

## 航空無線通信を巡る最近の動向

番号	資料名	提供元
①	I T U 関連「世界無線通信会議 (WRC) 準備会合 (CPM07-2) の結果」について	総務省
②	ICAO 標準化と改定の動向 【SSR モード S 信号関連】	独立行政法人 電子航法研究所
③	A D S - B を巡る主要国の動向	国土交通省航空局
④	SSR 信号関連国内動向 【SSR モード S 信号関連国内調査研究等】	独立行政法人 電子航法研究所
⑤	V H F 帯無線電話のナロー化の動向	国土交通省航空局

## ① ITU関連



### 「世界無線通信会議(WRC)準備会合(CPM07-2)の結果」について

#### CPM07-2会合概要

日時・場所: 2007年2月19日(月)～3月2日(金)、スイス(ジュネーブ)

目的: WRC-07の議題ごとに、各研究委員会(SG)で作成された原案をもとに、解決策として取り得る複数の選択肢(例: 分配候補帯域など)を取りまとめる。

参加者: 94か国、2地域機関(APT等)、14国際機関(ICAO, WMO等)から約900名が参加。  
(我が国からは46名が参加)

#### 主要検討事項

- ①IMT-2000の高度化及びIMT-Advancedに関する検討(議題1.4)
  - ②2.5GHz帯の宇宙業務と地上業務との共用(議題1.9)
  - ③地球探査衛星業務(能動)等への追加分配(議題1.3)
  - ④地球探査衛星業務(受動)と能動業務の両立性(議題1.2,1.20)
  - ⑤航空用テレメトリへの周波数追加分配(議題1.5,1.6)
  - ⑥短波帯の分配の見直し(議題1.13)、等
- } 資料添付

