

情報通信審議会 情報通信技術分科会

航空・海上無線通信委員会報告(案)

「航空無線通信の技術的諸問題」のうち
「VHF帯航空無線電話の無線設備に関する技術的条件」

航空・海上無線通信委員会
航空無線電話・航法システム作業班

目 次

I	審議事項	2
II	委員会及び作業班の構成	2
III	審議経過	2
IV	審議概要	3
1	V H F 帯航空無線電話のナロー化の背景	3
2	V H F 帯航空無線電話の技術的条件の概要	4
3	諸外国における V H F 帯航空無線電話の概要	6
V	審議結果	7
別紙 1	航空・海上無線通信委員会 専門委員	
別紙 2-1	航空無線電話・航法システム作業班 構成員	
別紙 2-2	航空監視システム作業班 構成員	
参考資料 1	V H F 帯航空無線電話のナロー化に関する事項	
参考資料 2	V H F 帯航空無線電話システムの概要説明	

I 審議事項

航空・海上無線通信委員会は、電気通信技術審議会諮問第10号「航空無線通信の技術的諸問題について」(昭和60年4月23日)を所掌しており、今般、航空無線通信システムの高度化に係る、「VHF帯航空無線電話の無線設備に関する技術的条件」について審議を行った。

II 委員会及び作業班の構成

委員会の構成は別紙1のとおりである。

委員会における審議の促進を図るため、委員会の下に設けた航空無線電話・航法システム作業班において審議を行った。作業班の構成は別紙2-1及び別紙2-2のとおりである。

III 審議経過

1 航空・海上無線通信委員会

(1) 第2回会合(平成23年12月2日)

VHF帯航空無線電話の無線設備に関する技術的条件の審議を開始した。

(2) 第4回会合(平成24年1月20日)

(会合終了後記載予定)

(3) 第5回会合(平成24年〇月〇日)

※ 第3回会合については、「船舶用固体素子レーダーの・・・」のみの審議を行ったものであることから、本報告には未掲載。

2 航空無線電話・航法システム作業班

(1) 航空無線電話・航法システム作業班(第7回会合)(平成23年9月26日)

V H F 帯航空無線電話の無線設備に関する技術的条件の対応について検討を行った。

- (2) 航空無線電話・航法システム作業班（第8回会合）（平成23年12月21日）

V H F 帯航空無線電話の無線設備に関する技術的条件の対応について検討を行った。

- (3) 航空無線電話・航法システム作業班（第9回会合）（平成24年1月11日）

（会合終了後記載予定）

IV 審議概要

1 V H F 帯航空無線電話のナロー化の背景

航空無線通信は、航空機の安全運航を確保するために必要不可欠な通信手段であり、このうちV H F 帯航空無線電話については、117.975MHz から 137MHz までの周波数を用いて、航空機と地上の間、及び航空機相互間とを音声により結ぶ重要な通信手段として使用されており、現在、我が国においては、この無線システムに使用する電波のチャンネル間隔が「25kHz」の割当てとされている。

一方、近年、我が国上空を飛行する航空機のトラフィックは、L C C（Low Cost Carrier：ローコストキャリア）の参入やドクターヘリの導入ニーズの高まり等により、今後も増大すると見込まれているところであり、これに伴い、航空無線電話による通信の需要も増加してきており、特に小型航空機の安全且つ円滑な運航のため、利用ニーズの高いV H F 帯の周波数は、割当て可能な周波数が限られていることから非常に逼迫している。

このため、既に欧米において一部導入されている、国際民間航空条約第10付属書等に規定されているチャンネル間隔を「8.33kHz」に狭帯域化したシステムを導入し、これらのニーズに対して、周波数の割当てが可能となるよう更なる多チャンネル化を図ることが求められている。

このような状況を受け、具体的には、国際民間航空条約第10付属書や米国航空無線技術委員会（R T C A：Requirements and Technical Concepts for

Aviation)に規定されている技術的条件及び欧米における導入実態等を踏まえながら、「8.33kHz」間隔の同一システム間や「25kHz」間隔の既存システムとの共用を考慮しつつ、技術的条件の審議を行った。

2 V H F 帯航空無線電話の無線設備の技術的条件の概要

V H F 帯航空無線電話について、諸外国のシステムや技術基準を参考にしつつ、その技術的条件の検討を行った。その結果は次のとおりである。

2. 1 一般的条件

(1) 無線周波数帯

V H F 帯であること。

(2) 変調方式

振幅変調方式（A 3 E）であること。

2. 2 送信装置の条件

(1) 周波数の許容偏差

周波数の許容偏差は、次のとおりであること。

- ア 航空機局 $\pm 0.0005\%$
- イ 航空局 $\pm 0.0001\%$

(2) 占有周波数帯幅の許容値

占有周波数帯幅の許容値は、次のとおりであること。

5.6 kHz

(3) スプリアス発射の強度

帯域外領域におけるスプリアス発射の強度の許容値は、次のとおりであること。

- ア 25Wを超える場合 1mW以下であり、かつ、基本周波数の平均電力より60dB低い値であること。
- イ 1Wを超え25W以下の場合 25μW以下であること。
- ウ 1W以下の場合 100μW以下であること。

スプリアス領域における不要発射の強度の許容値は、次のとおりであること。

- ア 50Wを超える場合 50μW以下又は基本周波数の搬送波電力より70dB低い値であること。
- イ 25Wを超え50W以下の場合 基本周波数の搬送波電力より60dB低い値であること。
- ウ 1Wを超え25W以下の場合 25μW以下であること。
- エ 1W以下の場合 50μW以下であること。

航空機局に搭載する無線設備のうち、RTCA DO-186bを適用するものにあつては、ハーモニクス輻射は-60dBcをよりも小さいこと。
(GNSSバンド(1559-1610MHz)については-60dBm以下。)

(4) 空中線電力の許容偏差

空中線電力の許容偏差は、次のとおりであること。

- ア 上限 20%
- イ 下限 50%

(5) 変調度

変調度は、次のとおりであること。

85%以上

(6) 変調

送信装置は、音声その他の周波数によって搬送波を変調する場合には、変調波の尖頭値において（±）１００％をこえない範囲に維持されるものでなければならない。

(7) 副次的に発する電波の限度

4 nW 以下

(8) 総合周波数特性

（審議の目処が付き次第記載予定。）

(9) その他の条件

その他の条件については、現行無線通設備規則第４５条の１２及び第４５条の１５の規定によること。

２．３ 受信装置の条件

(1) 一信号選択度（通過帯域幅）

ア 航空機局

（審議の目処が付き次第記載予定。）

イ 航空局

（審議の目処が付き次第記載予定。）

(2) 一信号選択度（減衰量）（航空機局に限る。）

（審議の目処が付き次第記載予定。）

(3) 実効選択度（混変調特性）

（審議の目処が付き次第記載予定。）

(4) 隣接チャネル除去機能

（審議の目処が付き次第記載予定。）

(5) その他の条件

その他の条件については、現行無線通設備規則第45条の12及び第45条の15の規定によること。

2. 4 測定法

(1) 航空局

測定法については、一般的に行われている測定法を適用すること。

(2) 航空機局

RTCA DO-186、186a 及び 186b に測定法が規定されているものについては、それに準拠し、RTCA DO-186、186a 及び 186b に測定法が規定されていないものについては、一般的に行われている測定法によること。

2. 5 環境条件及び環境試験方法

(1) 航空局

VHF 帯航空無線電話は重要な航空無線通信設備として高い信頼性と安全性が要求されていることから、環境条件を十分に配慮した上で設置されることが望ましい。

(2) 航空機局

ア 一般的環境条件

無線設備規則第45条の5に規定されている航空機に搭載される無線設備の一般的条件を遵守すること。

イ 環境条件及び環境試験方法

3 諸外国におけるVHF帯航空無線電話の概要

欧州においては、VHF帯航空無線電話用の周波数が不足したことから、1999年10月より、チャンネル間隔が「8.33kHz」のナロー化システムを導入し、

2007 年 3 月には、高々度（約 6000m）を航行する航空機について、その装備が義務づけられた。

なお、2018 年には、欧州地域を航行する全ての航空機に対し、ナロー化システムの装備を義務づける予定である。

また、米国では、一部の大規模空港での周波数不足や、航空機数の増加傾向といった状況を踏まえ、2010 年 6 月 15 日から 8.33kHz のナロー化システムの運用が任意対応で可能となっており、自家用や商用の航空機に利用されているところであるが、航空管制等の航空保安業務に係る通信については、周波数不足という状態にはなっておらず、当面はナロー化システムの導入の予定は無い模様である。

なお、米国においては、空港の設置状況や航空無線通信の運用形態が異なることから、狭い地域に空港が密集する日本や欧州とは事情が異なっており、単純な比較は出来ない。

V 審議結果

V H F 帯航空無線電話の無線設備に関する技術的条件について審議した結果、一部答申（案）をとりまとめたので報告する。

なお、V H F 帯航空無線電話が使用する 117.975MHz から 137MHz の周波数帯は、国内業務と国際業務の両方に分配される周波数帯と国内業務に分配される周波数帯とに細分割されており、国内的及び国際的適用を調整する問題が起こらないよう、世界的な動きに迅速に対応するための十分な配慮が必要である。

VHF 帯航空無線電話のナロー化に関する事項

1 技術的事項

1. 1 国際標準における技術的要件

(1) ICAO関係

1995 年の COM/OPS で周波数の有効利用が方向づけされた。

システム性能と機上および地上装置の性能は ANNEX 10 Volume III PART-II に、周波数利用の指針は ANNEX 10 VOLUME V に示されている。

ア ICAO SP COM/OPS/95 報告

ヨーロッパ地域のためのVHF過密調整方策

A 特にヨーロッパ中央部の地域の国々においては、ATSとAOC要求のために新しいチャンネル指定を行うことが不可能であることが判かった。これらの問題解決のためには、短期/長期の両要件への合致と、ユーザとサービス提供者のコスト負担を最小にすることが同時に必要であるとの結論に達した。

B 1994年Viennaで開催された特別ヨーロッパ地域航空航法会議がヨーロッパのある地域でのVHF過密問題のタイムリーな解決として8.33KHz DSB AM音声/25KHz VDL (CSMA) データシステムを適用することを推奨したことが言及された。

これらの議論の結果、ナロー化に関するICAOの検討結果はSARPs ANNEX 10にまとめられている。システム性能と機上および地上装置の性能は、ANNEX 10 VOLUME III PART-II に、周波数利用の指針はANNEX 10 VOLUME V に編集された。

イ ANNEX 10 VOLUME IIIにおける技術的要件

装置の技術要件について記述されており、各項番と記述概要を表 2.1.1 に示す。

干渉性能の基本となる受信感度及び隣接チャンネル除去比は、2.2.2.2 項及び2.2.2.4 項に記述され、FM 干渉に関する除去性能については、2.3.3 項にまとめられている。これらの規定は 1998 年 1 月 1 日に改正されている。

ウ ANNEX 10 VOLUME Vにおける記述

4.1 項の序文に航空移動バンドの割り当て経緯が記述されている。また、この周波数帯を使用する基本方針が記述されている。118MHz から 132MHz までの周波数利用については、ITU のアトランティックシティ会議（1947 年）、ジュネーブ会議（1959 年）で航空移動バンド専用として割り当てられた。その後の会議で、132MHz から 137MHz の帯域が一定の条件を満たす地域に航空移動バンドとして割り当てられた。条件として第 S5 条（旧：RR595）を満たすことが必要であることが記述されているが、1995 年の COM/OPS の検討結果には記述されてい

い。

VOLUME V 4 章の項番と記述概要を表 2.1.2 に示す。

これらの規定によると基本的な最小間隔は 8.33KHz としているが、チャンネルが不足していない地域において 25KHz 間隔の割り当てを許容している。このような 8.33KHz の使用が合意されていない地域では、25KHz 間隔の装置は 2005 年 1 月 1 日まで使用して良いと記述されている。

8.33KHz 装置の義務化は地域の合意が必要であり、実施までには適切なリードタイムを設けることが謳われている。また、このような合意は 1998 年 1 月 1 日以前に行われなければならないことが定められている。

表 2.1.1 VOLUME III の項番と記述概要

項番号	項目	記述概要	備 考
2.1	VHF 空地通信システムの性能		
2.1.1	総則		
2.1.1.1	変調方式	DSB-AM	設備規則第 45 条の 12 表 1 : 振幅変調
2.1.1.2	スプリアス放射	【帯域外領域におけるスプリアス発射の強度の許容値】 ①25W を超えるもの 1mW 以下であり、かつ、基本周波数の平均電力より 60dB 低い値 ② 1 W を超え 25W 以下 25 μ W 以下 ③ 1 W 以下 100 μ W 以下 【スプリアス領域における不要発射の強度の許容値】 ①50W を超えるもの 50 μ W 以下又は基本周波数の搬送波電力より 70dB 低い値 ②25W を超え 50W 以下 基本周波数の搬送波電力より 60dB 低い値 ③1W を超え 25W 以下 25 μ W 以下 ④1W 以下 50 μ W 以下	設備規則第 7 条（別表 3 号） （付録第 3 号より。）

