



Ministry of Land Infrastructure and Transport
CIVIL AVATION BUREAU OF JAPAN



RNAV整備計画

－ 効率的運航の実現 －

第7回 CNS/ATM シンポジウム
平成19年2月13日

航空局管制保安部
保安企画課 国際調整官

目次

- 1．RNAV整備の基本的考え方とRNAV運航
- 2．ICAOにおける検討
- 3．わが国のRNAV整備方針
- 4．将来のRNAV

1. RNAV整備の基本的考え方とRNAV運航

RNAV整備の基本的考え方

- 航空需要増大への対応
 - 関空2期(H19年)、羽田再拡(H21年)
 - 成田B-RWY延長(H21年度末)
- 国際的調和(本邦機、外国機)
 - 基準・指針等に関するICAOでの検討
- 運航便益
 - 経路短縮、就航率の改善、交通流の改善
- 適合機の飛行割合
 - 航空機の航法能力
 - FMSやGNSS装備機の増加、航空路/各空港における飛行割合



国土交通省

Civil Aviation Bureau Japan

RNAVを可能とするシステム

- 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

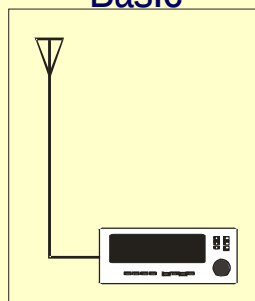
本邦商用機 (521機) は、以下に大別 (2006年6月)

→ GPS+DME/DME+IRU	...	48 %
→ DME/DME+IRU	...	34 %
→ GPSのみ	...	3 %
→ RNAV非適合機	...	12 %

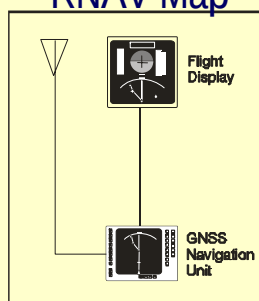
※ B747-classic(3%)は、H19年度には全て退役予定。

RNAVシステム

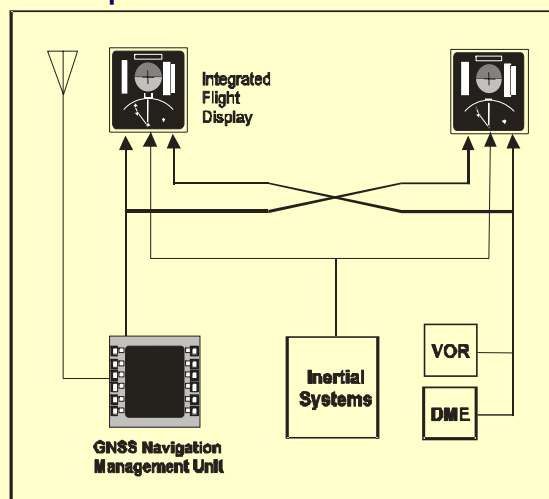
Basic



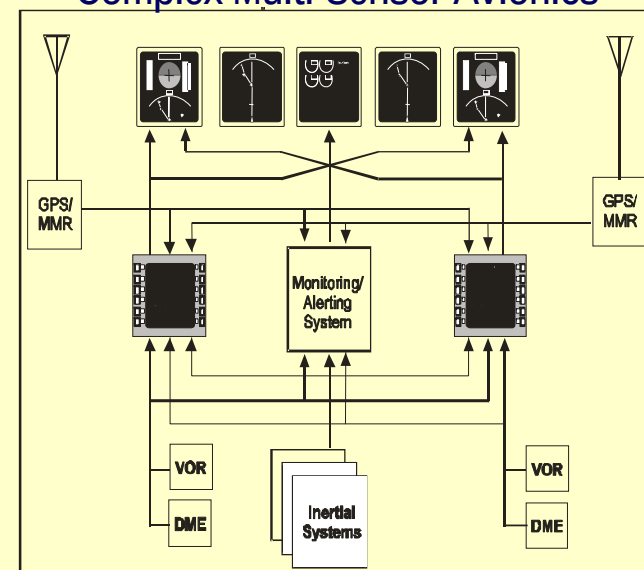
RNAV Map



Simple Multi-Sensor Avionics



Complex Multi-Sensor Avionics





国土交通省

Civil Aviation Bureau Japan

本邦機材のRNAV適合状況

H18.6現在調査

調査の前提			調査結果								
対象	運航者	回答	分類方法		総数	運航能力	うちGNSS	基準適否	航空路 RNAV5	ターミナル RNAV1	進入 RNAV(GPS)
RNAV／ATM推進協議会 運航者メンバー	定期航空運送事業者	全社	特定本邦	幹線・主要ローカル路線	443	RNAV 417 (94%)	GNSS 227 (51%)	全て適合 227 (51%)	○	○	○
							非GNSS 190 (43%)	一部適合 173 (39%)	○	○	×
								17 (4%)	○	×	×
							非RNAV 26 (6%)	非GNSS 26 (6%)	非適合 26 (6%)	×	×
		特定本邦以外	離島等ローカル路線	78	RNAV 34 (44%)	GNSS 32 (41%)	全て適合 24 (31%)	○	○	○	
						一部適合 8 (10%)	○	×	○		
					非GNSS 2 (3%)	一部適合 2 (3%)	○	○	×		
						非RNAV 44 (56%)	非GNSS 44 (56%)	非適合 44 (56%)	×	×	×
	その他公共航空等		40	RNAV 29 (73%)	GNSS 25 (63%)	全て適合 2 (5%)	○	○	○		
						一部適合 23 (58%)	○	×	○		
					非GNSS 4 (10%)	一部適合 4 (10%)	○	×	×		
						非RNAV 11 (28%)	非GNSS 11 (28%)	非適合 11 (28%)	×	×	×