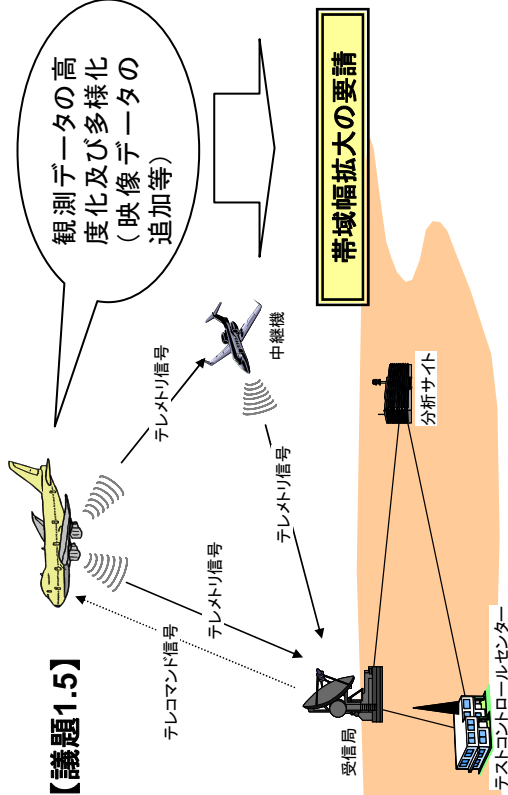
#### 今後の予定

今会合で作成した選択肢を踏まえ、WRC-07(2007年10月22日(月)～11月16日(金)、ジュネーブ)において、無線通信規則(RR)の改正等が行われる。

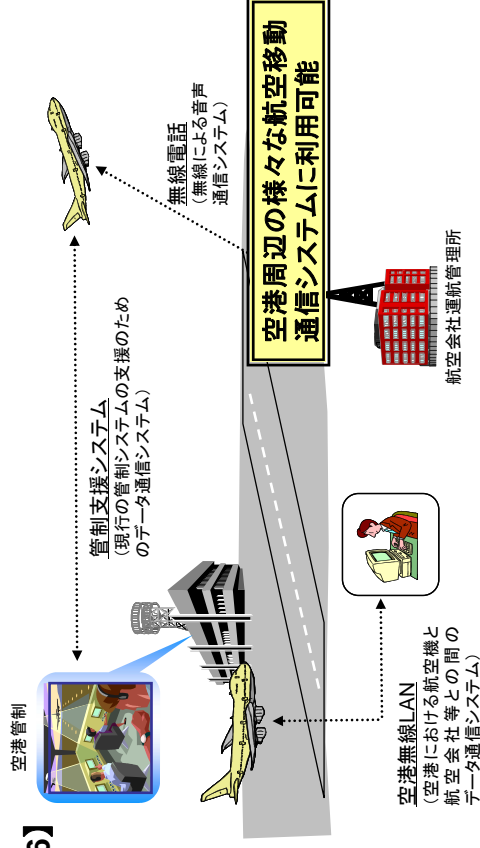


# 航空用テレメトリ等への周波数追加分配(議題1.5,1.6)

- ① 航空用テレコマンド及び高ビットレート航空用テレメトリ周波数の追加分配(議題1.5)
- ② 航空移動(R)業務のための周波数追加分配及び民間航空通信システム近代化のための衛星への周波数分配(議題1.6)



**【議題1.6】**



- 候補5帯域(4400-4940MHz、5030-5091MHz、5091-5150MHz、5150-5250MHz、5925-6700MHz)のうち、APT(含む日本)は5030-5091MHz(現行使用中のMLS帯)に反対の立場から、MLSとの共用困難と提案。審議の結果、このMLS帯を避けるべきとの記述が記載された。(議題1.5)
- 航空移動業務への追加分配については、APT(含む日本)及びICAOからの提案に基づき、従来挙げられていた候補帯8帯域のうち、5030-5091MHz帯を分配候補から削除することとなった。(議題1.6)



# 短波帯の分配の見直し(WRC-07議題1.13)

短波放送の周波数の逼迫、中・短波帯への適応制御技術の導入、海上移動業務へのデジタル技術導入を考慮し、4-10MHzまでの短波帯における全ての無線通信業務に対する周波数分配を見直すもの

## 短波放送への追加分配

候補帯域	国内既存業務	評価
4.5MHz, 5.8MHz, 7.5MHz	あり	×
9.3MHz, 9.9MHz	なし	○

## アマチュア業務への追加分配

候補帯域	国内既存業務	評価
5.3MHz	あり	×
7.2MHz	あり	×

○ 既存業務(固定・移動・短波放送)保護の観点から、我が国が提案した

- ・ 5.3MHz帯のアマチュア業務の二次分配
- ・ 7.2MHz帯のアマチュア業務の一次分配
- ・ 上記周波数帯の放送(短波)業務の一次分配

に反対する旨の修正提案は、米・露等との議論の結果、一部修正の上反映された。  
また、我が国が支持する、追加分配不要の選択肢は維持された。

○ 米州、露、アラブは我が国と同様に、放送及びアマチュアの分配に全面的に反対であり、今後これらの関係国と協調して対処する予定。

海上移動業務へのデジタル技術の導入 (モールスへの割当削除)	支持	<b>日本</b> (ただし、モールスの運用維持が前提)、米、露、欧州、韓国
	反対	なし
短波放送への追加分配	支持	欧州、マレーシア、アジア太平洋放送連合(ABU)
	反対	<b>日本</b> 、米、アラブ、露、韓国
4-10MHz帯の業務の見直し (アマチュア業務への追加分配)	支持	欧州、マレーシア、国際アマチュア無線連合(IARU)
	反対	<b>日本</b> 、米、アラブ、露、韓国

## ② ICAO標準化と改定の動向

【SSRモードS信号関連】

- 1981 SICASP: SSR Improvements and Collision Avoidance Systems Panel 設置  
 1987 ICAO ANNEX 10 Volume-1(SSR) Amendment 67  
 SSRモードSとモードS機能を持つATCTランスポンダに関する最初の規格  
 ACAS用信号も含め信号形式等と基本的なプロトコルやフォーマットを規定

1988(昭和63年) 航空無線通信委員会  
 SSRモードS関連無線設備規則案  
 によりモードS関連機器の追記勧告

この間に暫定規格(Interim SARP)などを制定しACAS運用評価  
 米国のTCAS(米国規格ACAS)搭載義務化と各国の暫定版ACAS-II(TCAS-II v6.04a)導入開始