項番号	項目	記述概要	備 考
2.1.1.3	チャンネル間隔	Volume Vによる	132-136 について第 S5 条 (旧 : RR595) 参照
2.1.1.4	偏波	垂直	設備規則第 45 条の 12 表 2
2.2	地上装置		
2.2.1	送信機能		
2.2.1.1	周波数安定度 ①変動 ②設定偏差	① $\pm 0.002\%$ (25KHz) $\pm 0.0001\%$ (8.33KHz) ②0.001%	オフセットキャリアシステムを除く
2.2.1.2	送信電力	覆域内で $75 \mu\text{V/m}$ となる	
2.2.1.3	変調度	85%以上	
2.2.1.4	変調度	過変調とならない限り大きく	
2.2.2	受信機能		
2.2.2.1	周波数安定度	$\pm 0.0001\%$ 以下	
2.2.2.2	感度	AM 変調の 50% 点でアンテナにおける電界強度が $20 \mu\text{V/m}$ (電力密度 : -120dBw/m^2) である場合、D/U 比 -15dB の音声信号が得られること	設備規則第 45 条の 12 表 3 変調度 30% 受信機入力において $-120 \mu\text{V}$ 以下、信号対雑音比 6dB
2.2.2.3	帯域幅	25KHz, 50KHz, 100KHz セパレーション信号を受信できるに足る帯域 25KHz, 50KHz, 100KHz の場合 受信感度で規定される信号が割り当て周波数 $\pm 0.005\%$ の周波数を入力した場合、システムは明瞭かつ妥当な信号を出力すること。 8.33KHz の場合 受信感度で規定される信号が割り当て周波数 $\pm 0.005\%$ の周波数を入力した場合、システムは明瞭かつ妥当な信号を出力すること (ドップラントを含む)	設備規則第 45 条の 12 表 3 : 信号選択度—通過帯域幅 6dB 帯域幅は割り当て周波数 $\pm 0.005\%$ オフセットキャリアを受信する場合は割り当て周波数 $\pm 8\text{KHz}$

項番号	項目	記述概要	備 考
ガイドンスマテリアル 1.2 項	必要最低限帯域幅	8.33KHz 間隔の場合の受信帯域幅は、少なくとも $\pm 3462\text{Hz}$ である。 2500Hz の音声帯域を常に保つために、137MHz における偏差を加算する。 偏差内訳 送信周波数偏差 5ppm 受信周波数偏差 1ppm ドップラシフト 140Hz 偏差合計 962Hz $2500+962=3462\text{Hz}$	
			設備規則第 45 条の 12 表 3 : 減衰量 1000Hz、30%変調された受信機入力電圧を加えた場合、 40dB 低下点における帯域幅 : $\pm 17\text{KHz}$ 60dB 低下点における帯域幅 : $\pm 25\text{KHz}$
2.2.2.4	隣接チャネル除去	60dB 以上(隣接チャネルとは通常 $\pm 50\text{KHz}$ 。この間隔が十分でない地域では 25KHz 又は 8.33KHz)	設備規則第 45 条の 12 表 3 60dB 以上 ($\pm 25\text{KHz}$ において)
2.3	機上局のシステム性能		
2.3.1	送信機能		
2.3.1.1	周波数安定度 (送信機能)	50KHz, 100KHz : $\pm 0.005\%$ 25KHz : $\pm 0.003\%$ 8.33KHz : $\pm 0.0005\%$	
2.3.1.2	送信電力	覆域内で $20\mu\text{V/m}$ 以上	
2.3.1.3	隣接チャネル電力	8.33KHz 離調し、7KHz 帯域で -45dB 以下	
2.3.1.4	変調度	85%以上	
2.3.1.5	勧告	過変調防止	
2.3.2	受信性能		
2.3.2.1	周波数安定度 (受信機能)	8.33KHz の場合 指定周波数 $\pm 0.0005\%$	
2.3.2.2	感度		
2.3.2.2.1	勧告	D/U比 15dB, 50%AM変調 (A3E) , $75\mu\text{V/m}$ (109 dBw/m ²)	

項番号	項目	記述概要	備 考
2.3.2.3	a) オフセットキャリア	キャリア周波数は 8KHz 以内	
	b) オフセットキャリア以外	指定周波数±0.005%以内	
2.3.2.4	実効受信帯域幅	8.33KHz が使用されている場合キャリアの偏差は±0.005%以内の信号を入力しても問題なく復調できること。 (ドップラントを含む)	
2.3.2.5	隣接チャネル除去	8.33 チャネルの場合 ±8.33KHz : -60dB ±6.5KHz : -40dB	
2.3.3	干渉除去性能		
2.3.3.1	FM 3 次混変調波に対する除去性能	1998 年 1 月 1 日以降、受信システムは受信機入力端におけるレベルが-5dBm の FM 放送の第 3 次混変調波が存在しても十分な性能を実現すること。	
2.3.3.2	FM 3 次混変調波に対する除去性能	1998 年 1 月 1 日以降、受信システムは受信機入力端におけるレベルが-5dBm の FM 放送の第 3 次混変調波が存在しても受信感度低下しないこと	
2.3.3.3		1995 年 1 月 1 日以降新しく設置される VHF 受信システムは 2.3.3.1 項及び 2.3.3.2 項を満足すること	
ガイドンスマテリアル 1.3 項	VHF FM 放送による干渉が存在する場合の干渉除去性能	希望波=87dBm 1KHz で 30% 変調の信号の復調後の S/N 比が 6 dB 以上であること FM 波は 87.5MHz から 107.9MHz とし、変調方式は放送局の方式とする	設備規則第 45 条の 12 表 3 : 実効選択度 以下の条件による混変調出力は定格出力に比して -10dB 以下 希望波 : 20 μV 以上 500 μV 以下 妨害波 : レベル 10mV 変調 1KHz 30% 変調 周波数 100 ~ 156MHz かつ 50KHz 以上離調 感度抑圧効果 以下の条件による出力の S/N は 6dB 以上

項番号	項目	記述概要	備 考
			希望波 レベル：20 μ V 変調 1KHz,30%変調 妨害波① 周波数：スプリアスレスポンス 周波数及び 100MHz 以上 156MHz 以下(た だし、希望波 $\pm$ 25KHz 以内を除く) レベル：10mV 妨害波② 周波数：25KHz 以上 1215MHz 以下(ただ し 100MHz 以上 156MHz 以下を除く) レベル：200mV

表 2.1.2 VOLUME Vの項番と記述概要

項番号	項目	記述概要	備 考
4.1	117.975 ～137 MHz の利用	①序文 ②割り当て決定の経緯 決定した ITU 会議、関連する RR 規定 ③利用コンセプト 経済性、実行可能性を謳っている	
4.1.1	割り当て大分類	Table 4-1 による	
4.1.2	周波数間隔および指定周波数の限界	8.33KHz は 25KHz を 3 分割した周波数であり、8.33... KHz であること	
4.1.2.1	最小周波数間隔	8.33KHz	周波数割り当てが十分な地域では 25KHz 間隔を基本とすることができる
4.1.2.2	25 KHz 保護期間	8.33KHz を使用しない地域においては 2005 年 1 月 1 日まで	
4.1.2.2.1	8.33 KHz 義務化	1998 年 1 月 1 日以降でかつ、地域的な合意、準備期間を有すること	
4.1.2.2.2	8.33 KHz 間隔の装置の保護期間	2005 年 1 月 1 日まで	
4.1.2.3	割り当て周波数の限界	最低周波数：118MHz 最高周波数：136.975MHz	
4.1.2.4	チャンネルベリング	Table 4-1 (bis) による	
4.1.3	特定用途の周波数		
4.1.3.1	緊急チャネルの規定	①周波数：121.5MHz ②使用条件	
4.1.3.2	空対空通信	地上局の覆域外の航空機への情報手段等として	
4.1.3.3	CSC (Common Signaling Channel)	VDL モード 2 の共通チャネル 136.975MHz	
4.1.4	搜索救難用周波数	121.5MHz の補助として 123.1MHz の使用可能	
4.1.5	VHF 局の配置および干渉除去に関する規定		
4.1.5.1	同一周波数の配置	①D/U 比 14dB を確保するように配置（ただし、地域的な合意による）	

項番号	項目	記述概要	備 考
		②低密度地域では D/U 比 20dB 又は RLOS のどちらか短い方を採用	
4.1.5.2	電波地平線 (同一周波数)	電波地平線の計算方法	
4.1.5.3	隣接チャネルの離隔 距離		
4.1.5.4	プロテクションハイト		
4.1.5.5	プロテクションハイト		
4.1.5.6	勧告 プロテクションハイトが 必要な高さより も低い場合の特 例		
4.1.5.7	VOLMET の離 隔間隔		
4.1.5.8	国内で使用され る周波数	干渉が最小となること	
4.1.5.9	勧告 干渉の検討		
4.1.5.10	通信覆域	干渉を低減するべく必要 最小限とすべき	
4.1.5.11	勧告	中心周波数±250KHz 以 外のスプリアス電力は 1mW 以下	
4.1.6	装置の要件	Volume III	
4.1.7	運用方法		
4.1.7.1	シンプレックス		
4.1.7.2			
4.1.8	割り当て計画	8.33KHz はグループ F	
4.1.8.1			
4.1.8.1.1			
4.1.8.1.1.1	周波数不足時の 規定	グループ A で周波数が不 足した場合、8.33KHz を 含むグループ F を使用し てもよい	
4.1.8.2			
4.1.8.1.3			
4.1.8.2			

(2) RTCA関係

RTCAにおいては、1984年1月20日に作成したDO-186(117.975から137.000 MHzにおける航空機の無線通信機器運用)を基に最低運用性能基準(Minimum Operational Performance Standards)を改訂し、DO-186a(1995年10月20日)を策定している。これは、これまでの25KHzを3で割った8.3333KHzである8.33KHzのチャネル割り当てに対する要件を追加している。以下にその追加要件を示す。

ア システム概要

これまでの VHF 通信システムと同様に機上・地上間の音声並びにデータ通信を行う航空機の送受信機を指している。当該装置については、振幅変調方式で、割り当てチャンネルとしては、25KHz ごとあるいは 8.33KHz ごとの間隔であり 118.0000MHz から 136.9750MHz までの周波数帯域を使用するものである。チャンネルの設定には、8.33KHz チャンネルを使用するに伴い、実際の周波数に対してチャンネル ID を割り振っている。

実周波数	チャンネル間隔	チャンネル ID	受信機クラス
118.0000	25/50	118.000	A,B,C or D
118.0000	8.33	118.005	E
118.0083	8.33	118.010	E
118.0167	8.33	118.015	E

イ 一般的要件

A 装置種別 (Equipment Classes)

a 受信機

5 つめのクラス E が追加された：

クラス A ： オフセット機能をもった 50KHz 周波数間隔で使用される

クラス B ： オフセット機能がない 50KHz 周波数間隔で使用される

クラス C ： オフセット機能をもった 25KHz 周波数間隔で使用される

クラス D ： オフセット機能がない 25KHz 周波数間隔で使用される

クラス E ： オフセット機能がない 8.33KHz 周波数間隔で使用される

b 送信機

5 つめ、6 つめのクラスが追加された：

クラス 1 ： 使用しない

クラス 2 ： 使用しない

クラス 3 ： 25KHz 周波数間隔で使用され 200 マイルの最大距離

クラス 4 ： 25KHz 周波数間隔で使用され 100 マイルの最大距離

クラス 5 ： 8.33KHz 周波数間隔で使用され 200 マイルの最大距離

クラス 6 ： 8.33KHz 周波数間隔で使用され 100 マイルの最大距離

ウ 受信機特性

A 選択度 (Selectivity)

a ノーズ帯域幅 (Nose Bandwidth)

クラス E 受信機について

参照となる AGC 電圧を作り出すのに必要な入力信号のレベルは、割り当てられた周波数から $\pm 2.778\text{KHz}$ の入力信号周波数において 6dB を超えて変化してはならない。

b スカート帯域幅 (Skirt Bandwidth)

クラス E 受信機について

割り当てられた周波数のどちらか一方の側に 7.37KHz ずらした周波数において、参照となる AGC 電圧を作り出すのに必要な入力信号のレベルは、割り当てられた周波数において参照となる AGC 電圧を作り出すのに必要なレベルよりも少なくとも 60dB 以上でなければならない。