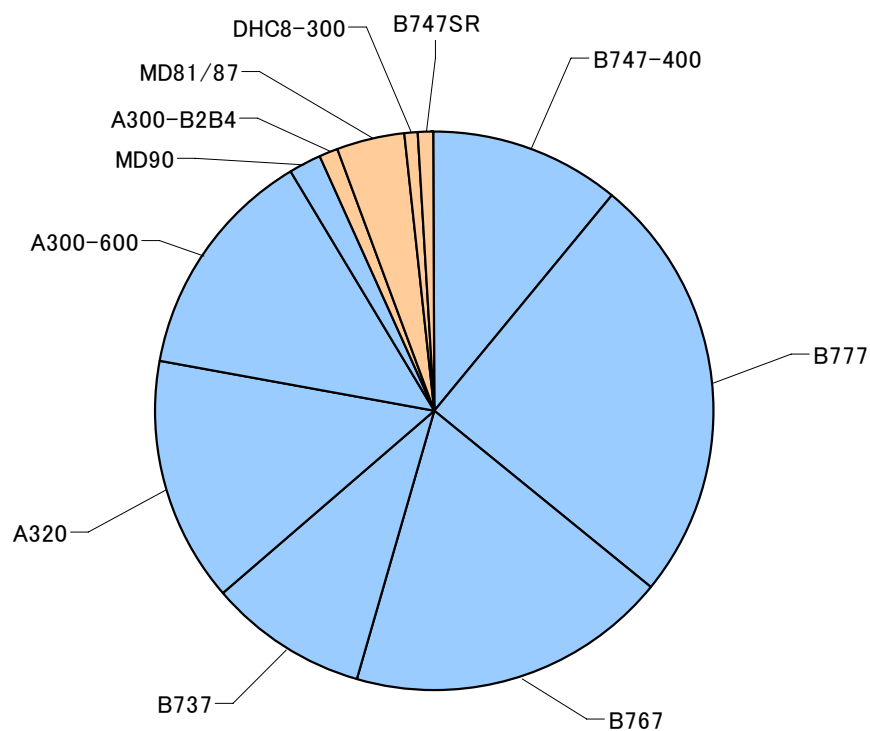
把握と検証

- ➔ 航空機適合状況
 - － 適合機数、割合の把握
- ➔ 航法基盤
 - － 複数のDME局(DME/DME)によるRNAV航法精度達成空域の検証
- ➔ ICAO規則に基づく空域の安全性検証
 - － 事前検証 : 空域安全性の検討、シミュレーション
 - － 事後検証 : 経路逸脱報告・分析手法の確立
- ➔ 基準
 - － 運航承認基準、管制方式基準、経路設定基準、飛行検査基準
 - － ICAOにおける検討

航空機適合状況 (羽田空港)