- 1995 ICAO ANNEX 10 Volume-IV (ACAS) First edition  
 ACASに関する最初の正式版ICAO規格(米国TCASより改良された物)
- 1997 SICASP第6回会議にてANNEX10改定の勧告
- 1998 ICAO ANNEX 10 Volume-IV Amendment 73  
 Volume構成変更とSICASP6改定勧告対応  
**モードS拡張スキッタ信号の追記**、応答周波数許容値改定(現場機器未対応)  
 SSRモードS局識別符号を拡張しSI符号を追加などモードSプロトコルとフォーマットの改良  
 ACAS干渉制限方式や衝突回避アルゴリズムを改定  
**モードS拡張スキッタを使用するACAS複合監視方式追記(機器実現方法は検討中)**

- 2000 SICASP第7回会議にてANNEX10改定の勧告

2000頃 ICAO ACAS相当のTCAS-II version7導入開始

- 2002 ICAO ANNEX 10 Volume-IV Amendment 77  
**トランスポンダ以外のモードS拡張スキッタ送信機器用信号を規定**  
**軍用のモードS拡張スキッタ信号を規定**  
 ACAS干渉制限方式に若干の改定

モードSプロトコルとフォーマットの改良と誤解をもたらず表記の改善

- ICAO ANNEX 10 Volume-III Amendment 77  
**モードS拡張スキッタ符号詳細を記載(暫定的)**

- 2004 SCRSP第1回会議にてANNEX10改定の勧告

- 2007 ICAO ANNEX 10 Volume-IV Amendment 82  
**モードS拡張スキッタ送受信機器の一般的要件を追記**  
 SSRモードS初期捕捉プロトコル等とフォーマットの改良を追記

2001(平成13年) 航空無線通信委員会  
 ACAS関連無線設備規則改定案  
 により関連機器記載事項の改定勧告

### 前回は改定以降の動向

モードS拡張スキッタ信号仕様が安定化  
 モードS拡張スキッタ送受信機器具体化  
 フォーマットやプロトコルは頻繁に改善

# モードS拡張スキッタによる監視方式改善

- 背景: ADS-B実現への要望
  - 管制官のみならずパイロットも監視情報を得ることで航空機運用の安全性と効率が向上できる
  - 衝突防止以上の覆域で航空機が相互に位置を監視するための信号発生量急増 (表参照)
  - 維持管理作業が困難な遠隔地にも安価で容易に設置できる地上監視機器が必要
- モードS拡張スキッタ
  - モードSロング応答信号と同じ形式(周波数や波形)の信号
  - 応答ではなく自発的に信号を非同期送信
  - 監視情報(位置、速度ベクトル、識別符号、経路の意図など)を多数の相手に一括送信
- 検討されている送受信機器事例
  - ADS-B-OUT: ATCトランスポンダへの機能追加し、被監視側である自機の監視情報を監視側に送信
  - ADS-B-OUT: スキッタBox(航空機搭載、車載)など応答機能を持たない被監視側の送信機器
  - TIS-B-OUT: TIS-B送信機(地上レーダ等から得られる監視情報送信サービス)
  - ADS-B/TIS-B-IN: 機上監視応用受信機器でASAS(Airborne Separation Assistance System)等の情報源
  - ADS-B-IN: 航空管制用など地上に設置されるADS-B受信機
  - マルチラテレーション受信機: 測定対象信号として航空機の位置測定に使用
  - ACAS: 将来の複合監視方式の初期捕捉と受動監視にモードS拡張スキッタ信号を使用
  - 軍用: 軍用TCASを活用した編隊維持装置などに使用見込
- メリット: 既存のATCトランスポンダ等に若干の改造をするのみでADS-Bを実現可能