B 混変調 (Cross Modulation)

1000Hz で 30%変調の妨害信号と正規のチャネル周波数における無変調波が同時に印加されている状態では、混変調による受信機出力は定格出力よりも 10dB 以上下がらなければならない。正規のチャネル信号はどのレベルでも 20 から 500 μ V の間になければならず、100MHz から 156MHz 間の周波数で 10000 μ V のレベルにある干渉（妨害）信号を加えているものとする。

なお、クラス E 受信機では、受信機が選択できる第 2 次の高位と低位のチャネルと同等な周波数を含んでいるが、これら 2 つのチャネル間の周波数は除外したものとする。

注:EUROCAE では、VHF 周波数を 108MHz から 156MHz に拡大している。

C 隣接チャネル排除 (Adjacent Channel Rejection) – クラス E 受信機のみ

次に示すような正規信号と干渉信号がある中で、隣接チャネルの排除（正規信号と最低干渉信号との比、dB 単位）は、少なくとも 45dB でなければならない。

a 正規信号

レベル : 20dB の SN 比となる様に調整されたもの
変調 : 1000Hz において 60%
周波数 : 選択した周波数

b 干渉信号

レベル : 正規信号の SN 比が 20dB から 14dB に下がるレベル
変調 : 400Hz において 60%
周波数 : 8.33KHz チャネルの隣り合う 1 つ上と下のチャネル

エ 送信機特性－標準状態

A 出力電力

- a クラス 3 と 5 送信機 : 少なくとも 16W
- b クラス 4 と 6 送信機 : 少なくとも 4W

B 音声周波数レスポンス (Audio Frequency Response) – 変調忠実度 (Modulation Fidelity)

70%以上の変調をかけた音声信号を入力しているとき、音声信号が 350Hz から 2500Hz を超えるような変化をする状態であっても送信波のパーセンテージ変調は、6dB を超えてはならないのが基本であるが、クラス 5 並びに 6 の装置については 3200Hz を超える周波数では、パラグラフ E における“Transmitter

Occupied Spectrum for 8.33KHz Mode” に従って制限される。

C 無線周波数エネルギーの発射 (Emission of Radio Frequency Energy)

RTCA/DO-160A から DO-160C での要求に変更された。

D 周波数の許容偏差 (Frequency Tolerance)

クラス 5 並びに 6 の送信機については、選択したチャネル周波数の 0.0005% (5ppm) 内に収まらなければならない。

E 8.33KHz モードに対する送信機占有周波数 (Transmitter Occupied Spectrum for 8.33KHz Mode)

次のような信号が入力されており 300Hz から 10KHz 間のある周波数で送信機が変調しているならば、クラス 5 並びに 6 の送信機である 8.33KHz モードに対し送信機スペクトラムは、図 2.1.1 に示す範囲を超えてはならない。

音声信号レベル : 1,000 Hz で 70%に変調されるように調整

音声信号周波数 : 300Hz – 10KHz の範囲で変更

300Hz – 800Hz の間ではレベルは一定

800Hz – 10KHz の範囲では 10dB/オクターブ

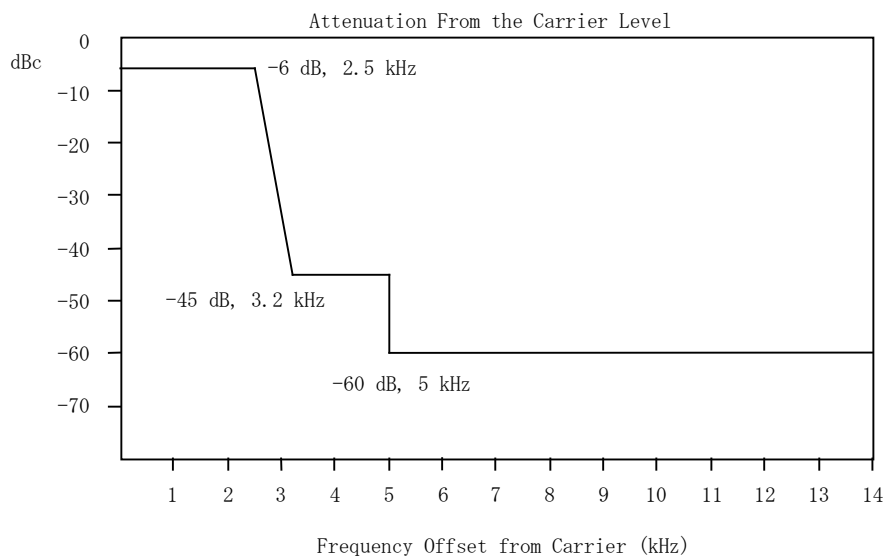


図 2.1.1 スペクトラム マスク

(3) EUROCAE 関係

EUROCAE は、1986 年 5 月に作成した “ED-23A” (Minimum Performance Specification for Airborne VHF Communication Equipment operating in the frequency range 117.975–137.000MHz <Receiver–Transmitter>) を改訂し、RTCA/DO-186a と同様な “ED-23B” (Minimum Operational Performance Standards <MOPS>) を 1995 年 3 月に策定している。

ED-23B では、クラス E の受信機を新規追加した。これは、欧州空域における VHF

周波数の混雑を解消するものとして 8.33KHz 周波数間隔下で運用ができる様にしたものである。また、クラス 5 並びに 6 の送信機規格も追加されている。

EUROCAE は欧州の機関であるが、米国の RTCA と基準・規格の標準化の調整を行っており、この ED-23B についても EUROCAE working group 47 で制定されているが、RTCA Special Committee SC-172 で検討し制定された DO-186a と調整が行われている。したがって、EUROCAE ED-23B は別規格のようであるが、その内容はほぼ同一であり、特に今回設定した 8.33KHz の周波数間隔変更に対しては同一の技術要件を示している。

ここでは、特に個別の内容については省略する。

(4) A E E C 関係

AEEC では、ARINC (Aeronautical Radio Inc. <米国無線協会>が事務局) の名で示される各種規格として VHF 無線機に対する要件を示している。ARINC 規格については、ICAO 等で示された要件を考慮し、実際に航空機に搭載するにあたっての接続性などを規定するものであり、何処の製造会社であっても基本的には航空機側の配線変更などを必要とせず交換および搭載ができるものとして扱われる。

ア ARINC 716 航空機 VHF 通信トランシーバ (ARINC 716 AIRBORNE VHF COMMUNICATIONS TRANSCEIVER)

1978 年 12 月 8 日に作成されて以来いくつかの改訂を経たのち SUPPLEMENT 8(1994 年 10 月 20 日)で初めて“4.0 TRANSCEIVER UNIT DESIGN FOR THE 8.33KHz CHANNEL-SPACED MODE OF OPERATION” 項が追加され、その後 SUPPLEMENT 9 (1995 年 10 月 31 日)、SUPPLEMENT 10 (1997 年 10 月 14 日) で一部修正され ARINC 716-10 として現在に至っている。これは、8.33 KHz に対する要件として、次の点が追加された。

A 周波数範囲とチャンネル

117.975MHz から 137.000MHz が VHF 無線機に割り当てられているが、8.33KHz としては合計 2280 チャンネルになる。なお、各両端の周波数において 12.5KHz がガードとして確保されているので、実設定周波数は最低が 117.99166MHz であり最高は 136.98333MHz となる。ただし、機上での設定は人間の操作性を考慮し 118.000 から 136.990 というチャンネル設定を周波数選択する制御パネルでは行われる。また、RTCA ではチャンネルの変更に 1 秒を超えないこととしていたが、ARINC では 60ms としている。

B 周波数選択

操縦席で周波数を選択する場合、これまでと同様に制御パネルで選択し、制御パネルとトランシーバ間は以前と同じく ARINC 429 によるデジタル信号で情報が送られる。しかし、これまでの 25KHz の場合と異なるラベルがデジタル信号に使用され 8.33KHz のチャンネル情報としてトランシーバに送られる。

C 選択呼出装置、データ入出力 (SELCAL, DATA output/input)

VHF8.33KHz の要件を追加する中で、8.33KHz のチャンネルに使用されるのは音声通信を対象としているため、これまでと同様に受信において選択呼出装置との接続を指示しているが、データ通信については 8.33KHz の送信は設定されていない。

D 電気的特性

その他、8.33KHz の設定追加による送受信についての電気的特性は RTCA や EUROCAE で示されているものと同等である。

イ ARINC 566 MARK3 VHF通信トランシーバ (ARINC 566 MARK3 VHF COMMUNICATIONS TRANSCEIVER)

1968 年 5 月 22 日に作成されて以降、いくつかの改訂を経たのち

SUPPLEMENT 8 (1996 年 9 月 6 日) に初めて “4.0 TRANSCEIVER UNIT DESIGN FOR THE 8.33KHz CHANNEL-SPACED MODE OF OPERATION” 項が追加され、その後 SUPPLEMENT 9 (1995 年 10 月 14 日) で一部修正され、ARINC 566A-9 として現在に至っている。この規格についても ARINC 716 と同様に、8.33KHz の要件を追加し航空機に搭載するにあたっての規格が示されている。ARINC 716 と異なるアナログタイプの周波数選択 (2 out of 5) を行う ARINC 566A に関しては、周波数を選択する場合、これまでの 25KHz と較べて選択する周波数の桁数が一つ追加 (118.00→118.000) されたので、周波数選択する制御パネルとトランシーバ間の配線割り当てが変更されたという違いがある。その他については、ARINC 716 と同様である。

1. 2 ナロー化による問題点 (干渉等) への対応

システム性能と機上及び地上装置の性能は、SARPs ANNEX 10 Volume III Part II に記述されている。改訂第 73 号まで含む概要は 1.1 項の表 2.1.1 に示されている。改訂第 69 号以降にナロー化に関する記述が追加されている。

(1) 改訂第 68 号と改訂第 73 号の内容比較

改訂第 68 号までの内容と改訂第 73 号までの内容を比較し、異なる点を表 2.1.3 に示す。これはナロー化に伴って追加された記述であり、2.2.2.4、2.3.1.3 及び 2.3.2.5 項が干渉に関連する項目である。

表 2.1.3 ナロー化に伴って追加された事項

改訂第 68 号までの 項目番号	改訂第 73 号までの 項目番号	項目	追加事項
4.5	2.1	空地 VHF 通信システム特性	
4.5.1	2.1.1	総説	

改訂第 68 号までの 項目番号	改訂第 73 号までの 項目番号	項目	追加事項
4.5.1.3	2.1.1.3	チャンネル間隔	8.33KHz チャンネル間隔の追加
4.6	2.2	地上設備のシステム特性	
4.6.1	2.2.1	送信機能	
4.6.1.1	2.2.1.1	周波数安定度	8.33KHz チャンネル間隔の場合： ±0.0001%
4.6.2	2.2.2	受信機能	
対応項目 無し	2.2.2.1	周波数安定度	8.33KHz チャンネル間隔の場合： ±0.0001%
4.6.2.2	2.2.2.3	有効受信帯域幅	8.33KHz 帯域幅チャンネルが使用される時、 受信システムは 2.2.2.2 で規定された信号 が割当周波数の±0.0005%以内の搬送 波周波数を持っている時、十分かつ明 瞭な音声出力を提供しなければならない。
4.6.2.3	2.2.2.4	隣接チャンネル排除	受信システムは隣接の指定可能なチャンネルで 60dB 以上の実効的な排除を保証し なければならない。 (注：記述は同じであるが、8.33KHz が導入された場合は実質的に厳しい 条件となるため記載した) 注) 隣接の指定可能な周波数は通常 ±50KHz。このチャンネル間隔が十分でない 場合、次の指定可能な周波数は ±25KHz 又は±8.33KHz になる。こ れらは、Volume V の条項に従って使用 される。世界のある地域では 25KHz、 50KHz あるいは 100KHz チャンネル間隔用 に設計された受信機は継続して使用す る事を認められる。
4.7	2.3	航空機上設備の システム特性	
4.7.1	2.3.1	送信機能	
4.7.1.1	2.3.1.1	周波数安定度	8.33KHz チャンネル間隔の場合： ±0.0005%
対応項目 無し	2.3.1.3	隣接チャンネル電力	全ての運用条件のもとで、隣接の 8.33KHz チャンネルの中心で振り分けられた 7KHz 帯域で測定された時、8.33KHz の航空機の送信機からの電力量は、送 信機の搬送波電力の-45dB を超えて はならない。 この隣接チャンネル電力は典型的な音声スペ クトラムを考慮しなければならない。
4.7.2	2.3.2	受信機能	
対応項目 無し	2.3.2.1	周波数安定度	8.33KHz チャンネル間隔の場合： ±0.0005%