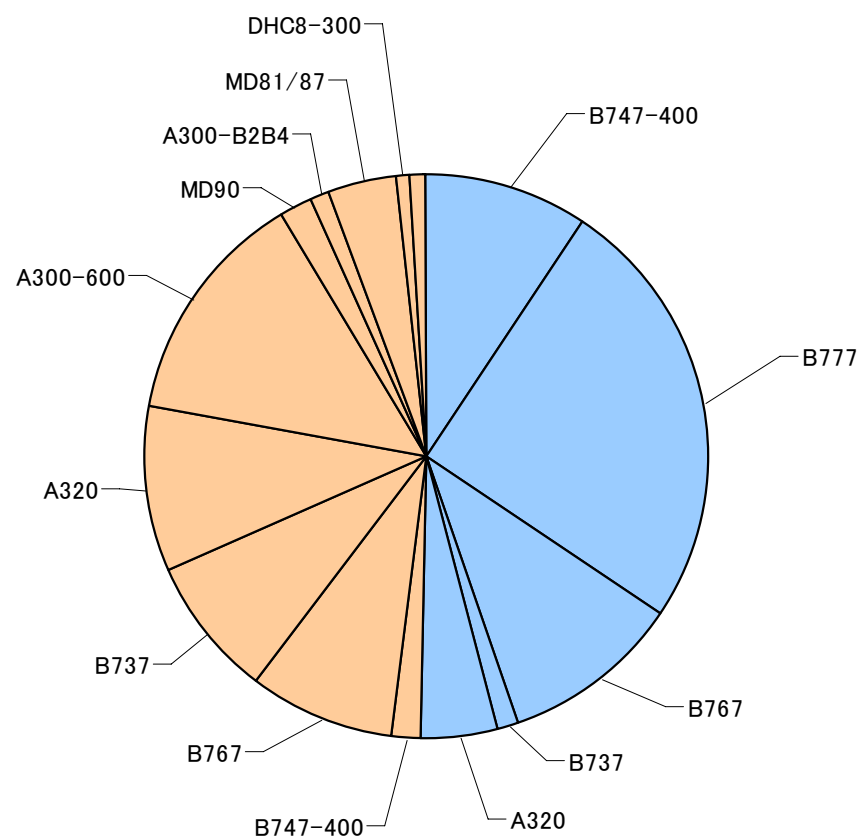
2006年3月現在

RNAV1 適合機



93%

GPS搭載機



51%





国土交通省

Civil Aviation Bureau Japan

RNAV5 航法精度達成環境 - VOR & DME/DME

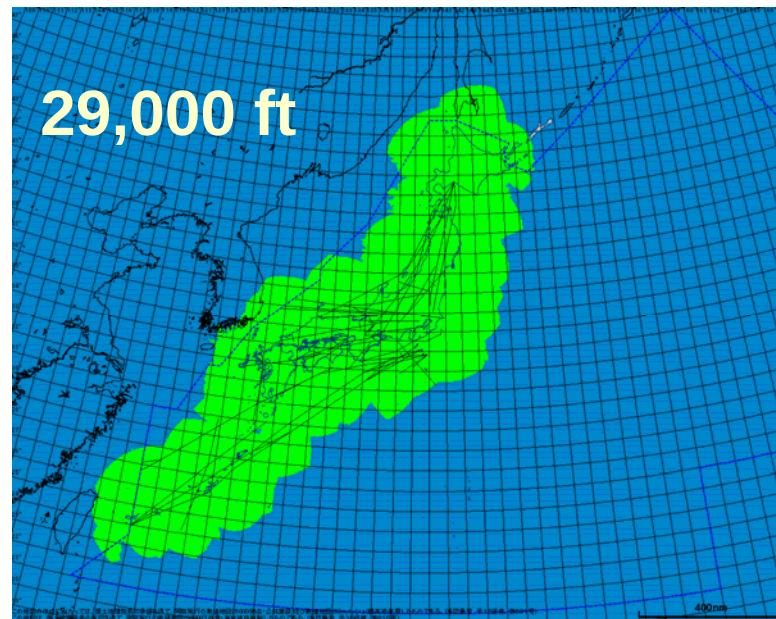
VOR/DME+DME/DME シミュレーション

航空路

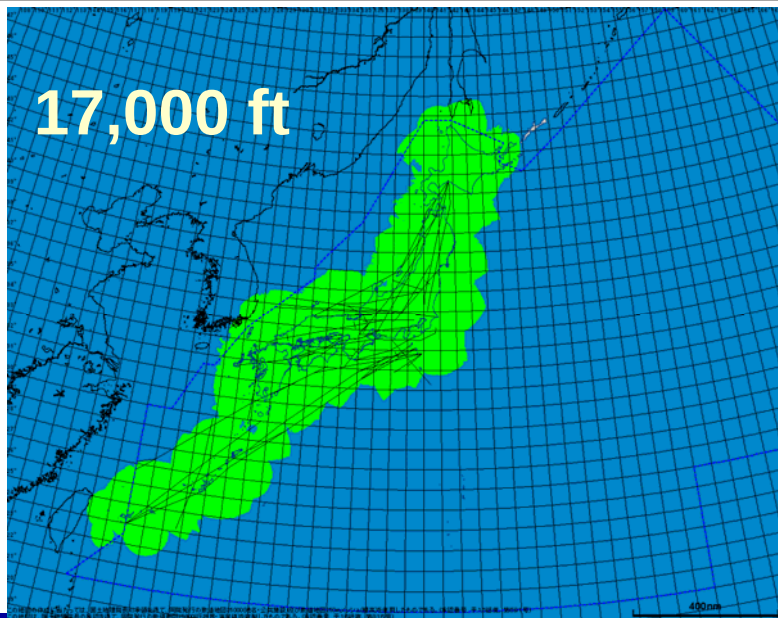
RNAV Total System Error: **5マイル**

対象施設: **24h運用のVOR/DME局**

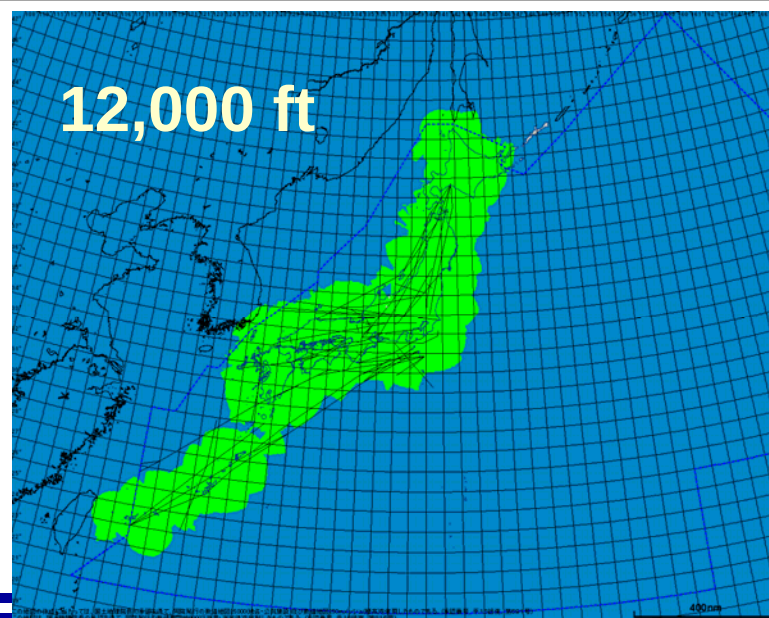
29,000 ft



17,000 ft



12,000 ft





国土交通省

RNAV2 航法精度達成環境 – DME/DME

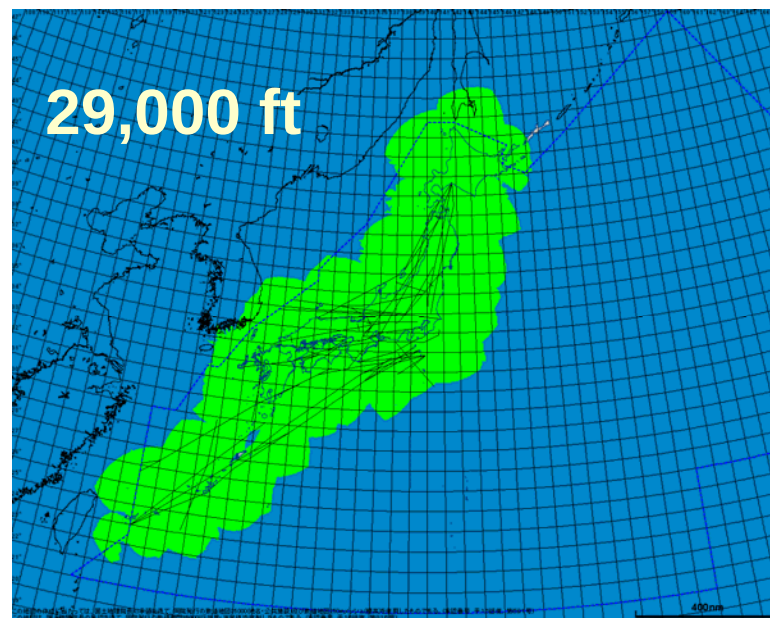
DME/DME シミュレーション

航空路

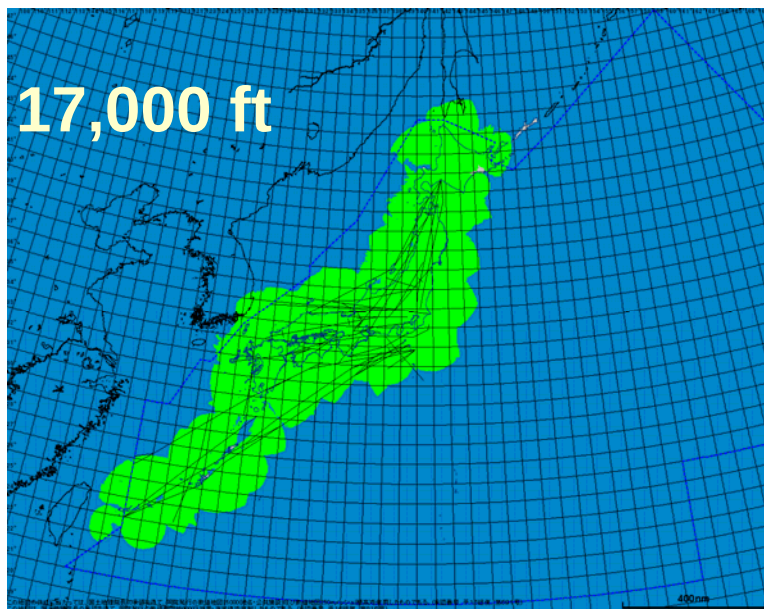
