進入方式	各空港にRNAV進入方式を設定 (特に、ILS未設置の滑走端)		RNP進入方式へ移行	
羽田空港	SID/STAR設計 (一部公示)		SID/STAR公示	
ノンレーダー空港	安全性の考え方の検討		SID/STAR公示	



国土交通省

羽田空港への導入

羽田再拡張に係るRNAV経路導入スケジュール(案)

- ① 関東空域再編(羽田・成田・東管空域の見直し)後のRNAV SID/STARを策定し公示。
- ② 現行空域構成で設定可能なRNAV SID/STARも検討し、便益が見られるのであれば、関東空域再編前に公示を予定。
- ③ 横田空域再編が示された場合は、再編後の横田空域を反映したRNAV SID/STARを公示。

		17年度	18年度	19年度	20年度	21年度	22年度
関東空域再編		再編案策定 シミュレーション	空域デザイン確定			公示	
昼間時間帯 (SID/STAR)	RNAV1 SID		設定案提示			公示	再編した空域において、RNAV SID/STAR による運航
	RNAV1 STAR			設定案提示		公示	
深夜時間帯 (SID/STAR)	RNAV1 SID/STAR		設定案提示 (一部公示)				
進入方式	RNP進入	ICAO規則策定		設定案提示	管制方式の検討	公示?	LDA進入とRNP進入 の併用

羽田再拡張(H21年末)



国土交通省

RNAVを可能とする航法システム

- GNSS (GPS、SBAS)
- DME/DME (複数のDME局を利用)
- VOR/DME (1局のVOR/DME局を利用)
- IRU (自蔵航法装置)
- これらの組み合わせ

現在の航空機は、「GPS搭載機」、「DME/DME+IRU搭載機」、「GPS+DME/DME+IRU搭載機」に大別される

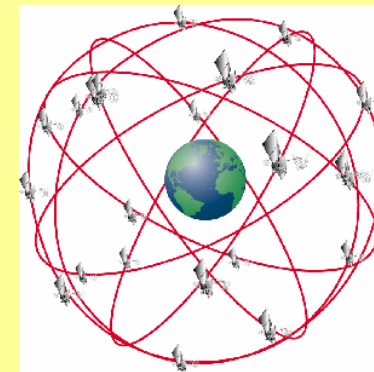


国土交通省

GPS利用のRNAV

航空航法システムが満たすべき要件

- 「完全性 (Integrity) 」
誤った情報を出力せず、使えないときは直ちに警報を発すること
- 「精度 (Accuracy) 」
測位誤差が一定値以下であること
- 「継続性 (Continuity) 」
途切れることがないこと
- 「利用可能性 (Availability) 」
使える時間的割合が一定値以上であること





GPSの課題

① GPSは4条件を満たさない

- 完全性: RAIM機能により、一定条件下で確保
- 精度: 水平測位の「精度」は非精密進入まで対応可(※垂直測位は利用不可)
- 継続性: 満足しない
- 利用可能性: 満足しない

② 米国による設置・管理、責任(保証)の問題

- GPS衛星のトラブル(突発的な故障等)
計画的なメンテナンス情報は公開されるが、衛星の設計寿命等により、突発的な故障が実際に発生
- 意図的な精度劣化、サービス停止の可能性