改訂第 68 号までの 項目番号	改訂第 73 号までの 項目番号	項目	追加事項
対応項目 無し	2.3.2.4	8.33KHz チャネル 間隔受信設備の有 効受信帯域幅	Volume V に指定されているチャネルを使用し、このチャネルが 8.33KHz の帯域幅を持ち 2.3.2.2 で規定された信号が割当周波数の $\pm 0.0005\%$ 以内の搬送波周波数を持っている場合、受信機能は十分な音声出力を提供しなければならない。有効受信帯域幅に関する更なる情報は、Part II の Attachment A に含まれている。 注) 有効受信帯域幅はドップラシフトを含む。
4.7.2.3	2.3.2.5	隣接チャネル排除	受信機能は次の有効隣接チャネル排除を保証しなければならない。 a) 8.33KHz チャネル：割当周波数の $\pm 8.33\text{KHz}$ で 60dB 以上、 $\pm 6.5\text{KHz}$ で 40dB 以上。 注) 受信機の局部発振器の位相雑音は、搬送波信号を排除するための受信能力の何らかの劣化を避けるために十分低くなければならない。搬送波から 8.33KHz 離調で -99dBc より良い位相雑音レベルが、全ての条件下で 45dB 隣接チャネル排除を行うために必要である。 b) 25KHz チャネル：割当周波数の $\pm 25\text{KHz}$ で 50dB 以上、 $\pm 17\text{KHz}$ で 40dB 以上。 (変更はないが参考のために記載)

(2) 干渉イミュニティ性能

改訂 68 号まで含む内容と改訂 73 号まで含む内容とを比較すると、干渉に関する記述に変更及び追加はない。参考として表 2.1.4 に VHF 放送との干渉記述の全文を紹介する。

表 2.1.4 干渉イミュニティ性能

改訂第 68 号までの 項目番号	改訂第 73 号までの 項目番号	項目	追加事項
4.7.3	2.3.3	干渉排除性能	
4.7.3.1	2.3.3.1		1998 年 1 月 1 日以降、VHF 通信受信システムは、受信機入力で -5dBm のレベルを持つ VHF 放送信号に起因する 2 信号第三次相互変調積の存在のもとで満足な性能を果たさなければならない。

改訂第 68 号までの 項目番号	改訂第 73 号までの 項目番号	項目	追加事項
4.7.3.2	2.3.3.2		1998 年 1 月 1 日以降、VHF 通信受信システムは、受信機入力で -5dBm のレベルを持つ VHF 放送信号の存在のもとで感度低下を起こしてはならない。上記 2.3.3.1 (4.7.3.1) 及び 2.3.3.2 (4.7.3.2) に引用された性能について使用されるべき排除基準に関する指針資料は、Part II の Attachment A の 1.3 (Part I の Attachment A の 2.3) に含まれる。
4.7.3.3	2.3.3.3		1995 年 1 月 1 日以降、航空機に搭載される VHF 通信受信システムを新たに装備する場合、上記 2.3.3.1 (4.7.3.1) 及び 2.3.3.2 (4.7.3.2) の規定に適合していなければならない。
4.7.3.4	2.3.3.4	勧告	上記 2.3.3.1 (4.7.3.1) 及び 2.3.3.2 (4.7.3.2) の排除性能基準に適合する航空機搭載 VHF 通信受信装置は、可能な限り早い時期に設置され運用されるべきである。

(3) 航空機上設備の民間規格

航空機上設備の民間規格としては、ARINC CHARACTERISTIC 716-10 : AIRBORNE VHF COMMUNICATIONS TRANSCEIVER がある。この規格は SARPs ANNEX 10 Volume III Part II を詳細に規定している。干渉に関連する項目については、結果的に厳しい規定となっている。双方の比較を表 2.1.5 示す。

表 2.1.5 SARPs と ARINC の比較

SARPs	ARINC	項 目	比 較
2.3.1.3	4.4.2.5	隣接チャネル電力 (送信)	SARPs : 搬送波の -45dB を超えない ARINC : 隣接、次隣接をスペクトラムの分布として規定 隣接は -60dBc
2.3.2.5		隣接チャネル排除 (受信)	SARPs : $\pm 8.33\text{KHz}$ で 60dB 以上 $\pm 6.5\text{KHz}$ で 40dB 以上 局部発振器の位相雑音 : -99dBc 以下 ARINC : $\pm 2.780\text{KHz}$ で 6dB 以下 $\pm 7.365\text{KHz}$ で 60dB 以上 局部発振器の位相雑音 : -114dBc 以下

SARPs	ARINC	項 目	比 較
対応項目 無し	4.3.2	混変調	SARPs：規定無し ARINC：±8.33KHz、±25KHz、 ±50KHz、±100KHz、 ±500KHz 及び±1MHz の非 希望波で規定

(4) 干渉問題の検討結果

以上の比較からナロー化に伴う干渉問題に関連して、次のことがいえる。

ア VHF 放送との干渉で新たに発生する問題はない。

イ 当該チャンネルを 8.33KHz チャンネルとし、隣接チャンネルを 8.33KHz チャンネルとし、近距離で運用した場合、干渉問題が発生する可能性があり運用上の配慮が必要と思われる。計算例を〔計算例 1〕に示す。

ウ 当該チャンネルを 8.33KHz チャンネルとし、隣接チャンネルを 25KHz チャンネルとし、近距離で運用した場合、干渉問題が発生する可能性があり運用上の配慮が必要と思われる。計算例を〔計算例 2〕に示す。

〔計算例 1〕

送信局及び受信局：アンテナゲイン＋ケーブルロス＝0dB

当該チャンネル周波数：128MHz とする。

$$19.4 \mu \text{V/m} = -120 \text{dBw/m}^2 = -123.6 \text{dBw}$$

送信局 A： 8.33KHz チャンネル、受信局 A と通信している。
チャンネル設定、当該チャンネル（周波数 128MHz）
送信電力、30W＝14.8dBw

受信局 B： 8.33KHz チャンネル、送信局 B と受信感度点で通信している。
チャンネル設定、隣接チャンネル

送信局 A と受信局 B 間距離： d (km)

① 受信局 B が送信局 A の送信時に隣接チャンネル漏洩電力により自己の受信がマスクされる可能性のある距離 d (km)

$$14.8 - 45 - 20 \log 4 \pi d / \lambda = -123.6 \text{dBw} \quad d = 0 \sim 8.7 \text{ km}$$

② 受信局 B が直接あるいは混変調によって送信局 A を受信する可能性のある距離 d (km)

$$14.8 - 20 \log 4 \pi d / \lambda - 60 = -123.6 \text{ dBw} \quad d = 0 \sim 1.5 \text{ km}$$

〔計算例 2〕

送信局及び受信局夫々：アンテナゲイン＋ケーブルロス＝0dB

当該チャンネル周波数：128MHz とする

$$19.4 \mu \text{V/m} = -120 \text{dBw/m}^2 = -123.6 \text{dBw}$$

送信局 A： 25KHz チャンネル、受信局 A と通信している
チャンネル設定、当該チャンネル（周波数 128MHz）

送信電力、 $30\text{W}=14.8\text{dBw}$

受信局 B : 8.33KHz チャネル、送信局 B と受信感度点で通信している
チャネル設定、隣接チャネル

送信局 A と受信局 B 間距離 : d (km)

- ① 受信局 B が送信局 A の送信時に隣接チャネル漏洩電力により自己の受信が
マスクされる可能性のある距離 d (km)

占有帯域幅外の全電力が隣接チャネルに落ちるとして計算

$$14.8-23-20\log 4\pi d/\lambda=-123.6\text{dBw} \quad d=0\sim 110\text{ km}$$

- ② 受信局 B が直接あるいは混変調によって送信局 A を受信する可能性のある
距離 d (km)

$$14.8-20\log 4\pi d/\lambda-60=-123.6\text{dBw} \quad d=0\sim 1.5\text{ km}$$

1. 3 日本の技術基準との比較

欧州域にて航空管制に使用する VHF 音声通信の周波数間隔が、これまでの 25KHz から 8.33KHz 間隔に変更されるにあたり、RTCA DO-186a にはすでにこれを考慮した技術基準が設定されている。ここでは、日本における技術基準である無線設備規則と RTCA DO-186a との比較を行ない相違点の有無を調べる。

(1) 無線設備規則 第五条 周波数の許容偏差

RTCA DO-186a 2.3.11 Frequency Tolerance

規則では、航空機無線局の無線設備における周波数の許容偏差は 100 万分の 30 に設定されており、RTCA の 25KHz 周波数間隔の送信機の Spec 0.003% と同等である。また、規則には設定されていないが、RTCA には別途 8.33KHz 対応の送信機の許容偏差として 0.0005% が設定されている。

(2) 無線設備規則 第六条 占有周波数帯幅の許容値

規則では、航空機無線局の無線設備における占有周波数帯幅の許容値 (A3E) は 6KHz と設定されているが、RTCA DO-186a には同許容値の設定はない。

なお、ETSI EN 300 676 では 5kHz 、FCC Part87 では 5.6kHz と設定されている。

(3) 無線設備規則 第七条 スプリアス発射の強度の許容値

RTCA DO-186a 2.3.7 Emission of Radio Frequency Energy

規則では、帯域外領域におけるスプリアス発射の強度の許容値は、 25W を超えるものは、 1mW 以下であり、かつ、基本周波数の平均電力より 60dB 低い値、 1W を超え 25W 以下の場合は $25\mu\text{W}$ 以下、 1W 以下の場合は $100\mu\text{W}$ 以下と設定されており、スプリアス領域における不要発射の強度の許容値は、 50W を超えるものは $50\mu\text{W}$ 以下又は基本周波数の搬送波電力より 70dB 低い値、 25W を超え 50W 以下の場合は、基本周波数の搬送波電力より 60dB 低い値、 1W を超え 25W 以下の場合は、 $25\mu\text{W}$ 以下、 1W 以下の場合は $50\mu\text{W}$ 以下と設定されているが、RTCA には公称出力インピーダンスと同等の抵抗値で終端した場合、 $25\mu\text{W}$ 以下と設定されている。

(4) 無線設備規則 第十四条 空中線電力の許容偏差

RTCA DO-186a 2.3.1 Output Power

規則では、空中線電力の許容偏差は上限 20%および下限 50%と設定されているが、RTCA では Max Range 200NM の送信機（25KHz チャンネル間隔、8.33KHz チャンネル間隔いずれも）で 16W 以上、Max Range 100NM の送信機（25KHz チャンネル間隔、8.33KHz チャンネル間隔いずれも）で 4W 以上と最低出力値だけが設定されている。

(5) 無線設備規則 第十八条 変調、第四十五条の十 変調度

RTCA DO-186a 2.3.3 Modulation Capability

規則では、送信装置は、音声その他の周波数によって搬送波を変調する場合には、変調波の尖頭値において±100%を超えない範囲に維持されることとある。また、A3E 電波（118KHz～142KHz までの周波数に限る）の通常の使用状態における変調度は、最大で 85%、平均値で 50%以上と設定されている。RTCA では、1000Hz の周波数で 70%以上の変調を得られる入力信号レベルのレンジの明示を設定しているのみである。

(6) 無線設備規則 第四十五条の十二 一送信装置

ア 信号対雑音比

RTCA DO-186a 2.3.6 Carrier Noise Level

規則では、1000Hz の周波数で 85%変調をした場合において、35dB 以上。RTCA では、1000Hz で 70%変調を行なった場合に 35dB 以上となっており、変調度の設定が異なっている。

イ 総合周波数特性

RTCA DO-186a 2.3.13 Transmitter Occupied Spectrum for 8.33KHz Module

規則では、変調周波数 350Hz から 2500Hz において 6dB 以内。RTCA では変調周波数 300Hz から 10KHz において送信機スペクトラムが 図 2.1.2 の設定値を超えないよう規定されている。入力レベルについては、次のとおり調整される。

入力信号レベルは、1000Hz で 70%の変調が可能となるように調整される。入力信号の周波数は、300Hz から 10KHz の範囲で変化し、300Hz と 800Hz の間ではレベルは一定しており、800Hz と 10KHz の間で－10dB/オクターブのスロープで変化する。