RNAV Total System Error: **2マイル**

対象施設: **24h運用のDME局**

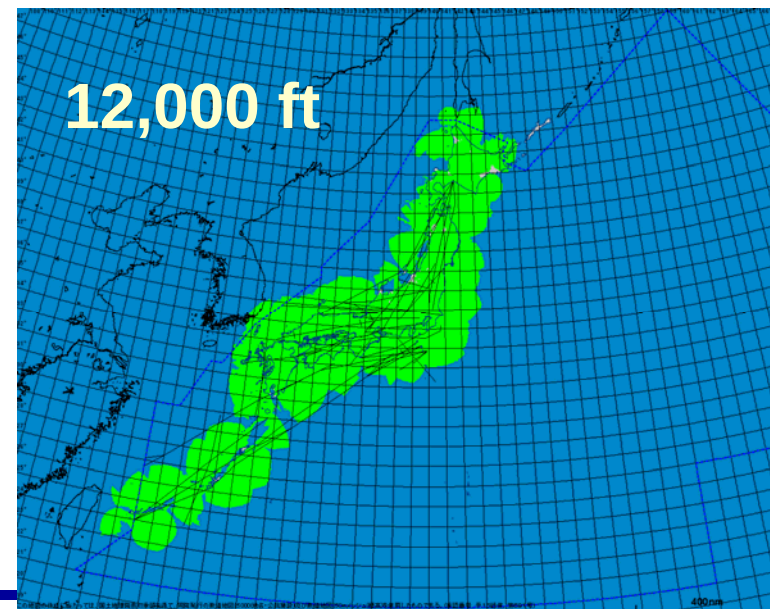
29,000 ft



17,000 ft



12,000 ft



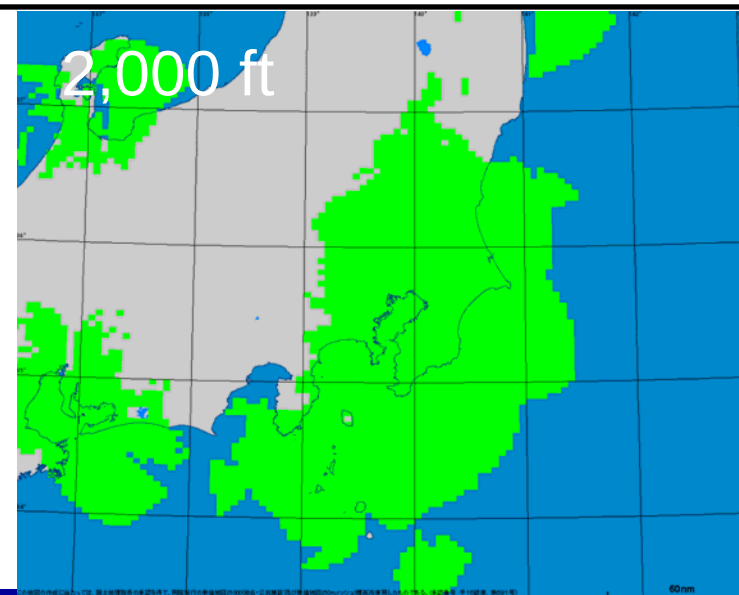
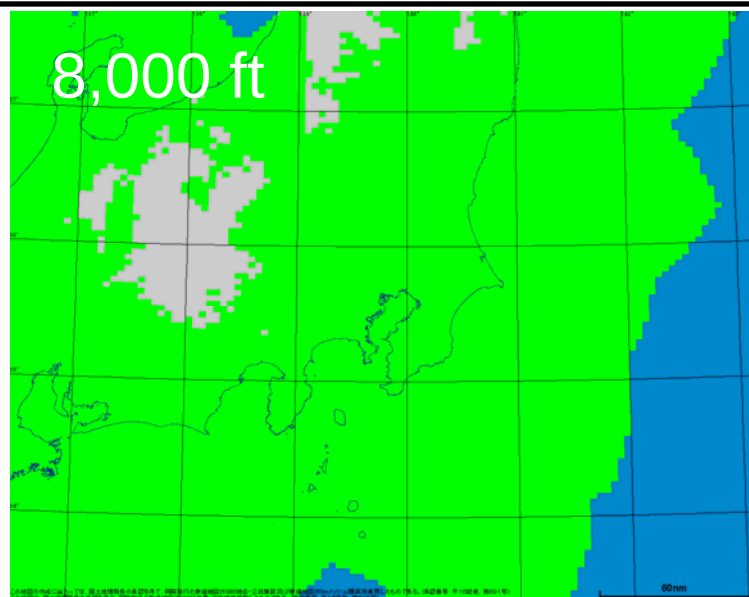
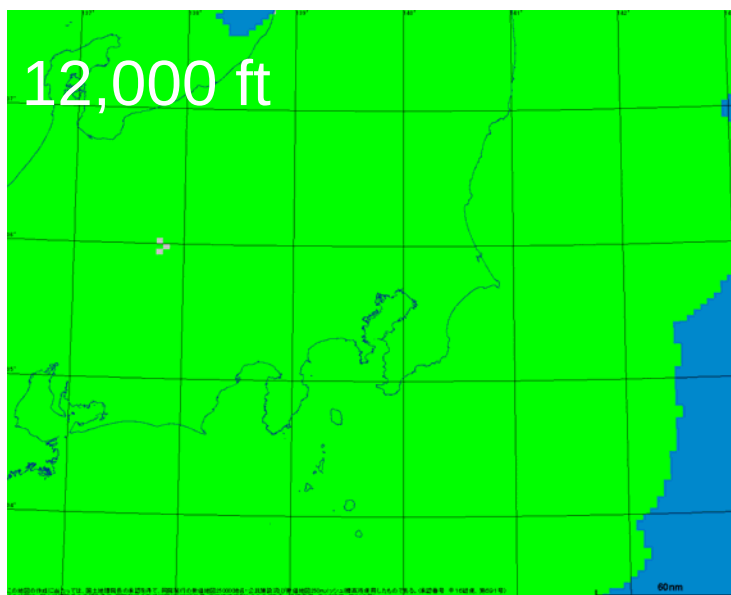
RNAV1 航法精度達成環境 – DME/DME

DME/DME シミュレーション

ターミナル

RNAV Total System Error: **1マイル**

対象施設: **24h運用+限定運用の全DME局**



2. ICAOにおける検討

RNAV、RNPの問題点

- ➔ 現行ICAO文書は、国がRNAVを導入するために必要かつ十分なガイダンスを提供していない。
 - 国や地域で異なった基準のRNAVが整備されている。
 - 対象としている航空機は同一と思われるが、運航者には異なった基準が求められている。
- ➔ 現行ICAO文書は、経路の一定空域内に存在する能力について、記述していない。
 - 航法精度(95%値)以外の数値で示される航法性能(経路の一定範囲に存在することを示す能力)を有する航空機がある。
- ➔ RNPの概念について、ICAOの枠組み外でも検討が行われている。
 - 航空企業団体(RTCA)は、「RNP RNAV」を規定。

各地域・各国で異なったRNAV、RNPの出現

(B-RNAV, P-RNAV, RNP5, US-RNAV, RNP RNAV, GPS RNAV, etc)

解決に向けたICAOの動き

- ➔ ICAOパネル単独では問題点を解決できない。
- ➔ 2003年4月、第4回ICAP GNSSパネルは、RNPに関する問題点の識別、解決案の提言を行う総合調整グループの必要性を指摘。

2003年5月、ICAO スタディーグループ
(RNP Special Operational Requirements Study Group) の
設立が承認され、2004年4月、第1回会議開催。

ICAOスタディーグループ

作業課題

- RNP概念及びRNPとRNAVの関係について、関係者の共通理解が図られるようにする。
- RNPとRNAVが運航者に便益をもたらすように、世界的調和を図る。
- RNPやRNAVの整備が促進されるように、整備に関する具体的指針を国に提供する。