③ その他の問題

- 非意図的な電波干渉
GPSに使用される電波の脆弱性(信号強度が弱い)
- 意図的な妨害

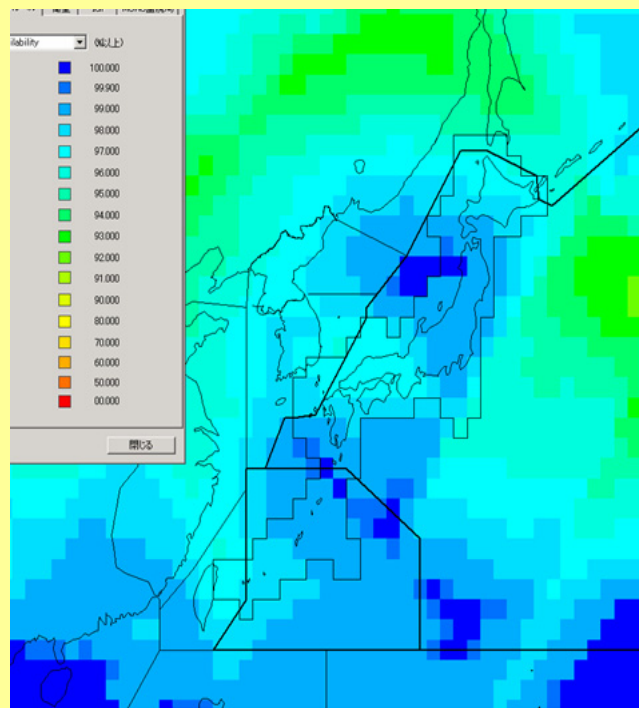


国土交通省

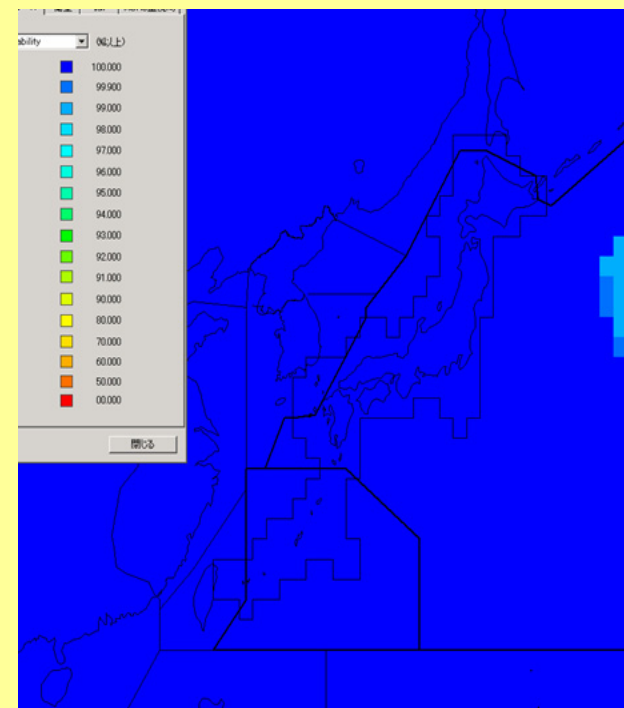
GPSの利用可能性

非精密進入、GPS 24機、SBASによる補強有無の対比

GPSのみ (TSO-C129a)



MSAS補強 (TSO-C145a/146a)



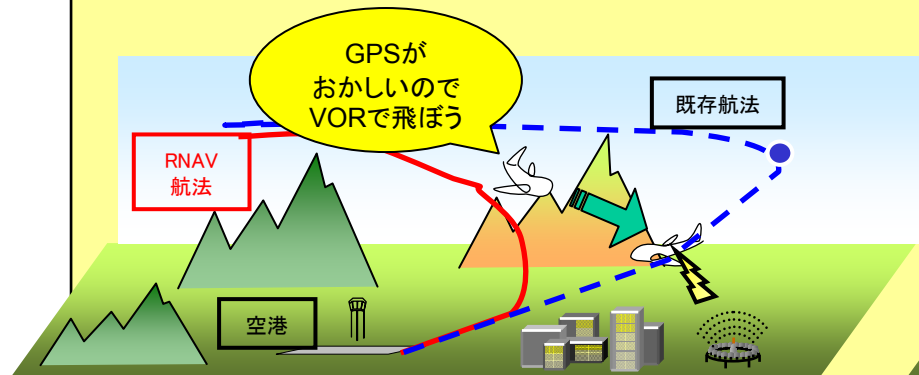


国土交通省

現行のGPS運航

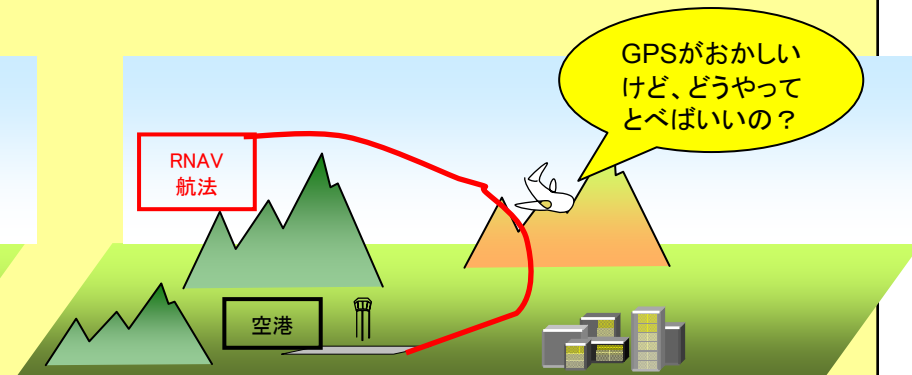
VOR又はNDBの
電波覆域内

GPS装置による位置等の情報に疑義が生じた場合には、VOR又はNDBを利用した航法に必ず移行できる。



VOR又はNDBの
電波覆域外

VORやNDBの電波覆域外では、VORやNDBを利用した航法に移行できるとは限らない。



「GPSを計器飛行方式に使用する運航の実施基準」（抜粋）

法令により装備することが求められている航法装置を装備し、かつ、GPS装置による位置等の情報に疑義が生じた場合には、これらの法令で求められている航法装置による航法に移行できる場合に限りGPS装置を計器飛行方式に使用（「GPSを航法に補助的に使用」という）することができる。



GPS利用の論点

- GPS装置による位置等の情報に疑義が生じた場合の対応としての「法令で求められている航法装置による航法」とは、厳密にはどのような航法まで、またどの程度まで許容されるのか？
 - － 自蔵航法装置を使用した航法、GPS以外のRNAV(DME/DME、VOR/DME)による航法は許容されるのか？
 - － 推測航法(操縦士又は航空士が位置及び針路を推測して飛行する航法)は許容されるのか？
 - － 欧米においての運用は？
- 洋上において、GPSは自蔵航法装置の代替となりうるか？
 - GPS補助的使用での、航空保安無線施設の必要性。
(= 従来の航空保安無線施設の縮退の限界)
 - GPS補助的使用での、航空機の機上装置の装備義務。
 - GPS装備機に対する自蔵航法装置の装備義務の必要性。