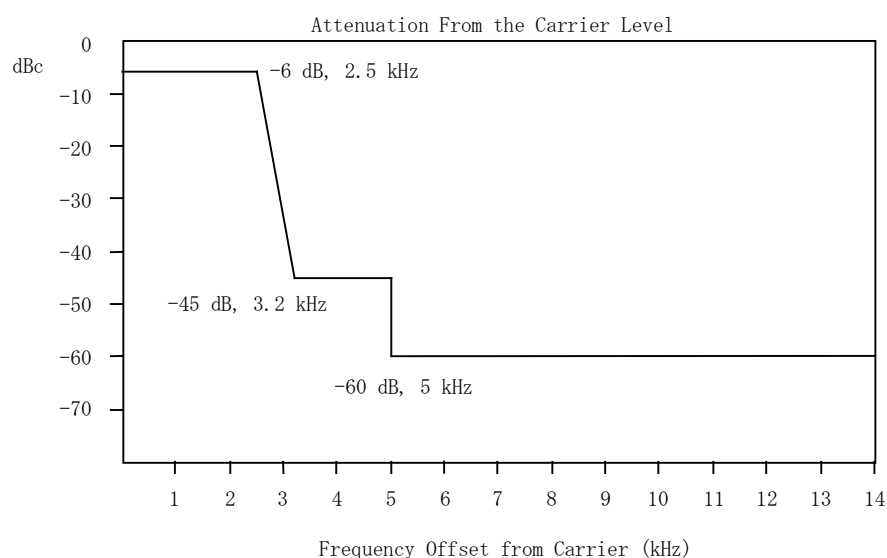


図 2.1.2 スペクトラム マスク

ウ 総合歪および雑音

RTCA DO-186a 2.3.4 Audio Frequency Distortion

規則では、1000Hzの周波数で少なくとも85%の変調を生ずる入力レベルと等しいレベルをもって、350Hz、1000Hz、2500Hzのそれぞれの周波数によって変調した場合において、送信装置の全復調出力とその中に含まれる不要成分の比が12dB以上と設定されているが、RTCAでは1000Hzの周波数で70%の変調を生ずる入力レベルと等しいレベルで350Hz、1000Hz、2500Hzの周波数によって変調した場合、不要成分が全復調出力の25%を超えないことと設定されている。

(7) 無線設備規則 第四十五条の十二 三受信装置

ア 感度

RTCA DO-186a 2.2.3 Sensitivity

規則では、信号対雑音比を6dBとするために必要な受信機入力電圧が、1000Hzで30%変調されたものの場合において10 μ V以下と設定されており、RTCAの設定と同等である。

イ 一信号選択度

A 通過帯域幅

RTCA DO-186a 2.2.7 Selectivity a. Nose Bandwidth

規則では、1000Hzの周波数で30%変調をされた受信機入力電圧を受信装置の最大感度の点から6dB高い値で加えた場合において、当該装置の最大感度時における出力となるときの幅が割当周波数から当該割当周波数の $\pm 0.005\%$ (オフセットキャリアを受信する場合は、割当て周波数から $\pm 8\text{KHz}$)以上と設定されている。RTCAでは、1000Hz 30%変調の入力電圧を加えた場合、6dB低下の幅が $\pm 3\text{KHz}$ (オフセットキャリアを受信する場合は $\pm 8\text{KHz}$)以上と設定され

ており、さらに 8.33KHz 間隔対応受信機として 6dB 低下の幅が±2.778KHz 以上と設定されている。

B 減衰量

RTCA DO-186a 2.2.7 Selectivity b. Skirt Bandwidth

規則では、1000Hz の周波数で 30%変調をされた受信機入力電圧を加えた場合において、受信装置の最大感度時における出力と同等の出力となる時の当該受信機入力電圧の 40dB 低下の帯域幅が±17KHz 以内、60dB 低下の帯域幅が±25KHz 以内と設定されている。RTCA でも、40dB 低下の幅は±17KHz 以内、60dB 低下の幅は±25KHz 以内と規則と同等の設定がある。さらに RTCA には、8.33KHz 間隔対応受信機として 60dB 低下の幅を±7.37KHz 以内と設定している。

C スプリアスレスポンス

RTCA DO-186a 2.2.8 Spurious Response

規則では、60dB 以上と設定されているのみ。RTCA では、妨害波入力信号周波数が 108MHz から 137MHz の間にあり、かつ希望波および上下隣接チャンネル以外のチャンネルの±8KHz 幅にあるとき、6dB の S/N 比を得るのに必要な AGC レベルを作り出すために必要な妨害波周波数上の入力信号レベルが 10mV 以上であることと設定されている。

ウ 実効選択度

A 混変調特性

RTCA DO-186a 2.2.9 Cross Modulation

規則では、20 μ V 以上 500 μ V 以下の希望波入力電圧を加えた状態の下で、希望波から 50KHz 以上離れ、かつ 1000Hz の周波数で 30%変調をされた 10mV の妨害波(周波数は 100MHz 以上 156MHz 以下)を加えた場合において、混変調による受信機出力が定格出力に比して-10dB 以下と設定されている。RTCA には規則と同じ設定がある(ただし、規則にある妨害波が希望波から 50KHz 以上離れているという条件は無い)のに加え、8.33KHz 間隔対応受信機については、妨害波に受信機が同調できる上下 2 番目の近接チャンネルが含まれる。しかし、これらのチャンネル間の周波数は含まないという設定になっている。

B 感度抑圧効果

RTCA DO-186a 2.2.11 Desensitization

規則では、1000Hz の周波数で 30%の変調をされた 20 μ V の希望波入力を加えた状態の下で、スプリアスレスポンス周波数及び 100MHz 以上 156MHz 以下の周波数(希望波から 25kHz 以内のものを除く。)で受信機入力電圧が 10mV の妨害波を加えた場合、及び、25kHz 以上 1215MHz 以下の周波数(スプリアス・レスポンス周波数及び 100MHz 以上 156MHz 以下のものを除く。)で受信機入力電圧が 200mV の妨害波を加えた場合において、受信機出力の信号対雑音比が 6dB

以上と設定されている。RTCA では希望波入力の設定が -87dBm および妨害波入力の設定が -33dBm となっており、 μV および mV ではなく、 dBm での設定となっている。

エ 総合周波数特性

RTCA DO-186a 2.2.1 Audio Frequency Response

規則では、変調周波数が 350Hz から 2500Hz までにおいて 6dB 以内。オフセット・キャリアを受信する場合は前記によるほか、変調周波数が 2500Hz を超える場合は、変調周波数ごとに減衰（変調周波数が 5000Hz において、 1000Hz のときの出力に比して -18dB 以下）とするとの設定になっている。RTCA では、変調周波数が 350Hz から 2500Hz までにおいては規則と同じく 6dB 以内。変調周波数が 2500Hz を超える場合は減衰し、 4000Hz 以上の周波数において 1000Hz のときの出力に比して 18dB 以下との設定になっている。

オ 自動音量調整装置の特性

RTCA DO-186a 2.2.2 AGC Characteristic

規則では、 1000Hz の周波数で 30% 変調された受信機入力電圧を $10\mu\text{V}$ から 10mV まで変化させた場合において、可聴周波数の出力の変化が 10dB 以内と設定されている。また 1000Hz の周波数で 30% 変調された受信機入力電圧を瞬時に 200mV から $10\mu\text{V}$ に変化させたときの可聴周波数の出力が定常状態の出力に比して、 $\pm 3\text{dB}$ の値になるまでの時間が 0.25 秒以内。送信から受信（受信機入力電圧は 1000Hz の周波数で 30% 変調された $10\mu\text{V}$ のものとする。）に切り替えたとき可聴周波数の出力が定常状態の出力に比して $\pm 3\text{dB}$ の値になるまでの時間が 0.25 秒以内と設定されている。RTCA では、 1000Hz の周波数で 30% 変調された受信機入力電圧を $10\mu\text{V}$ から 100mV まで変化させた場合に、可聴周波数の出力の変化が 6dB 以内と設定されている。それ以外については同等の設定である。

カ 利得

規則では、 1000Hz の周波数で 30% 変調をされた $20\mu\text{V}$ の受信機入力を加えた場合において、定格出力に比して -10dB 以上の出力が生ずる事と設定されているが、RTCA には利得に関する設定がない。

キ 出力の制御

RTCA DO-186a 2.2.4 Output Level Control

規則、RTCA とともに出力を 40dB 以上減衰できること（出力レベルの制御器を有するものに限る。）と設定されている。

ク 総合歪及び雑音

RTCA DO-186a 2.2.5 Distortion

規則では、 350Hz から 2500Hz までの周波数で 85% 変調をされた 10mV の受信機入力電圧を加えた場合において、定格出力とその中に含まれる不要成分との比が 12dB 以上、および 350Hz から 2500Hz までの周波数で 30% 変調をされた

10mV の受信機入力電圧を加えた場合において、出力が定格出力に比して±10dB 以内のとき、当該出力とその中に含まれる不要成分との比が 16.5dB 以上と設定されている。RTCA も受信機入力電圧に関しては同等の条件設定がされている。しかし、規則ではそれぞれの受信機入力電圧条件に対し定格出力とその中に含まれる不要成分との比で、12dB 以上および 16.5dB 以上と設定されているが、RTCA ではそれぞれの受信機入力電圧条件に対し歪率が 25%および 15%を超えないことと設定されている。

ケ 雑音レベル

RTCA DO-186a 2.2.6 Noise Level

規則には、1000Hz の周波数で 30%変調をされた 200μV から 10mV までの受信機入力電圧を加えた場合において、定格出力を得ることができるよう利得を調整したとき、無変調時の出力が定格出力の 25dB 以下と設定されている。RTCA も同等の設定である。

(8) 隣接チャネル除去機能 RTCA DO-186a/b 2.2.16 Adjacent Channel Rejection-Class E Receivers Only

規則では設定されていないが、RTCA には 8.33KHz 対応受信機に対し次の基準が設定されている。

下記に示すような希望波、妨害波において、隣接チャネルの排除(希望波および最低妨害波のレベル比)は最低 45dB でなければならない。

希望波は信号対雑音比 20dB で 1000 Hz 60%の変調がされたもの。妨害波は希望波の 8.33KHz 離れた隣接チャネルにあり、妨害波の信号対雑音比が 20dB から 14dB に下がるようなレベルで調整され、400Hz 60%変調がされたもの。

規則とRTCAとの基準の比較を行なったが、RTCAの基準に関する測定法がRTCA DO-186aに明記されているものについてはその項目番号を表 2.1.6に示す。

表 2.1.6 RTCA 基準測定法項目番号

無線設備規則	対応する RTCA DO-186a		RTCA DO-186a 測定法項目番号
第 5 条 周波数の許容偏差	2.3.11	Frequency Tolerance	2.7.2.11
第 7 条 スプリアス発射強度の許容値	2.3.7	Emission of Radio Frequency Energy	2.7.2.7
第 14 条 空中線電力の許容偏差	2.3.1	Output Power	2.7.2.1
第18条 変調、 第 45 条の 10 変調度	2.3.3	Modulation Capability	2.7.2.3
第 45 条 12 一. 送信装置 ア 信号対雑音比	2.3.6	Carrier Noise Level	2.7.2.6
第 45 条 12 一. 送信装置	2.3.13	Transmitter Occupied	2.7.2.13

無線設備規則	対応する RTCA DO-186a		RTCA DO-186a 測定法項目番号
イ 総合周波数特性		Spectrum for 8.33 KHz Module	
第 45 条 12 一. 送信装置 ウ 総合歪および雑音	2.3.4	Audio Frequency Distortion	2.7.2.4
第 45 条 12 三. 受信装置 ア 感度	2.2.3	Sensitivity	2.6.2.3
第 45 条 12 三. 受信装置 イ 一信号選択度 A 通過帯域幅	2.2.7	Selectivity a. Nose Bandwidth	2.6.2.7
第 45 条 12 三. 受信装置 イ 一信号選択度 B 減衰量	2.2.7	Selectivity b. Skirt Bandwidth	2.6.2.7
第 45 条 12 三. 受信装置 イ 一信号選択度 C スプリアスレスポンス	2.2.8	Spurious Response	2.6.2.8
第 45 条 12 三. 受信装置 ウ 実効選択度 A 混変調特性	2.2.9	Cross Modulation	2.6.2.9
第 45 条 12 三. 受信装置 ウ 実効選択度 B 感度抑圧効果	2.2.11	Desensitization	2.6.2.11
第 45 条 12 三. 受信装置 ウ 実効選択度 C 総合周波数特性	2.2.1	Audio Frequency Response	2.6.2.1
第 45 条 12 三. 受信装置 ウ 実効選択度 D 自動音量調整装置の特性	2.2.2	AGC Characteristic	2.6.2.2
第 45 条 12 三. 受信装置 ウ 実効選択度 F 出力の制御	2.2.4	Output Level Control	2.6.2.4
第 45 条 12 三. 受信装置 ウ 実効選択度 G 総合歪及び雑音	2.2.5	Distortion	2.6.2.5
第 45 条 12 三. 受信装置 ウ 実効選択度 H 雑音レベル	2.2.6	Noise Level	2.6.2.6
設定なし	2.2.16	Adjacent Channel Rejection-Class E Receivers Only	2.6.2.16