ICAO RNP Manual (Doc 9613)を全面改正し、
新マニュアル「Performance Based Navigation Manual」を
策定作業中。

Performance Based Navigation - 1

新たな用語「Performance Based Navigation」を定義。

- Performance Based Navigationでは、経路、計器進入方式、もしくは空域において、運航に必要とされるRNAVシステムの性能要件が規定される。
- 従来の航法 (Sensor Based Navigation) では、経路、計器進入方式、もしくは空域において、運航に必要とされる航法センサーが特定される。

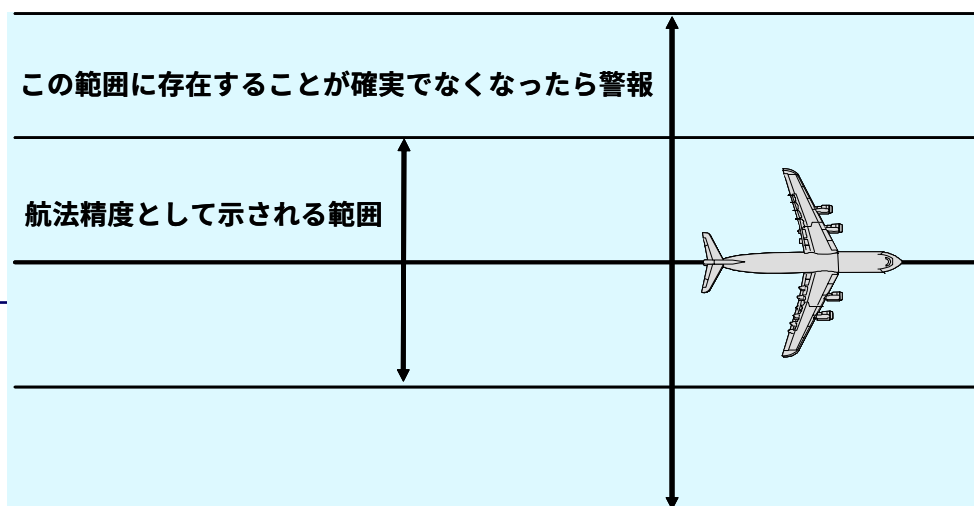
Performance Based Navigation - 2

→ RNAV:

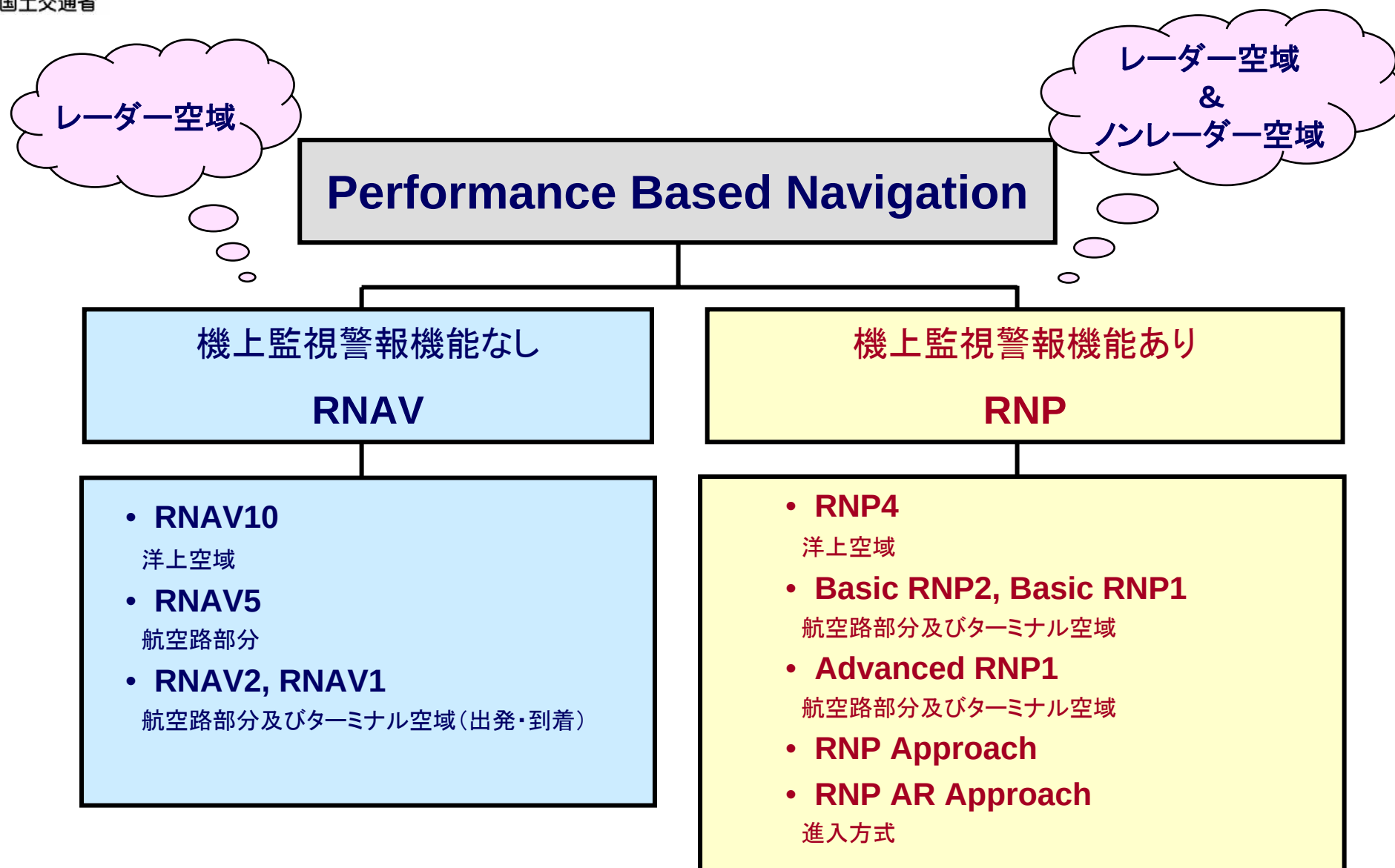
機上システムが航法性能を監視し、求められる航法性能を満足していることが確実ではなくなったときに、パイロットに警報を発出する機能を有さないRNAV運航