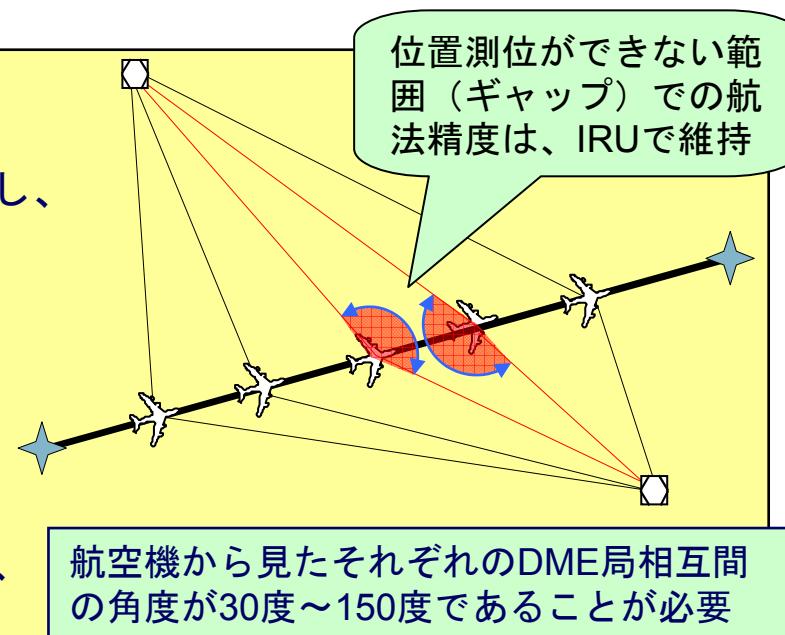


国土交通省

DME/DME RNAVの運航環境

DME/DME RNAVの測位原理

- 航空機は2局以上のDME局との距離を測定し、自機位置を算出。
- 利用可能なDME局は、以下に依存。
 - ①「飛行高度・山岳の遮蔽」
 - ②「航空機とDME局の位置関係」
 - ③「DME局の送信出力」
- 航空機の移動に伴って利用可能なDME局は、時々刻々変化。