2 諸外国での導入動向

2. 1 欧州での導入状況

(1) 導入経緯

高高度空域航空管制の為に周波数が不足し、航空交通量の増加に対応できないと

して、欧州はこれまでの 25KHz の 1/3 にあたる 8.33KHz の VHF チャンネル間隔の導入を決めた。これは EUR RAN 会議（1994 年、ウィーン）及び ICAO SP/COM/OPS/95 会議（1995 年、モントリオール）で推奨され、認められたものである。

(2) 導入時期

当初、欧州における FM イミュニティ対応と同じ 1998 年 1 月 1 日からを計画したが、機体側の改修対応が間に合わないことから、1 年後の 1999 年 1 月 1 日と設定された。しかし、8.33KHz 対応ハードウェアの不足、型式証明の問題等のため、機体側対応が間に合わず、1998 年 7 月ユーロコントロール ATM/CNS 諮問グループ（ACG）は実施時期を再度延長し、1999 年 10 月 7 日とした。

(3) 導入国

1999 年 10 月 7 日以降、ICAO EUR Region の国全てにおいて FL 245 以上の空域を運航する場合には原則 8.33KHz 間隔への適合が要件とされる。しかし、当初の段階（1999 年 10 月 7 日）で、8.33KHz 送受信機の装備、運用を義務化している国は次の 7 カ国である。

Austria（オーストリア）、 Belgium（ベルギー）、 France（フランス）、
Germany（ドイツ）、 Luxembourg（ルクセンブルグ）
Netherlands（オランダ） Switzerland（スイス）

8.33KHz 未対応の航空機がこれらの国を飛行しようとする場合には、24,500ft 以下で飛行計画を作成しなければならない。これら 7 カ国以外の国は AIC/AIP により当面の間の 8.33KHz 運用適用除外を公示しており、8.33KHz 対応でない機体でも「STS/EXM 833」と飛行計画に挿入することで通常通りの運航が可能である。

上記 7 カ国以外の国は、しばらく後に 8.33KHz 間隔を導入する考えであり、例えばイギリスは 2000 年前には導入しない模様である。

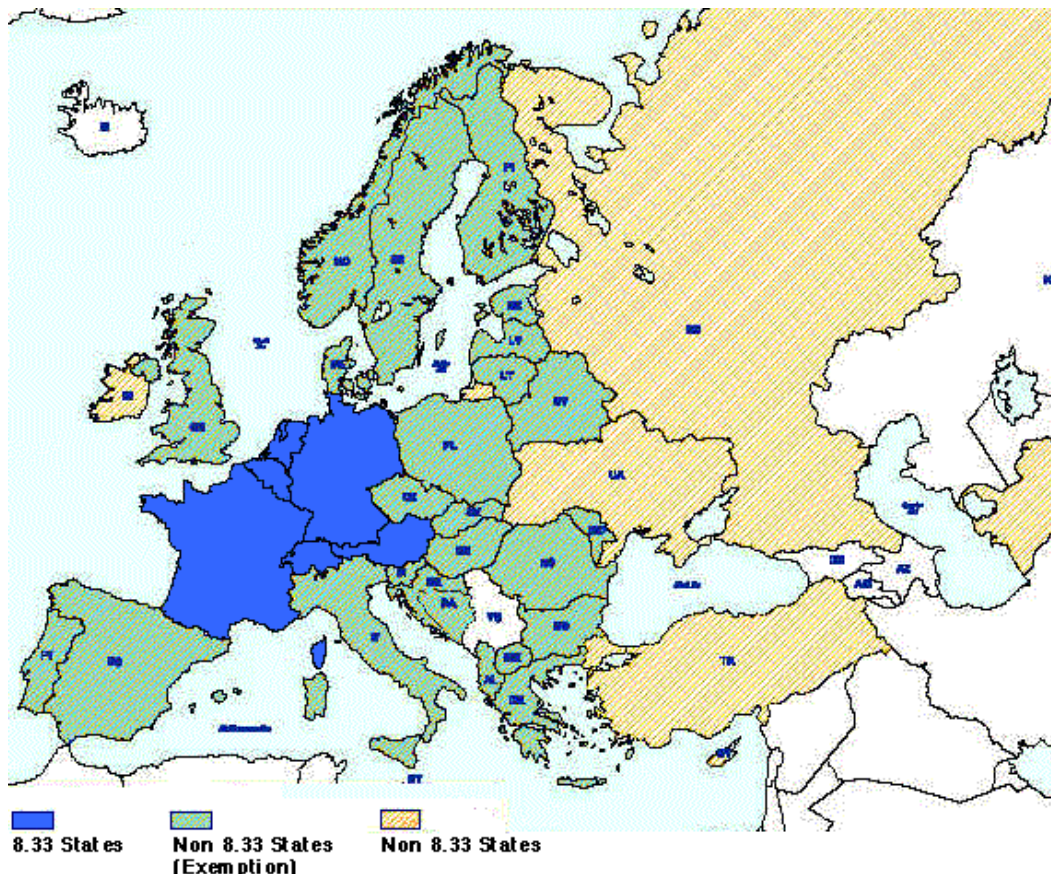


図 2.2.1 欧州の 8.33KHz 間隔導入状況

2. 2 欧州以外主要国の対応、動向

(1) 米国

米国では本年 3 月に NAS アーキテクチャ バージョン 4.0 が発行され 2015 年までの米国空域に於ける CNS 機器の展開、航空交通管理、管制の具体的計画を述べている。計画では音声周波数チャンネル不足解消の一つの手段として現在の ATC 音声通信を順次データリンク通信 (CPDLC) に置き換えるとしている。また、今後の航空交通量の増加と周波数混雑緩和の対応として、NEXCOM プログラムにより VDL モード 3 - Digital Data/Voice を導入する考えである。

VDL モード 3 については、ATC 運用要件、チャンネル容量、開発リスク、スケジュール、費用等を総合的に検討し次の候補の中から選定された模様である。

- ・ TDMA Integrated Data & Voice (VDL Mode-3)
- ・ 25KHz Analog Voice, Separate data-only (CSMA VDL Mode-2) ATC network
- ・ CDMA Integrated Data & Voice
- ・ 8.33KHz Analog Voice, Separate data-only (CSMA VDL Mode-2) ATC network

- ・ Geo Satellite Commercial system
- ・ LEO/MEO Satellite Commercial system

(2) アジア、太平洋地域

1999 年 8 月に行われた ICAO APANPIRG (Asia Pacific Air Navigation Planning and Implementation Regional Group) CNS/ATM SG において将来の通信手段 (Communication medium) として計画、検討されているのは次のとおりであり、8.33KHz 間隔の計画は無い。

- ・ AMSS Voice & Data
- ・ VHF Data
- ・ HF Data
- ・ SSR Mode-S
- ・ ATN

(3) その他

西アジア、アフリカ、南米、ロシア等 ICAO All PIRG 関係の広報誌、その他において、欧州以外の地域で 8.33KHz チャンネル間隔を導入するとの記事、計画は見当たらない。

3 我が国の航空会社の対応状況

3. 1 装備状況

(1) 日本航空株式会社

欧州路線に投入される可能性がある新規受領機体に対して、8.33KHz チャンネル間隔対応の VHF 通信システムを装備した。内容については以下の通り。

ア ボーイング 777-200ER, 300ER 型

A 対象機

総機数 24 機中完了 24 機

B 対応内容

8.33KHz チャンネル間隔対応 VHF 通信コントロールパネルの装備。

8.33KHz チャンネル間隔対応 VHF 通信送受信機の装備。

8.33KHz チャンネル間隔対応の機体配線。

(2) 全日本空輸株式会社

欧州路線に投入される可能性がある機体に対して、VHF 通信システムを 8.33KHz チャンネル間隔対応の改修を実施した。改修対象機、改修内容については以下のとおり。

ア ボーイング 747-200 型 (日本貨物航空 (株) の貨物機を含む)

A 改修対象機

旅客機 : 総機数 4 機中対象 4 機 全機改修済み

貨物機 : 総機数 9 機中対象 8 機 全機改修済み

B 改修内容

VHF 通信コントロールパネルの交換。

VHF 通信送受信機の改修。

機体配線の一部変更。

イ ボーイング 747-400 型 (国際線機材のみ)

A 改修対象機

総機数 13 機中対象 13 機 全機改修済み

(尚、2 機については、新規製造時に装着)

B 改修内容

ラジオコントロールパネルの改修。

VHF 通信送受信機の改修。

機体配線の一部変更。

ウ ボーイング 777-200ER 型 (長距離運航仕様のみ)

A 対象機

平成 12 年受領予定の新規機体 3 機に対して、装着予定。

B 変更内容

ラジオコントロールパネルの変更。

VHF 通信送受信機の変更 (ボーイング 747-400 型機と同一)。

機体情報統合システムのデータベース変更。

3. 2 実運用、評価

昨年 10 月より欧州域にて 8.33KHz 間隔での実運用が開始され、今日まで約 4 ヶ月が経過している。実運用開始後、混信、通信不能等の航空管制に支障をきたすような大きな問題は報告されていない。しかしながら、8.33KHz 対応機器に不慣れなことから生ずる問題についてはいくつか報告されているので、参考までに主なものを以下に記述する。

- (1) チャンネル数の増加により、回転式の周波数セクタだと希望するチャンネルに至るまで、今まで以上に時間がかかる。また、セクタの回転速度によって数字の飛び具合が変わるのでチャンネルのセットが困難である。特にスタンバイカウンタに事前にセットしているチャンネルと異なるチャンネルを指示された場合、数秒単位であるが通信設定確立までにこれまで以上の時間がかかるため、その間の他計器類等のモニタがおろそかになる。周波数セクタをキーボード方式にできれば解消できるのではないか。
- (2) いままでの 5 桁のチャンネル名に慣れているため、8.33KHz 間隔運用の空域で ATC からのチャンネル名の指示が早口で行なわれたりすると、覚えるのが難しく、復唱に

も手間取ることがある。チャンネル名の百の桁は常に“1”であるから、これを機上側、地上側ともに読まないで運用はできないか。

- (3) これまでどおりの 25KHz 間隔で運用されている地域を 8.33 KHz 間隔対応改修後の機体が飛行する場合、ジェプソン チャート (Jeppesen Chart) 上はチャンネル名として少数点以下 2 桁までしか記載されていないため、場合によってはコントロール パネル上に、そのチャンネルをセットできない場合がある。例えば、クアラルンプールのグランドコントロールのチャンネル名はジェプソン チャート上 122.27 と記載されているものの、8.33KHz 間隔対応のコントロール パネルには 122.270 というチャンネルはなく 122.275 しかセットできない。結果的には同じ周波数になるものの慣れるまで混乱するのではないか。

VHF 帯航空無線電話システムの概要説明

1 VHF 帯航空無線電話システムの概要

航空機には、航空交通管制、運行管理、遭難通信および緊急通信を行うための通信システムが装備されている。通信システムを大別すると、HF 通信システム、VHF 通信システムおよび衛星通信システムがあるが、ここでは航空 VHF 通信システム（図 1-1 を参照）について概要を述べる。

現在日本では、航空 VHF 通信用に、118.000MHz～136.975MHz 間までの周波数が 25KHz 間隔で割り当てられ使用している。航空 VHF 通信では、その電波特性から電波の通達距離が見通し距離内に限られているため、主に、洋上を除く管制通信や空港管制等の比較的近距離通信（約 200NM, 400Km）に使用されている。

近年、航空交通量の増大に伴いチャネル数が不足することが懸念され、対策として VHF 周波数間隔を 3 分の 1 にする 8.33KHz 周波数間隔ナロー化等が検討・実施されている。

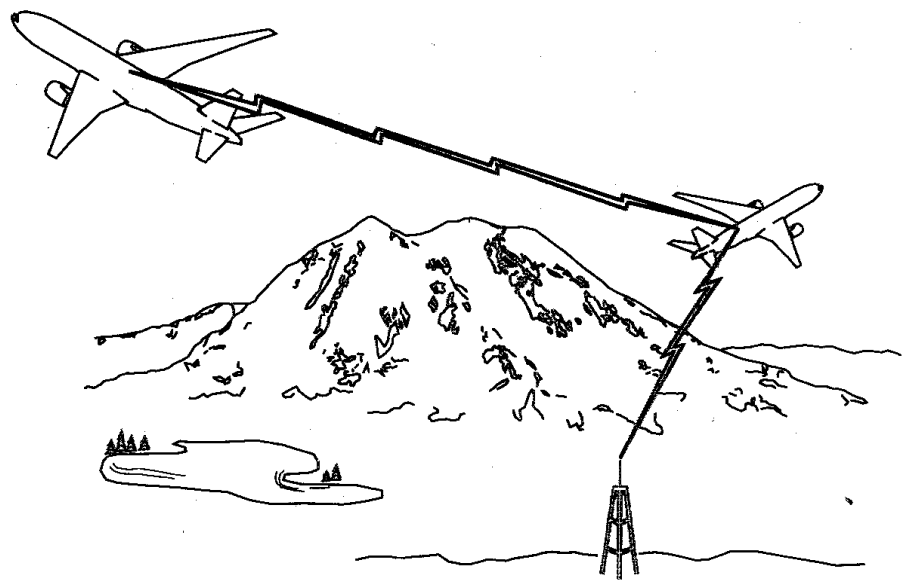


図 1-1 航空 VHF 通信システム

1. 1 航空VHF通信地上装置の概要

(1) 航空VHF通信地上装置の構成

空港近辺での航空機との通信、航空路での航空機との通信を行うために、VHF無線機を各所の無線サイトに設置し、通信に必要な電波覆域をカバーしている。無線機は、通常、No.1/No.2あるいは現用/予備の冗長構成をとって通信の可用性を確保している。