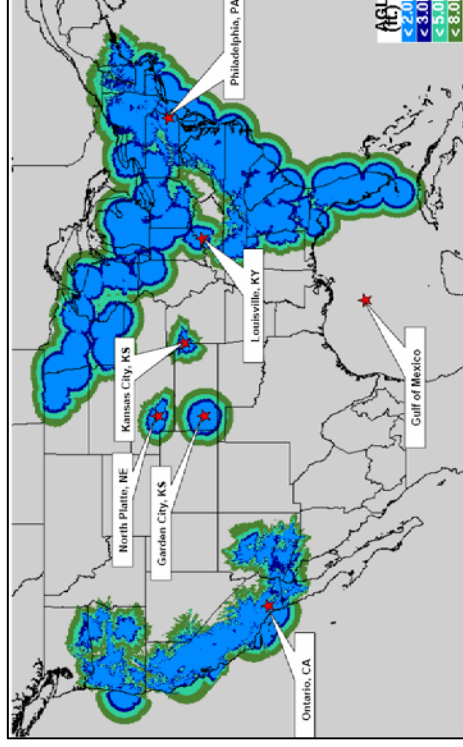
ADS-B: Automatic Dependent Surveillance - Broadcast      被監視側が監視情報を放送し相互に受信する監視方式  
 TIS-B: Traffic Information Service - Broadcast      地上のレーダ等が得た監視情報を放送する監視方式

通信方式	情報更新あたり信号数	N機の相互監視の信号発生数	監視の信頼性	使用例
モードS質問応答	インタロゲータ数 × トランスポンダ数 × (1+再質問率)	(N-1) × N × (1+再質問率) : 覆域とともに急増	再質問により高確率の更新 独立測距による高信頼性	ACAS SSR
モードS拡張スキッタ	移動体数	N	混信で更新減少: 実用レベル 情報の信頼性は送信者依存	ADS-B TIS-B

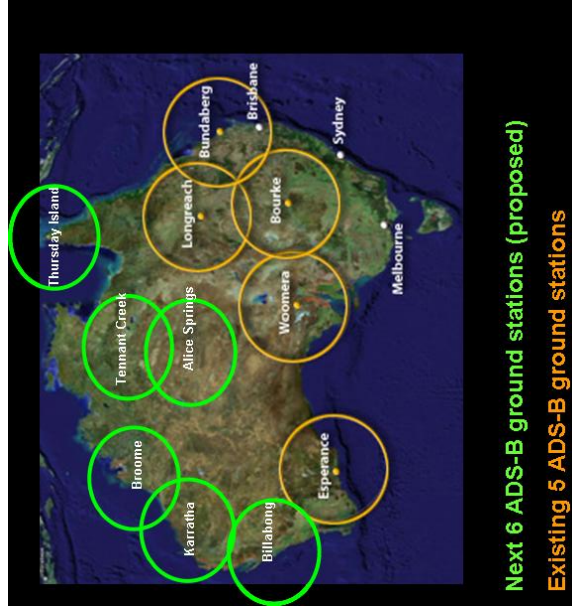


### ③ ADS-Bを巡る主要国の動向

1. 米国(FAA)の動向
  - ADS-Bプログラムを2つのセグメントに分け実施中(別紙参照)
  - アラスカなど複数の地域で評価を実施
  - ADS-Bout義務化のルール(最終版)を2009/11に発行予定
2. 欧州(EUROCONTROL)の動向
  - ADS-B 検証に関する活動を実施中(CRISTALプロジェクト)
  - ノンレーダー空域でのADS-Bトラリアルに11の航空会社が参加
  - 2008よりノンレーダー空域でのADS-B監視を実施予定(別紙参照)
3. アジア・太平洋地域の動向
  - オーストラリアの30,000FT以上の空域でADS-B監視を運用中
  - インドネシアでトラリアル実施中(ノンレーダー空域)