【航法精度達成環境のシュミレーション検証】

現行のDME配置によって得られるDME/DME RNAVの航法精度達成環境を航法誤差シミュレーションソフトを用いて推定。

* 注：あくまで推定。実際に利用可能かどうかは飛行検査機による確認が必要。

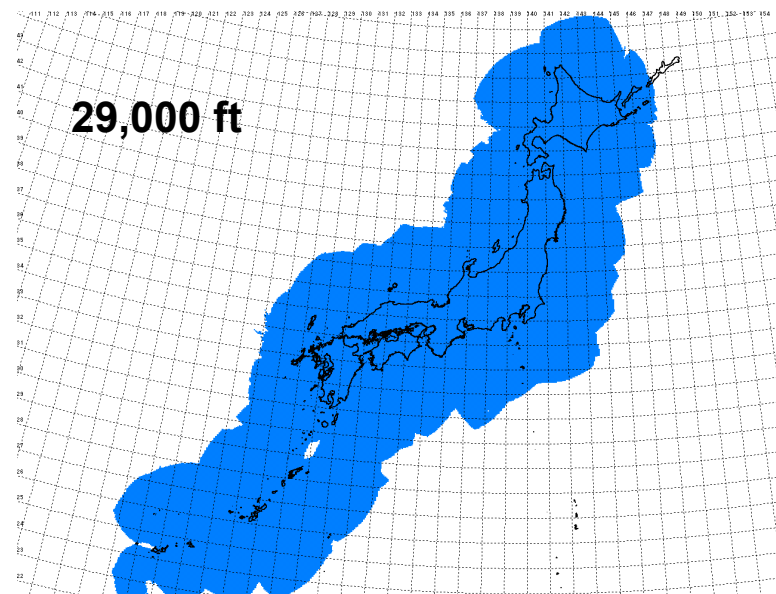


国土交通省

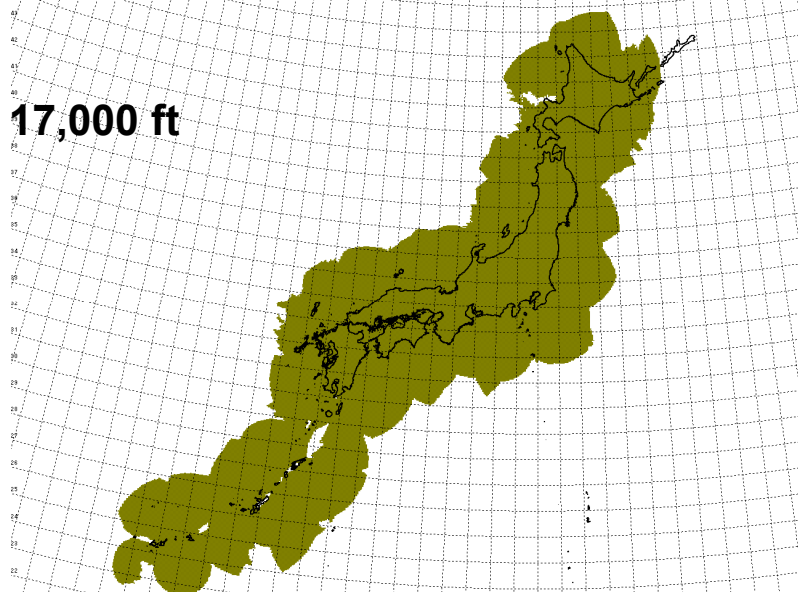
DME/DME シミュレーション 航空路

RNAV Total System Error: **2マイル**

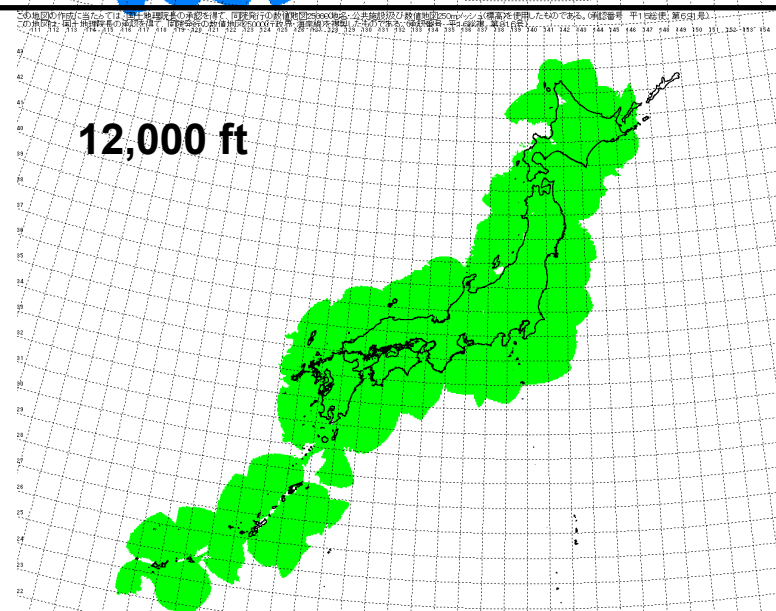
29,000 ft



17,000 ft



12,000 ft



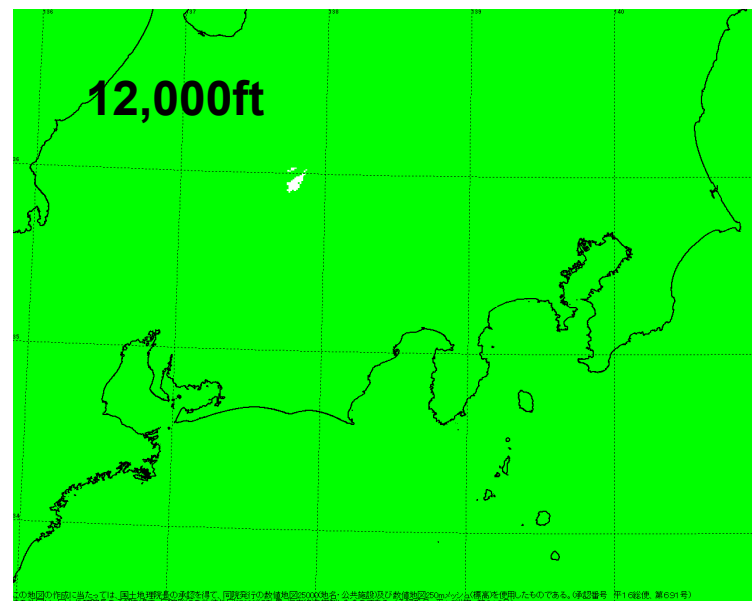