各無線サイトの無線機の音声信号・制御信号は、必要により無線機制御/音声伝送装置を経由して、音声スイッチング装置及び運用卓で構成される運用拠点の音声通信システムと接続されている。

航空VHF通信地上装置の概略構成を、図1-2に示す。

運用卓では、通信に用いる無線機を選択、No.1/No.2あるいは現用/予備の切替え等の操作を行い、プレストーク操作により、選択している無線機を用いたVHF通信を行うことができる。

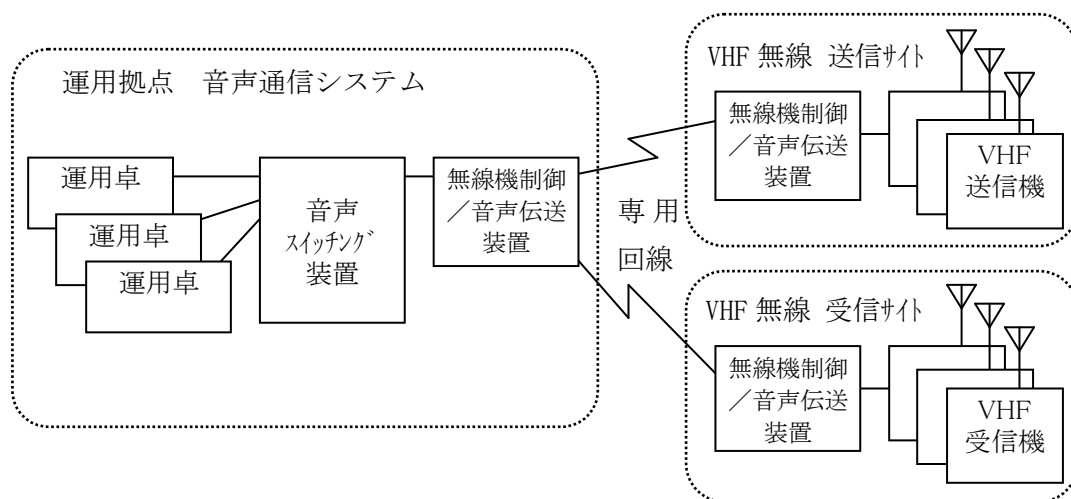


図 1-2 航空VHF通信地上装置の概略構成

(2) 航空VHF通信用地上無線装置の性能

航空VHF通信で用いられている地上無線装置の性能例を以下に示す。

性能例(1)

ア 周波数	118.000MHz～136.975MHz の指定の一波
イ 周波数制御方式	水晶制御方式
ウ 電波型式	A3E
エ 通信方式	プレストーク方式
オ 周波数安定度	5×10^{-6} 以内
カ 送信出力	40W
キ 受信感度	$5 \mu V$ S+N/N 6dB (1,000Hz 30%変調時)

ク 通過帯域幅	6dB 減衰幅 ±7.5KHz 以上 40dB 減衰幅 ±17.0KHz 以内 60dB 減衰幅 ±25.0KHz 以内
性能例(2)	
ア 周波数	118.000MHz～136.975MHz の指定の一波
イ 周波数制御方式	シンセサイザ [※] 方式
ウ 電波型式	A3E
エ 通信方式	プレストーク方式
オ 周波数安定度	0.0001% 以内
カ 送信出力	10W、30W または 50W
キ 受信感度	7 μ V (S/N 比=6dB)
ク 通過	6dB 減衰幅 ±7.5KHz 以上 40dB 減衰幅 ±17.0KHz 以内 60dB 減衰幅 ±25.0KHz 以内

1. 2 航空VHF通信機上装置の概要

航空 VHF 通信用の機上装置の概念を図 1－3 に示す。

VHF 無線送受信装置は、B747-400、B777、B767、B737 等の ACARS または VDL モード 2 装備機では 3 系統、A300、MD-80 等の一部では 2 系統装備されている航空機もある。各系統は、送受信機、周波数設定パネル（Radio Control Panel）、アンテナから構成されており、送受信機は機体前方下部のコンパートメント、周波数設定パネルはコックピット、アンテナは機体外側の上部および下部に取り付けられている。

機上には複数の無線通信装置やインターホン装置があり、個々の系統毎にマイクロフォンは装備せず、乗員は各人毎に一個のマイクロフォンを装備し、周波数設定パネルや送受信音声設定パネル（Audio Select Panel）で使用する系統を選択し使用する。送信は、PTT ボタンを操作することにより送信状態となり、送信音は側音（Side Tone）として受信系統を経由しヘッドフォン等で聞くことができる。受信は、ヘッドフォン又はエリアスピーカーにより聞くことができ、送受信音声設定パネルで使用する系統を選択し音量を調節することができる。

なお、代表的な VHF 無線送受信機の構成を図 1－4 に示す。

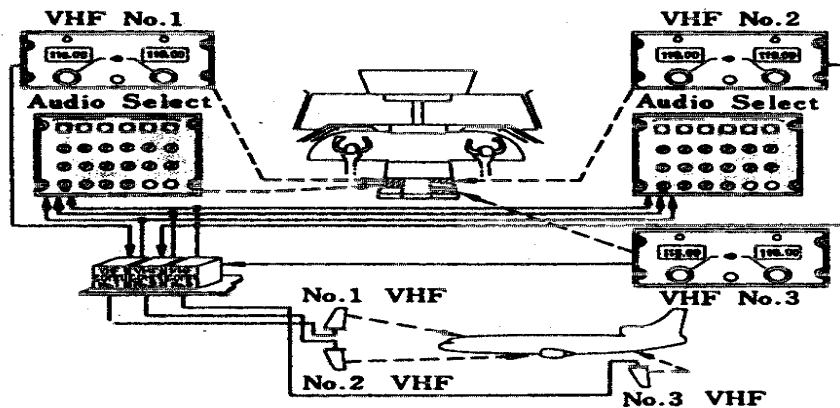


図 1-3 航空 VHF 無線通信機上装置の

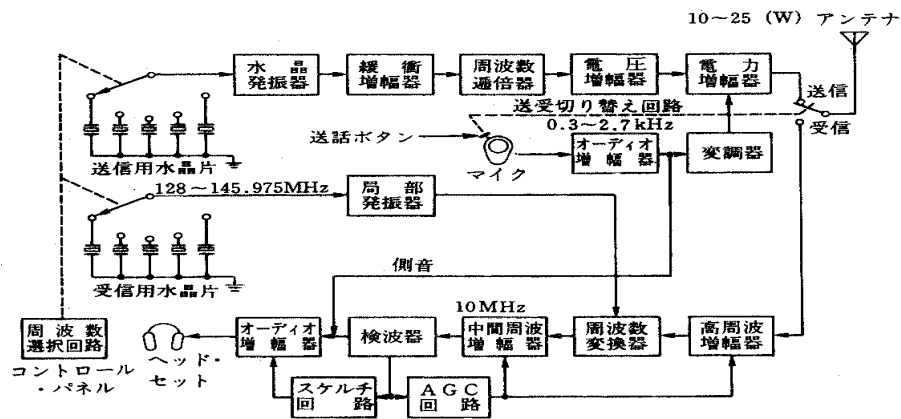


図 1-4 VHF 無線送受信機の構成

2 航空VHF 通信の現状での運用状況

現在航空機の航行において、航空 VHF 通信は主に航空交通管制、運航管理通信(社内通信)で使用されている。以下に各通信の簡単な VHF 通信を使用した航空交通管制の運用状況を図 2-1 記載する。

2. 1 航空交通管制

現在、計器飛行方式の航空機の航行においては、出発地から目的地までの間で基本的に VHF 通信を使用して以下の通信業務を実施している。

(1) 管制承認(出発空港管制圏)

出発空港から目的空港までの飛行の承認で、管制側から飛行ルート等の承認が通信され、航空機側が承認内容の反復を通信する。

(2) 地上走行(出発空港管制圏)

- 滑走路までの地上滑走の指示を受ける。
- (3) 離陸許可(出発空港管制圏)
滑走路への進入許可、および離陸許可を受け離陸する。
- (4) 上昇許可(出発空港進入管制区)
巡航高度へのレーダ管制を受ける。
- (5) 巡航(管制区)
レーダ管制を受ける。(洋上の場合は、レーダが無いので HF 通信を使用した管制)
- (6) 降下許可(管制区)
降下許可を受ける。
- (7) 進入許可(到着空港進入管制区)
最終進入までの承認を受け、進入の順にならべられる。
- (8) 最終進入許可(到着空港管制圏)
最終進入の許可を受け着陸する。
- (9) 地上走行(到着空港管制圏)
着陸後、スポットまでの地上滑走の指示を受ける。

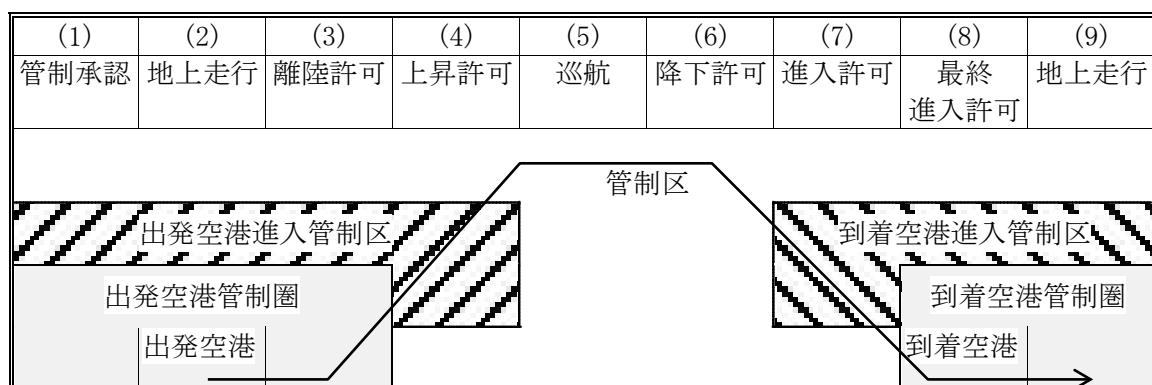


図 2－1 VHF 通信を使用した航空交通管制の運用状況

2. 2 運航管理

現在以下の事項について、航空 VHF 通信を利用して運航管理通信（社内通信）を運用している。なお、データリンク（ACARS または VDL モード 2）搭載機については、以下の通信のほとんどがデータリンクによって実施されており、航空 VHF システムを使用したボイスによる運航管理通信は非常に少ない。また、現在の ACARS または VDL モード 2 は、より高速に大量のデータを扱える VDL(VHF Digital Link) へ移行され、運航管理通信だけではなく 2. 1 項で述べた航空交通管制通信もデータリンクによって行われている。

(1) 出発前

以下の情報が地上より通報される。

- ア 重量・重心の訂正
 - イ 目的地空港の天候の急激な変化
 - ウ その他航空機の運航に影響を及ぼすと認められる情報
- (2) 出発後
- 以下の情報が航空機より通報される。
- ア ランプアウト時間および離陸時間
 - イ 離陸上昇中、気象情報が事前情報と著しく異なる場合、その状況
 - ウ 離陸上昇中、運航に影響を及ぼすと認められる状況であった場合、その状況
 - エ 不帰投点（ノーリターンポイント）の適用を受ける場合、当該ポイント通過時刻および必要事項
- (3) 到着前
- 以下の情報が航空機より通報される。
- ア 着陸予定時刻
- 以下の情報が地上より通報される。
- イ 着陸に関する情報（到着 Spot、滑走路状態）
- (4) 上記の他に緊急度の高い情報として以下の情報がある。
- ア 悪天候情報
 - イ 機材の故障情報
 - ウ ダイバート実施に関する情報
 - エ 乗客のトラブル