→ RNP:

機上システムが航法性能を監視し、求められる航法性能を満足していることが確実ではなくなったときに、パイロットに警報を発出する機能を有するRNAV運航



RNAVの分類 - 1





RNAVの分類 - 2

空域分類	航法精度 (マイル)	現行基準での 分類	新基準での 分類	監視・警報機能 の有無
洋上	10	RNP 10	RNAV 10 *	なし
	4	RNP 4	RNP 4 *	あり
航空路	5	B-RNAV	RNAV 5 *	なし
航空路 / ターミナル	2	US RNAV Type A	RNAV 2 *	なし
	2	—	RNP 2	あり
ターミナル	1	US RNAV Type B P-RNAV	RNAV 1 *	なし
	1	—	Basic RNP 1 *	あり
			Advanced RNP 1 *	あり
進入	0.3	RNAV (GNSS) Approach	RNP Approach *	あり
	0.3~0.1	RNP SAAAR	RNP AR Approach *	あり



3. わが国のRNAV整備方針

我が国のRNAV整備方針 - 1

航空路

- 現行のRNAV経路をRNAV5の基準の経路に変更。
- 新たに設定するRNAV経路もRNAV5の基準に基づいて設定。調整経路もRNAV5の基準に基づく経路。
- RNAV5の基準に基づく経路は、RNAV5の航法要件を維持可能な空域であって、かつレーダー覆域内に設定。
- VOR経路に一定高度以下の飛行制限を付加することにより、VOR経路飛行とRNAV経路飛行を運用的に分離する「スカイハイウェイ計画」は、平成21年度の適切な時期に全面的に実施する方向で検討中。
- RNAV5の基準に基づく経路は、長期（H25年度以降）には、適合機の飛行割合等を考慮し、航法精度±2マイル等の要件を満たす基準（RNP2またはRNAV2）の経路に順次変更。

我が国のRNAV整備方針 - 2

ターミナル(SID/STAR)

- 平成19年、暫定FMS到着経路をRNAV1の基準の経路に変更。
- 平成21年度末までに、RNAV1の基準に基づくSID及びSTARをレーダー空港に設定。
- ノンレーダー空港では、RNAV1の基準に基づく経路とRNAV (GNSS) 進入方式を航空路監視レーダーの覆域内で接続するように設定。
- その後、ノンレーダー空港にRNP1の基準に基づくSID/STARを設定。

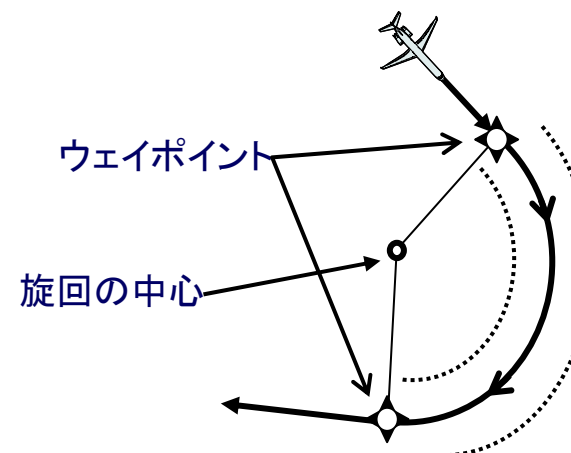
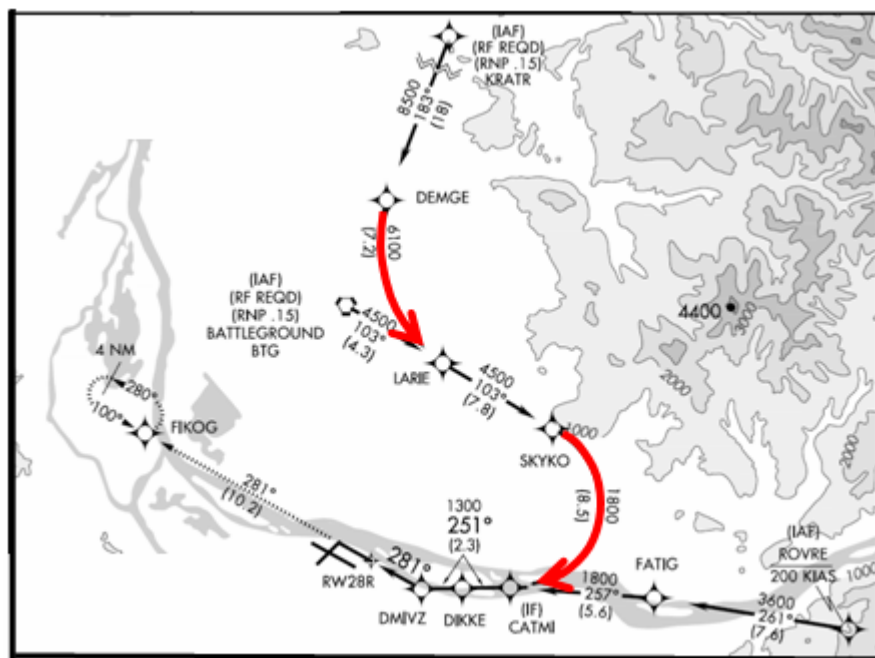
ルート展開