m



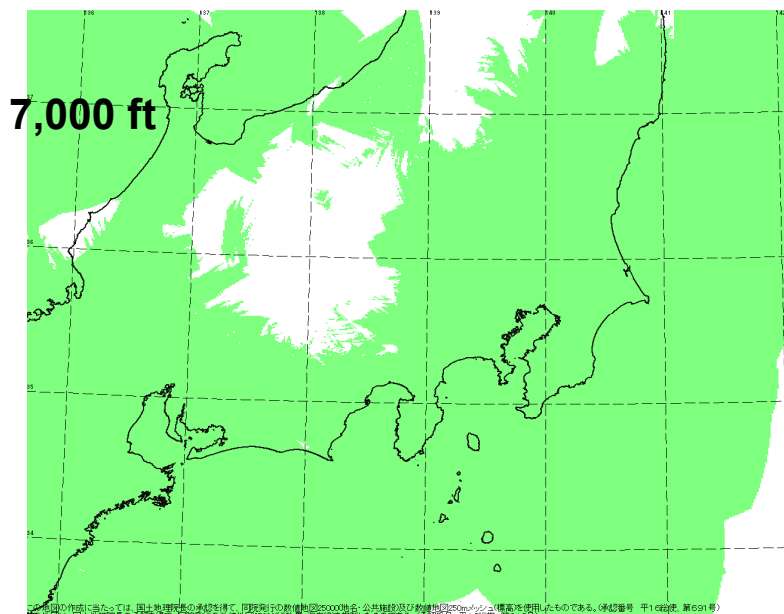
国土交通省

DME/DME シミュレーション 関東地方

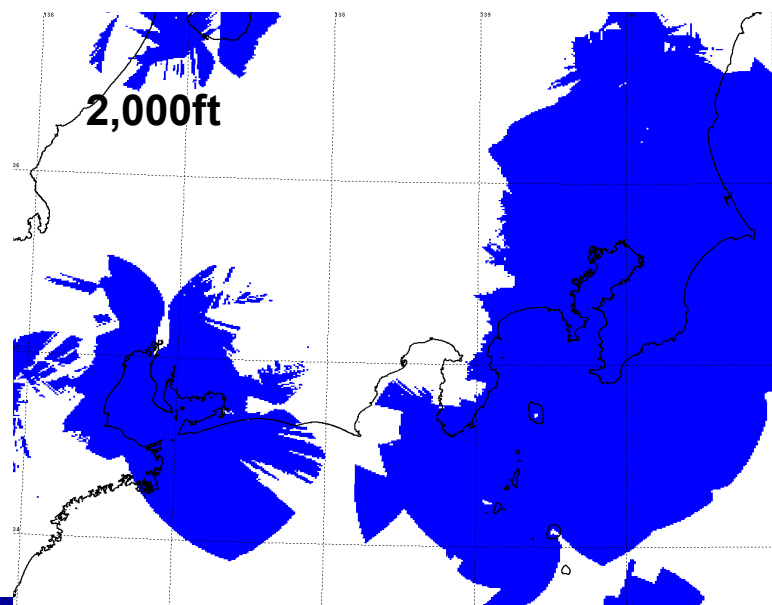
RNAV Total System Error: **1マイル**



この地図の作成にあたっては、国土地理院表の承認を得て、同院発行の数値地図5000地形、公共施設及び数値地図250メッシュ（標高）を使用しましたものである。（承認番号 平14総表 第691号）
この地図は、国土地理院表の承認を得て、同院発行の数値地図5000地形、海岸線を複製したものである。（承認番号 平14総表 第691号）



この地図の作成にあたっては、国土地理院表の承認を得て、同院発行の数値地図5000地形、公共施設及び数値地図250メッシュ（標高）を使用しましたものである。（承認番号 平14総表 第691号）