3 技術仕様の要約

RTCA DO-186a、無線設備規則、および ARINC 716 に設定されている受信装置、送信装置の技術仕様を比較し、要約を表 3－1 に示す。

表 3－1 技術仕様の比較

RTCA DO-186a	無線設備規則	ARINC 716
2.2 Receiver Performance	第 45 条の 12 三. 受信装置	3.6 Receiver Design 4.3 Receiver Design
2.2.1 Audio Frequency Response 変調周波数 350-2500Hz で 6dB 以内。変調周波数 4000Hz 以上で 1000Hz 出力に対し 18dB 以下	第 45 条の 12 三. 受信装置 総合周波数特性 変調周波数 350-2500Hz で 6dB 以内。変調周波数 5000Hz で 1000Hz 出力に対し 18dB 以下	設定なし。
2.2.2 AGC Characteristics	第 45 条の 12 三. 受信装置	3.6.6 Auto Gain

RTCA DO-186a	無線設備規則	ARINC 716
1000Hz 30%変調入力電圧を 10 μ V から 100mV 変化 →出力変化 6dB 以内。	自動音量調整装置の特性 1000Hz 30%変調入力電圧を 10 μ V から 10mV 変化 →可聴周波数出力変化 10dB 以 内。	Control 入力信号が、5 μ V から 100000 μ V →出力変化 3dB 以内、 5 μ V から 500000 μ V →6dB 以内。
2.2.3 Sensitivity S/N 比 6dB を得るため必要な 入力電力 (1000Hz30%変調) が 10 μ V 以下。	第 45 条の 12 三. 受信装置感度 同左	3.6.1 Sensitivity 2 μ V で 1000Hz30%変 調の場合 S/N 比が 6dB。
2.2.4 Output Level Control 出力を 40dB 以上減衰できる。	第 45 条の 12 三. 受信装置 出力の制御 同左	設定なし
2.2.5 Distortion 350-2500Hz で 85%変調の 10mV の入力電圧 →歪率が最大 25% 350-2500Hz で 30%変調の 10mV の入力電圧 →歪率が最大 30%。	第 45 条の 12 三. 受信装置 総合歪および雑音 350-2500Hz で 85%変調の 10mV の入力電圧 →定格出力と不要成分の比が 12dB 以上。 350-2500Hz で 30%変調の 10mV の入力電圧 →定格出力と不要成分の比が 16.5dB 以上。	3.6.5 Audio Output 3.6.5.6 Distortion 1000Hz1000 μ V の入力 信号で受信機利得が 500 Ω の抵抗に対し 40mW の出力となるよう調整さ れている場合、30%変調 に対して歪率が最大 7.5%。90%変調に対し て歪率が最大 20%。
2.2.6 Noise Level 1000Hz30%変調の 200 μ V-10mV の入力電圧で S/N 比 が最低 25dB である。	第 45 条の 12 三. 受信装置 雑音レベル 1000Hz30%変調の 200 μ V-10mV の入力電圧で定格出力 となるよう調整 →無変調時出力が定格出力の 25dB 以下。	設定なし
2.2.7 Selectivity a. Noise Bandwidth 1000Hz30%変調入力電圧を加 えた場合 6dB 低下の幅が ± 3 KHz。8.33KHz 対応受信機 では ± 2.778 KHz。	第 45 条の 12 三. 受信装置 一信号選択度 通過帯域幅 1000Hz 30%変調入力電圧を最 大感度から 6dB 高い値で加えた 場合、最大感度時出力の幅が割 当周波数の $\pm 0.005\%$ 以上。	3.6.2 Selectivity 1000Hz 30%変調入力 電圧を加えた場合 6dB 低下の幅が ± 8 KHz 4.3.1 Selectivity 8.33KHz 対応受信機で は 6dB 低下の幅が ± 2.780 KHz。
2.2.7 Selectivity b. Skirt Bandwidth 1000Hz30%変調入力電圧を加 えた場合 40dB 低下の幅が	第 45 条の 12 三. 受信装置 一信号選択度 減衰量 同左。ただし、8.33KHz 対応受	3.6.2 Selectivity 1000Hz30%変調入力電 圧を加えた場合 60dB 低 下の幅が ± 17 KHz 以内。

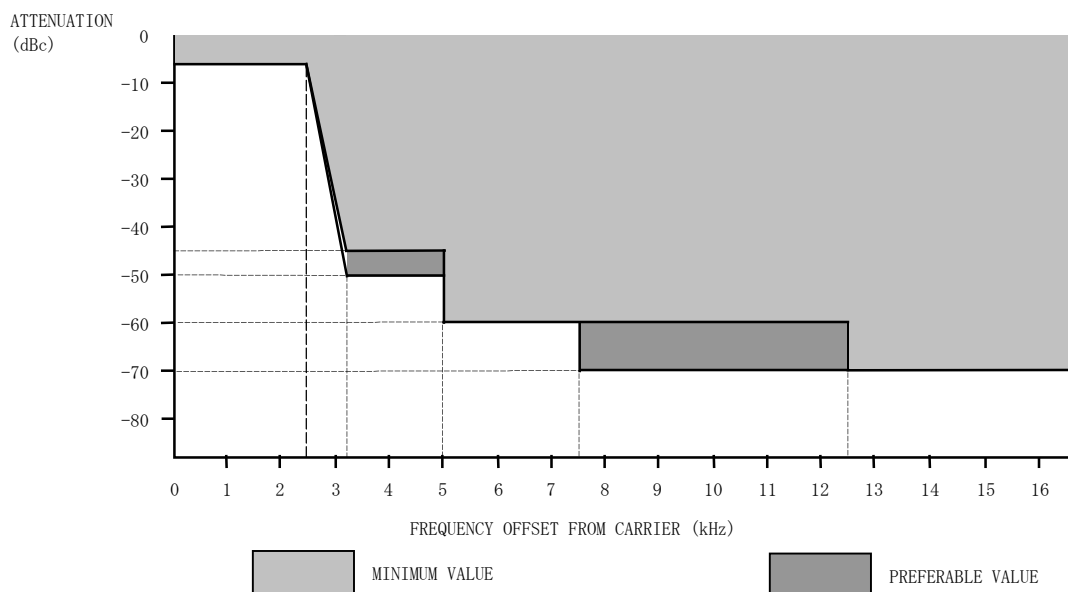
RTCA DO-186a	無線設備規則	ARINC 716
±17KHz 以内、60dB 低下の幅が±25KHz 以内。8.33KHz 対応受信機では 60dB 低下の幅が±7.37KHz 以内。	信機の設定なし。	4.3.1 Selectivity 8.33KHz 対応受信機では 60dB 低下の幅が±7.365KHz 以内。
2.2.8 Spurious Responses 妨害周波数が 108-137MHz で、希望波および隣接チャネル以外のチャネルの ±8KHz 幅にあるとき、S/N 比 6dB を得るのに必要な妨害周波数が 10mV 以上。	第 45 条の 12 三. 受信装置 一信号選択度 スプリアス・レスポンス 60dB 以上	3.6.3 Undesired Response 100dB 以上 (120dB 以上が望ましい)
2.2.9 Cross Modulation 20-500 μ V の希望波電圧を加えた状態で 1000Hz30%変調の 10mV 妨害波（周波数 100-156MHz）を加えた場合、受信機出力が定格出力の 10dB 以下。 8.33 対応受信機では妨害波に同調可能な上下 2 番目近接チャネルが含まれる。	第 45 条の 12 三. 受信装置 実効選択度 混変調特性 同左。ただし妨害波が希望波から 50KHz 以上離れているという条件あり。8.33KHz 対応受信機の設定なし。	3.6.4 Cross Modulation 10 μ V の希望波入力電圧を加えた状態で 50%変調された 10mV の妨害波を加えた場合に混変調による受信機出力が定格出力に対し 10dB 以下。 4.3.2 Cross Modulation 8.33KHz 対応受信機についても上記を適用。
2.2.11 Desensitization 1000Hz30%変調の-87dBm 希望波入力を加えた状態で、108-156MHz で-33dBm の妨害波を加えた場合に S/N 比が 6dB 以上。	第 45 条の 12 三. 受信装置 実効選択度 感度抑圧効果 1000Hz30%変調の 20 μ V 希望波入力を加えた状態で、100-156MHz で 10mV の妨害波を加えた場合、S/N 比が 6dB 以上。	3.6.7 Desensitization and Interference Rejection ARINC 716 本文参照。
2.2.16 Adjacent Channel Rejection-Class E Receivers Only 8.33KHz 対応受信機については S/N 比 20dB で 1000Hz60%変調の信号波、および S/N 比が 20dB から 14dB に下がるよう調整され 400Hz60%変調の妨害波が隣接チャネルにある場合、隣接チャネルの排除（信号波と最低妨害波の比）は最低 45dB でなければならない。	設定なし。	設定なし。

RTCA DO-186a	無線設備規則	ARINC 716
2.3 Transmitter Performance	第 45 条の 12 一．送信装置	3.7 Transmitter Design 4.4 Transmitter Design
2.3.1 Output Power Max Range 200nm →16W 以上 Max Range 100nm →4W 以上	第 14 条 空中線電力の許容偏差 上限 20%および下限 50%	3.7.1 Power Output 5 フィートの送信ラインが 52Ω の抵抗で終端されている場合、25-40W。
2.3.3 Modulation Capability 1000Hz で 70%以上の変調が得られる入力信号レベルの明示。	第 18 条 変調 搬送波は変調波の尖頭値で±100%を超えない範囲。 第 45 条の 10 変調度 最大で 85%平均値で 50%以上	設定なし。
2.3.4 Audio Frequency Distortion 1000Hz70%の変調を得る入力レベルで 350,1000,2500Hz で変調した場合不要成分比が 25%を超えない。	第 45 条の 12 一．送信装置 総合歪および雑音 1000Hz85%の変調を得る入力レベルで 350,1000,2500Hz で変調した場合不要成分比が 12dB 以上。	設定なし。
2.3.6 Carrier Noise Level 1000Hz70%変調で 35dB。	第 45 条の 12 一．送信装置 信号対雑音比 1000Hz85%変調で 35dB。	設定なし。
2.3.7 Emission of Radio Frequency Energy 公称出力インピーダンスと同等値で終端時 25 μ W 以下。	第 7 条 スプリアス発射の強度の許容値 1mW 以下かつ基本周波数の平均電力より 60dB 低い値。	3.7.4 Transmitter Spurious Radiation 希望波周波数における発射強度は-46 d B w以下。その他の発射強度は-65 d B w以下。108-136MHz 内の発射については-75 d B w以下。108-136MHz 内で搬送波周波数から 5MHz 以上離れている場合-105 d B w以下。
2.3.11 Frequency Tolerance 25KHz 対応送信機で 0.003% 8.33KHz 対応送信機で 0.0005%	第 5 条 周波数の許容偏差 100 万分の 30。8.33KHz 対応送信機に対する設定はない。	3.7.2 Frequency Stability 25KHz 対応送信機で 0.003% 4.4.1 Frequency Stability 8.33KHz 対応送信機で 0.0005%
2.3.13 Transmitter Occupied	第 45 条の 12 一．送信装置	4.4.2.5 Transmitter

RTCA DO-186a	無線設備規則	ARINC 716
Spectrum for 8.33KHz Module 変調周波数 300Hz-10KHz で送信機へpectrumが図 2.1.2 (本文) の設定を超えないよう規定。 入力信号のレベルは 1000Hz 70%変調となるよう調整され、周波数は 300Hz-800Hz で一定、800Hz-10KHz で-10dB/Octave で変化する。	総合周波数特性 変調周波数 350-2500Hz で 6dB 以内。8.33KHz 対応送信機に対する設定はない。	Occupied Spectrum 変調周波数 300Hz-10KHz で送信機へpectrumが図 A2.3.1 の設定を超えないよう規定。 入力信号のレベルは 1000Hz 90%変調となるよう調整される。

Note : RTCA 規格、ARINC 規格の各項目は必ずしも一対一で対応するものではない。しかしながら、航空機への装備を可能とするためには、ARINC、RTCA 双方の要求する規格を満たすことが必要。

- 1) RTCA 規格は周波数、入出力特性、許容幅等、無線機の電氣的な性能、特性に関わる部分を規定するもので、FAA の TSO の中で呼び出されている技術基準である。
- 2) ARINC 規格は、機種間、製造者間での互換性を得るために形状 (Form)、機体への装備、取付け (Fit, Interface)、機能 (Function) を規定するもの。



Upper bound:

Frequency	Attenuation value (Required)	Attenuation value (Preferable)
0	0	0
2500	-6	-6
3200	-45	-50
5000	-60	-60
7500	-60	-70
12500	-70	-70

Frequency is specified in Hz deviation from the channel center (on both sides), and the attenuation is specified in dBc.

図 A2.3.1 送信機スペクトラム マスク