- 平成21年度末には、国内主要路線において出発から到着までの間がすべてRNAVで運航可能となるようにする。
- 平成24年度末には、ノンレーダー空港も含め、主なローカル路線においてもRNAV運航が可能となるようにする。

我が国のRNAV整備方針 - 3

進入方式

- RNAV (GNSS) 進入方式をノンレーダー空港にも展開。
- Baro-VNAV進入 (気圧高度計とFMSを利用することにより、垂直方向のガイダンスが提供される進入) の設定空港を拡大。
- RF旋回を可能とするRNP AR進入方式をメリットが見られる空港に設定。



RF旋回 (Radius to Fix)

ウェイポイント間を結ぶ円弧をFMSが計算し、旋回時も経路中心線を飛行する旋回。



4. 将来のRNAV

基本型RNAVから高度なRNAVへ

第1段階：「航法精度を規定しないRNAV」

- ・ RNAV運航可能航空機の出現(1960年代)
- ・ 航法性能の一部を規定
- ・ レーダー管制下における運航



第2段階：「航法精度その他の要件を規定したRNAV」

- ・ 一定の航法能力(航法性能+航法機能)を有する航空機の出現・増加
- ・ 航法性能(航法精度その他の必要な機能要件)を規定
- ・ レーダー管制下における運航



第3段階：「RNP(経路の一定範囲に存在することの確認する機能を有する)に基づくRNAV」

- ・ さらに高い航法能力を有する航空機の出現・増加
- ・ 全飛行フェーズでRNAV運航を高いレベルで実現するために必要となる要件
- ・ ノンレーダー管制下でも効率的運航の実現



第4段階：さらなる発展？



より高度な航法機能

→ Fixed Radius Path

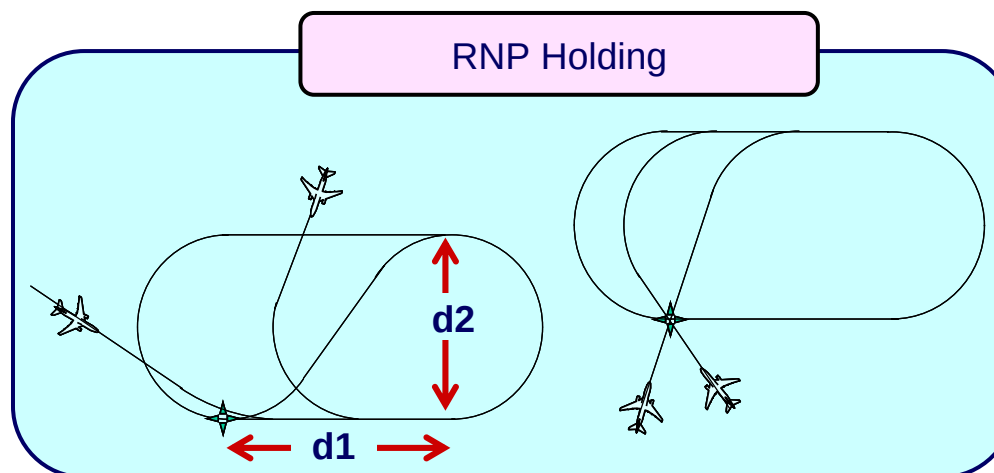
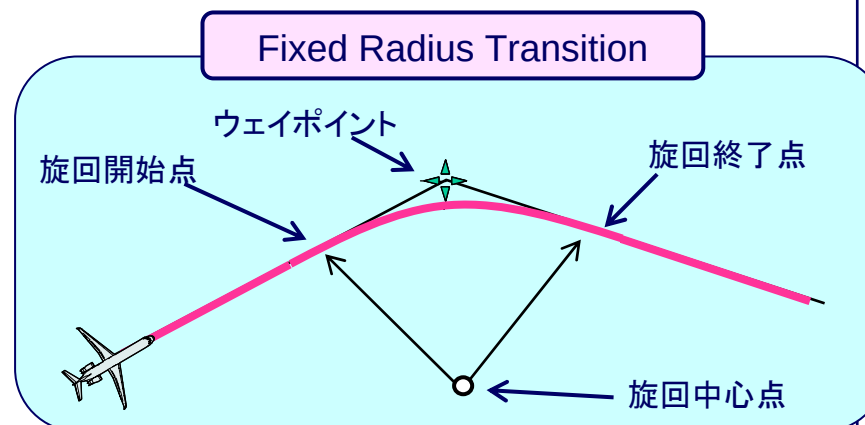
- RFターン
- Fixed Radius Transition
 - FL195 above 半径22.5マイルの円弧で旋回
 - FL195 below 半径15マイルの円弧で旋回
(平行経路を想定)

→ Time of Arrival Control

- ±30秒の精度(95%)でウェイポイントを通過
(SID/STARでは、さらに短い時間)

→ RNP Holding

→ Vertical RNP



Question ?