この地図は、国土地理院表の承認を得て、同院発行の数値地図5000地形、海岸線を複製したものである。（承認番号 平14総表 第691号）



この地図の作成にあたっては、国土地理院表の承認を得て、同院発行の数値地図5000地形、公共施設及び数値地図250メッシュ（標高）を使用しましたものである。（承認番号 平14総表 第691号）
この地図は、国土地理院表の承認を得て、同院発行の数値地図5000地形、海岸線を複製したものである。（承認番号 平14総表 第691号）

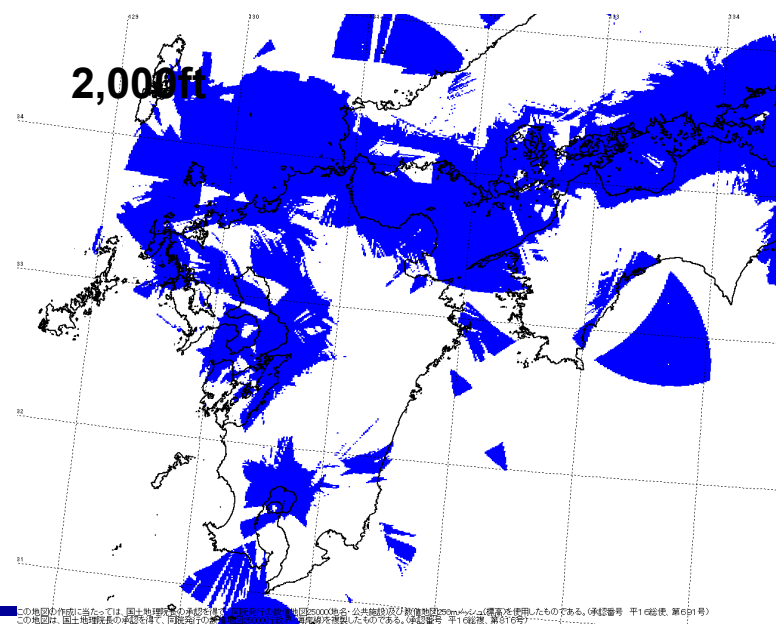
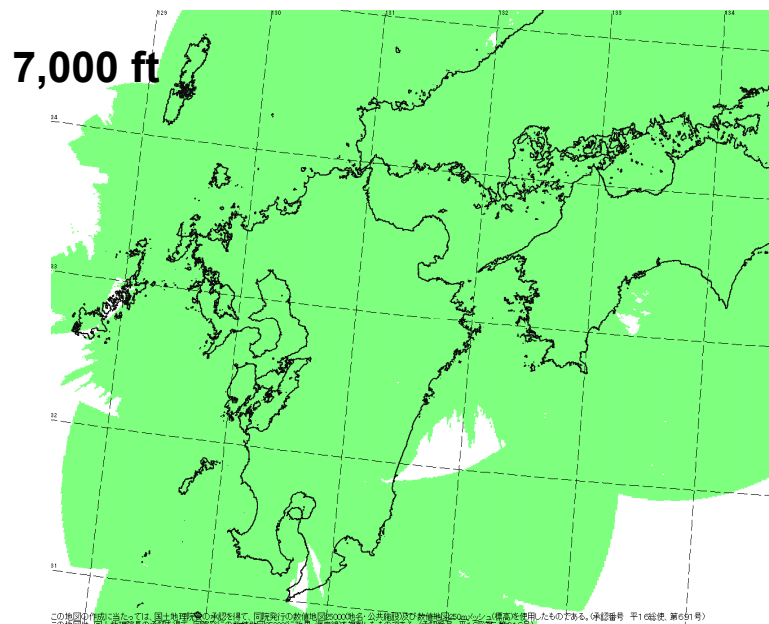
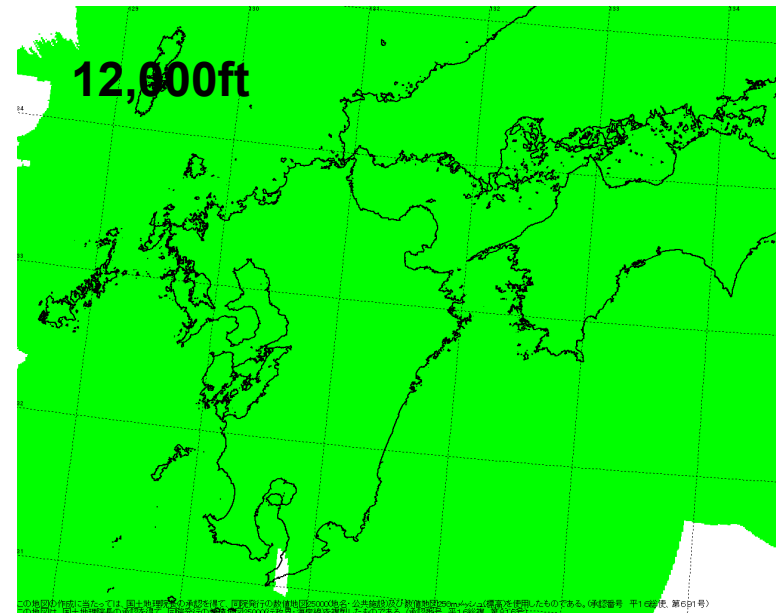
m