米国におけるセグメント1時のADS-Bサーブیس域



Next 6 ADS-B ground stations (proposed)  
Existing 5 ADS-B ground stations

オーストラリアのADS-B運用空域

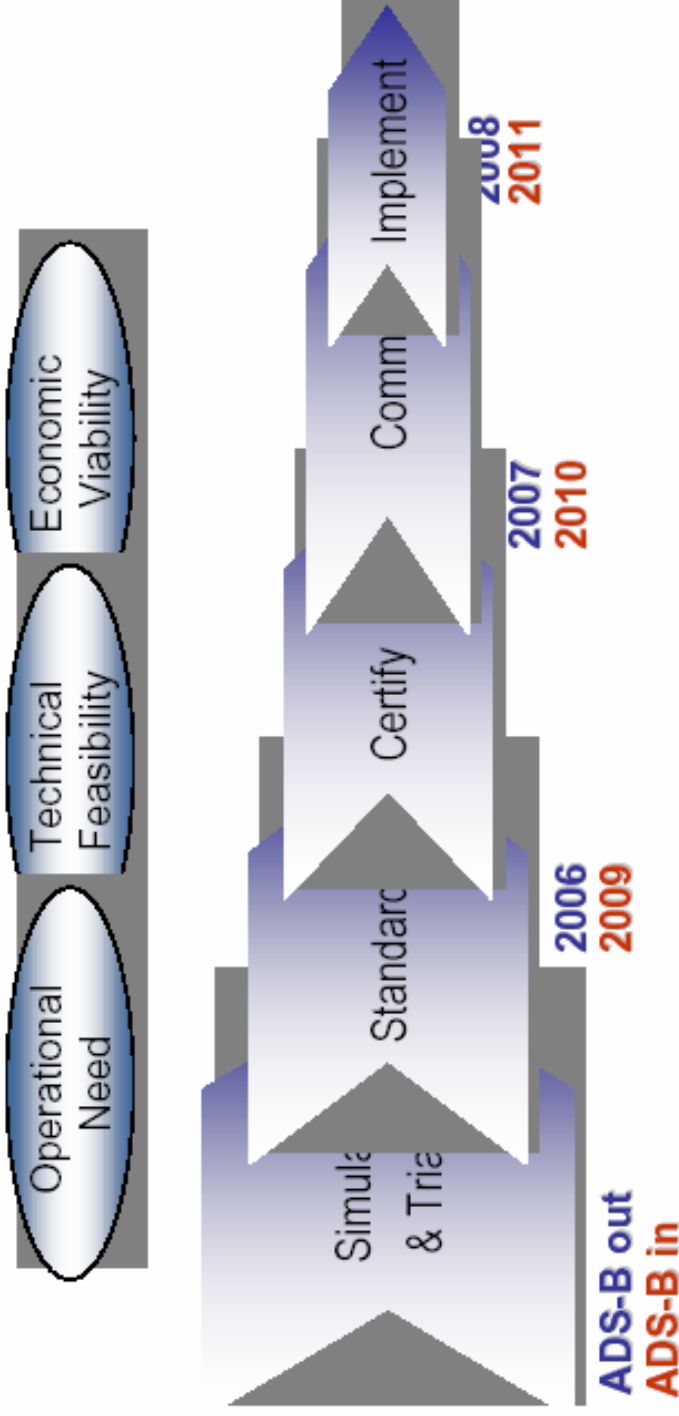
## 【参考】FAA ADS-Bセグメント1(2006-2010)

項 目	期 日
・業者選定のための情報提供要請の発行	2006/11
・合同リソース評議会によるセグメント2の投資決定	2007/2
・提案要請の発行	2007/3
・契約締結	2007/7
・義務化ルール作りに関する告示	2007/9
・重要なサイトでの初期運用性能:放送サービスの提供	2008/7
・放送サービスの運用開始決定	2008/11
・メキシコ湾:通信と気象のサービス提供	2009/9
・ルイビル:監視と放送サービス提供	2009/10
・義務化のルール(最終版)発行	2009/11
・メキシコ湾:監視と放送サービスの提供	2009/12
・フライデルフィア:監視と放送サービスの提供	2010/2
・ジュノー:監視と放送サービスの提供	2010/4
・ADS-Bに関する監視、放送サービスの運用開始決定	2010/9