国土交通省

DME/DME シミュレーション 九州地方

RNAV Total System Error: **1マイル**

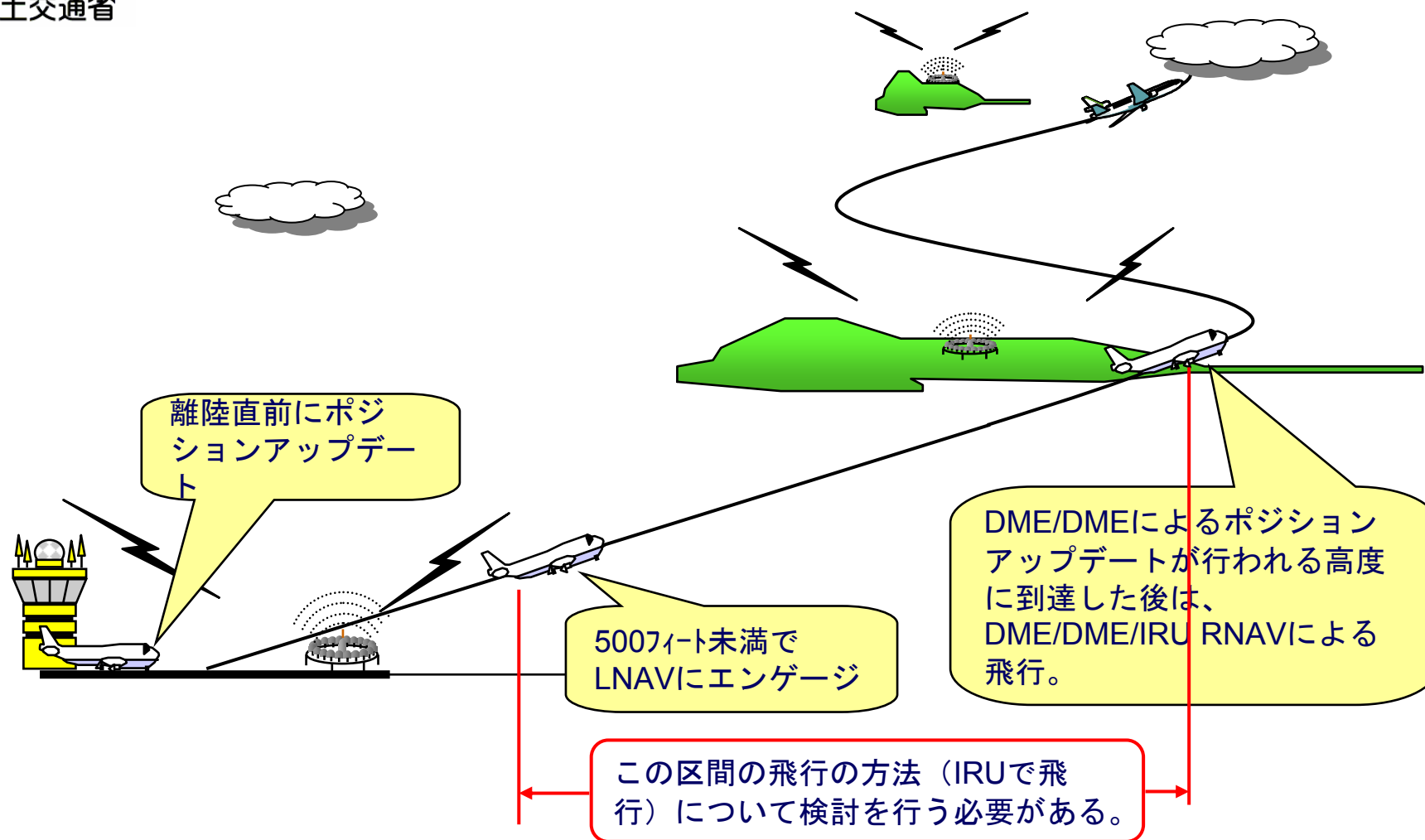


m



国土交通省

DME/DME+IRUによるRNAV SID

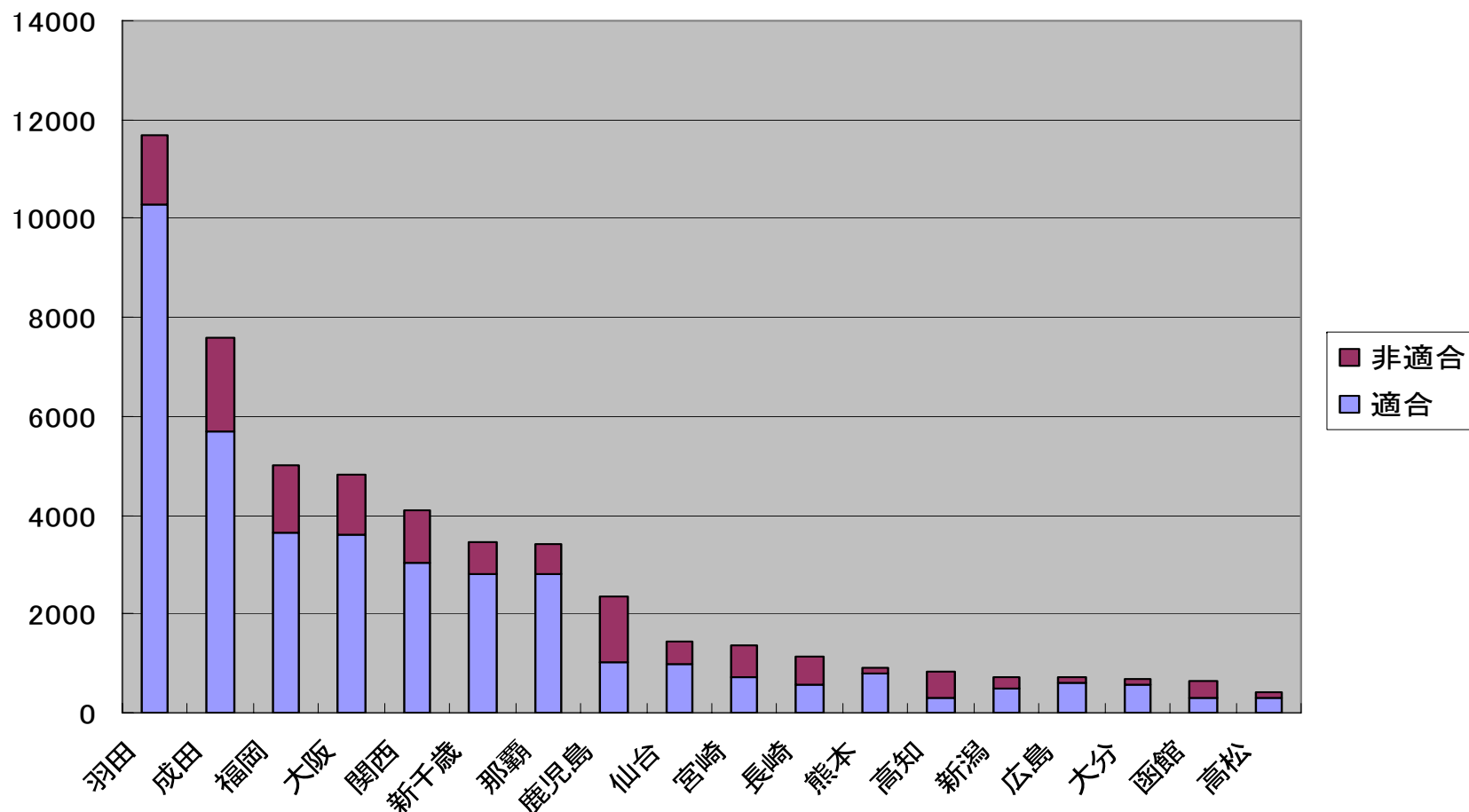




国土交通省

空港別のRNAV適合機割合

想定するRNAV SID/STAR適合機の飛行数と割合
(2004年12月1-14日)

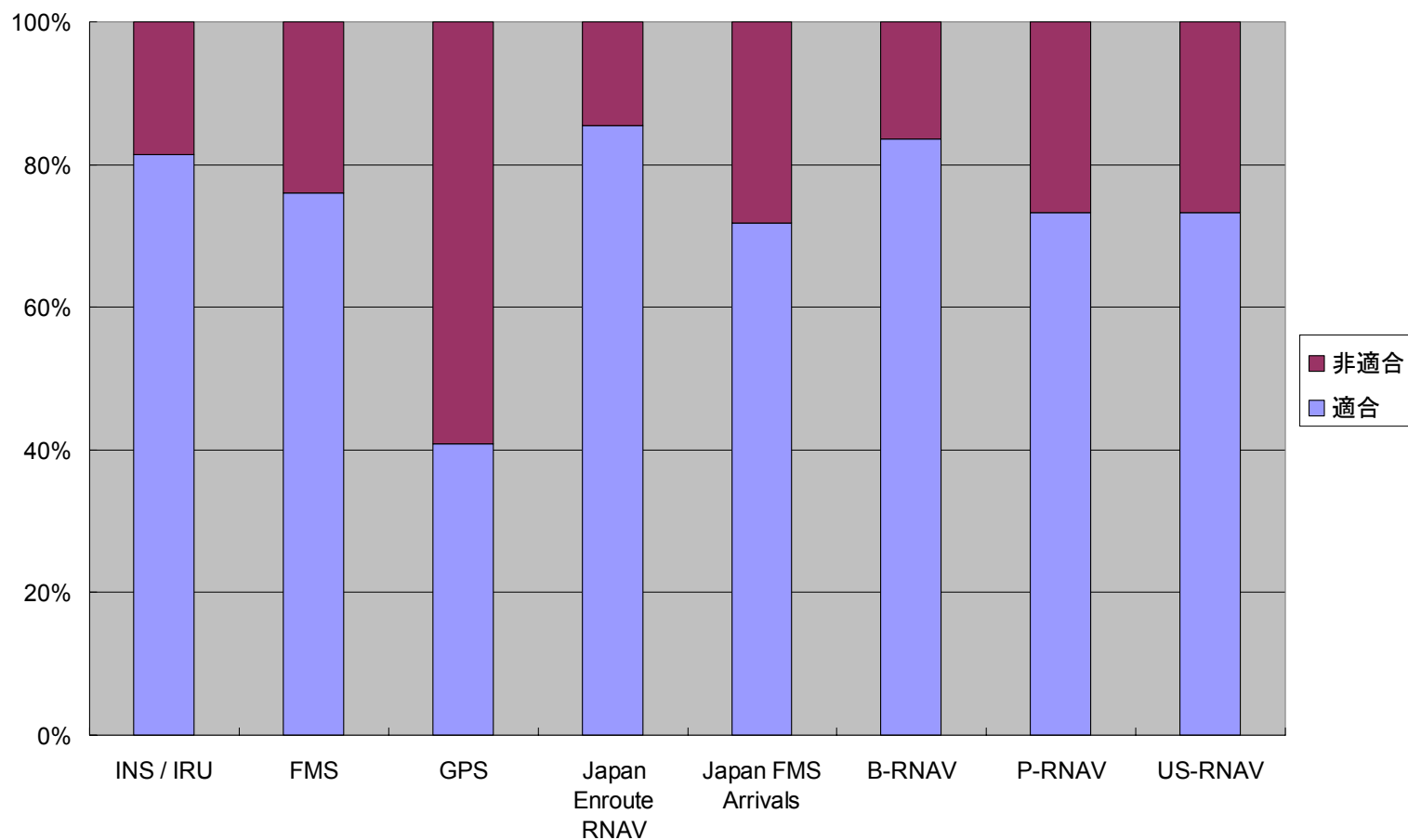




国土交通省

航空機適合状況-1

本邦商用機の適合状況
(2005年1月)





国土交通省

RNAV、RNP、RNP RNAV ??



ICAOにおける検討

ANC(航空委員会)は、今後のRNAVに関するICAOにおける検討の整合性を図るために、ICAO Required Navigation Performance Special Operational Requirements Study Group(RNPSORSG)を設立。

RNPSORSGの主要検討事項

- ➔ RNAV、RNPの明確化
- ➔ ICAO RNP Manual(Doc 9613)の全面改正
“Performance Based Navigation Manual”
- ➔ Performance Based Navigation

航空委員会(ANC)の承認待ち



RNP、RNAVの明確化

- RNAV: On board performance monitoring and alertingを有さない(必要としない)RNAV運航
- RNP: On board performance monitoring and alertingを有する(必要とする)RNAV運航

On board performance monitoring and alerting:

An airborne function able to detect and inform the crew when the navigation system is unable to satisfy the prescribed performance.
(機上機器が、航法性能を監視し、必要な航法性能を満たさなくなった場合はパイロットに警報を発する)

航空委員会(ANC)の承認待ち



国土交通省

Performance Based Navigation

- “Performance based navigation” specifies RNAV system performance requirements for aircraft operating along an ATS route, on an instrument approach procedure or in an airspace.

特定の経路、特定の計器進入方式、特定の空域において、航空機運航に必要なRNAVシステムの性能要件を規定するもの。

- RNAV, RNP (RNAV-~~X~~, RNP-~~X~~)
- Performance based navigationは、以下に左右される。
- 航空機的能力
 - パイロットの能力
 - 当該空域で必要とされる要件
 - 航法基盤

航空委員会(ANC)の承認待ち



国土交通省

RNAVとRNP

空域	航法精度	分類	
		現行	新たな規定
洋上	10	RNP10	RNP10
	4	RNP4	RNP4
航空路	5	B-RNAV	RNAV 5
航空路 / ターミナル	2	US-RNAV Type A	RNAV 2
ターミナル	1	US-RNAV Type B P-RNAV	RNAV 1

航空委員会(ANC)の承認待ち