## 【参考】FAA ADS-Bセグメント2以降(2009-2014)

	期日
<p>＜インプリメンテーション＞</p>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>・初期空対空アプリケーションの展開の継続</li> </ul>	FY2010-FY2014
<ul style="list-style-type: none"> <li>・空対空アプリケーションの展開の追加</li> </ul>	FY2010-FY2014
<ul style="list-style-type: none"> <li>・空対空に対する要求定義の追加</li> </ul>	FY2010-FY2014
<ul style="list-style-type: none"> <li>・TIS-B/FIS-B展開の継続と完了</li> </ul>	FY2009-FY2012
<ul style="list-style-type: none"> <li>・ADS-BのNAS全域のインフラ展開の継続と完了</li> </ul>	FY2010-FY2013
<ul style="list-style-type: none"> <li>・アビオニクス搭載率:26%</li> </ul>	FY2014
<p>＜ライフサイクル＞</p>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>・既存の監視システムの縮退の目標</li> </ul>	FY2016-FY2020
<ul style="list-style-type: none"> <li>・アビオニクス搭載率:100%</li> </ul>	FY2020
<ul style="list-style-type: none"> <li>・目標とする既存の監視システムの縮退完了</li> </ul>	FY2023
<ul style="list-style-type: none"> <li>・目標とするTIS-Bの縮退完了</li> </ul>	FY2025

# 【参考】 EUROCONTROL CASCADEプログラム ADS-B整備計画



出典：ADS-B Implementation Policy for Europe  
01 November 2006

## ④ SSR信号関連国内動向

【SSRモードS信号関連国内調査研究等】

1987 ICAO ANNEX 10 Volume-1(SSR) Amendment 67

SSRモードSとモードS機能を持つATCTランスポンダに関する最初の規格  
ACAS用信号も含め信号形式等と基本的なプロトコルやフォーマットを規定

1988(昭和63年) 航空無線通信委員会  
SSRモードS関連無線設備規則案  
によりモードS関連機器の追記勧告

1991 米国のTCAS(米国規格ACAS)搭載義務化と暫定版ACAS-II(TCAS-II v6.04a)国内導入開始

1992 モードSキッタを用いるモードSアドレス監視開始(ENRI): ACASとともに多数のモードSトランスポンダ導入運用

1996 1090MHz信号環境測定とモードS拡張スキッタ通信性能を東京空域の環境で予測(ENRIよりICAO/SICASP/WGに発表)

1998 モードS拡張スキッタ干渉分析による無害の証明(ENRIより電子情報通信学会に発表)

1998 ICAO ANNEX 10 Volume-IV Amendment 73

モードS拡張スキッタ信号の追記、応答周波数許容値改定(現場機器未対応)

1999 モードS拡張スキッタ実験局開設と飛行実験による概念検証(ENRI)

1999 1030MHz信号環境測定飛行実験の開始(ENRI)

2000 ASAS(Airborne Separation Assistance System)要件調査の開始(ENRI)

2001 放送型データリンクによる航空機監視の研究にてモードS拡張スキッタを採用し研究開始(ENRI)

2001 ICAO規格ACAS(TCAS-II ver.7)国内導入運用開始

2002 ICAO ANNEX 10 Volume-IV Amendment 77

トランスポンダ以外のモードS拡張スキッタ送信機器用信号を規定  
軍用のモードS拡張スキッタ信号を規定

ICAO ANNEX 10 Volume-III Amendment 77

モードS拡張スキッタ符号詳細を記載(暫定的)

2001(平成13年) 航空無線通信委員会  
ACAS関連無線設備規則改定案  
により関連機器記載事項の改定勧告

2002 モードS拡張スキッタを用いる航空機監視飛行実験の開始(ENRI)

2003 SSRモードS導入設置の開始(航空局)

2005 平成16年度次世代監視アーキテクチャにかかる国際動向等調査報告書(航空局)

2006 平成17年度放送型データリンクにかかる国際動向等調査報告書(航空局)

2007 ICAO ANNEX 10 Volume-IV Amendment 82

モードS拡張スキッタ受信機器の一般的要件を追記

### 前回改定以降の動向

モードS拡張スキッタ信号実用化に向けた研究進捗  
モードS拡張スキッタ送信機器搭載機B787導入決定  
SSRモードSの実用化と導入運用

2008以降 モードS拡張スキッタ送信機能を持つ航空機導入見込

# SSR信号関連国内動向

## 国内動向に影響する背景

- 安全でより経済効率が高い航空無線設備導入への期待
- SSRモードSやモードS拡張スキッタ信号の国際規格安定の一方で応用方式開発に応じてフォーマット等を改訂中
- インフラが偏在する豪米瑞など一部先進諸国へのADS-B導入方針:レーダ運用困難な空域でのレーダ代用品
- ADS-B実現のためには航空機側のADS-B送信機能(ADS-B-OUT)が必須のための搭載義務化
- インフラが比較的均一な日仏独などの諸国はSSRモードSとADS-Bを比較検討中:経済的に最適な導入日程等
- 欧州のSSRモードS導入とモードSトランスポンダ搭載機能義務化(2007年3月)による搭載品モードS化の圧力
- 航空局により航空無線施設の改良に関する中長期計画の検討
- B787等有力機種の搭載品オプシオン系列の単純化とモードS拡張スキッタ送信機能搭載の標準化

21

## 動向に影響するモードS拡張スキッタの技術的特徴

- 既存の搭載品への若干の改造でADS-B-OUTを実現可能: 他方式と比較して経済的優位性
- 地上局は固定無指向性アンテナ、受信機、通信回線等で実現: 設置維持管理が容易で安価
- 極端に劣悪な信号環境でない限り十分な信号受信性能を發揮: 今後数十年間使用可能な方式
- マルチラテレーション(空港面または広域)やACAS複合監視なども対応: 従来型スキッタ使用機器も対応可能

## 今後の国内動向予測

- 一部諸国の搭載義務化と機体オプシオン限定等によるモードS拡張スキッタ送信機能を持つ機体の増加
- 航空局によるSSRモードS導入継続とモードS拡張スキッタを用いるADS-B等新技術導入への切替時期の検討継続
- 東京国際空港(羽田)へのマルチラテレーション監視機器導入などモードS信号を活用する機器の導入促進

## ⑤ VHF帯無線電話のナロー化の動向

国土交通省航空局

# 1. 各国の8. 33kHz間隔導入動向について

## 1) 米国

現状、周波数資源は25kHz間隔で逼迫しているわけではないので8. 33kHz間隔へ移行していない。将来、データリンク等の関係で音声の帯域を細分化する必要がでてくれば、8. 33kHz間隔へ移行の可能性は排除しない。

## 2) 欧州

欧州は周波数不足で、1999年10月より、8. 33kHzの実施が開始された。（一部の国でFL195以上、その他ICAO欧州地域でFL245以上）さらに、2007年3月15日より、ICAO欧州地域ではFL195以上で8. 33kHzが義務化された。欧州は、FL195以下での8. 33kHzの実施計画を現在、展開している。



## 2. 欧州と日本のセクター比較

### 1) 日本のセクター数

日本は現在39セクターあり、関東空域再編による中間セクターの6セクター増を実施した場合、45セクターとなる。

### 2) 欧州のセクター数

欧州は2010年以降、FL195以上で34セクター、FL195以下では101～152セクター計画している。合計すると135～186セクターにのぼり、欧州は日本と比べセクターだけを見ても、3倍から5倍の周波数資源を必要とする。

### 3. 本邦航空機8. 33kHz対応機上機器搭載状況

#### 1) 本邦機搭載率

本邦航空機の搭載率は、欧州8. 33kHz対応の2割弱程度、5年後も3割弱程度の予定(H19. 3時点)。

#### 2) 航空機材毎の対応

航空機対応機材について、B747、B777は一部対応しており(レトロフィット)、B787は標準装備となっている。B737は対応していない。B787導入にあわせて搭載率は増えてくると推測される。

#### 3) 改修について

改修には膨大な費用を伴う。そのため、エアラインは通常、航空機購入時に計画的に機能を装備する。8. 33kHzの導入には新機材導入にあわせる等、柔軟な計画策定が必要と考えられる。

## 4. 地上システム側の対応状況

地上システムは、無線電話送受信装置及び管制卓で構成される。

### 1) 無線電話送受信装置

今年度から購入する次期無線電話送受信装置には、8.33kHz間隔への機能拡張性があるが、導入にあたっては、別途シンセサイザ、フィルタ等の改修が必要となると考えられる。

### 2) 管制卓

小数点を含めて、半角8文字分の表示機能しかないため、管制卓の少数以下の周波数を表すための工夫又は改修が必要とされると考えられる。