

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

「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

目次

I	検討事項	2
II	委員会及び作業班の構成	2
III	検討経過	2
IV	検討概要	3
1	VHF帯航空無線電話のナロー化の背景	3
2	VHF帯航空無線電話の無線設備の技術的条件の概要	4
3	諸外国におけるVHF帯航空無線電話ナロー化の概要	9
V	検討結果	10
別紙		
別紙1	航空・海上無線通信委員会 専門委員	11
別紙2-1	航空無線電話・航法システム作業班 構成員	12
別紙2-2	航空監視システム作業班 構成員	14
参考資料		
参考資料1	VHF帯航空無線電話のナロー化に関する事項	15
参考資料2	VHF帯航空無線電話システムの概要説明	45
参考資料3	VHF帯航空無線電話システムの技術的条件（航空無線電話・航法システム作業班検討資料）	56

I 検討事項

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」について検討を行った。

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。

委員会における検討の促進を図るため、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検討を行った。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 検討経過

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検討開始を報告するとともに、検討の進め方について確認し、航空無線電話・航法システム作業班による検討の促進を図ることを確認した。また、VHF帯航空無線電話のナロー化のニーズ等について、説明が行われた。

(2) 第4回会合（平成24年1月20日）

「VHF帯航空無線電話の無線設備に関する技術的条件」についての関係者からの意見聴取を予定したが、所定の期日までに申し出がなかったため、意見聴取を行わなかった。

航空無線電話・航法システム作業班からの報告を受け、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委員会報告の検討を行った。

(3) 第5回会合（平成24年3月9日）

「VHF帯航空無線電話の無線設備に関する技術的条件」に関する委員会報告案をとりまとめた。

なお、当該報告案について、平成24年1月27日から同年2月27日までの間、意見募集を行っていたが、所定の期日までに意見の提出はなかった。

※ 第3回会合については、「VHF帯航空無線電話の無線設備に関する技術的条件」の検討が行われなかったため、本報告への掲載は省略した。

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）

VHF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）

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）

VHF帯航空無線電話の無線設備に関する技術的条件の検討を行い、作業班報告案をとりまとめた。

IV 検討概要

1 VHF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VHF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、LCC（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かつ円滑な運航のため、利用ニーズの高いVHF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ひっ迫している。

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さら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RTCA※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、技術的条件の検討を行った。

※ RTCA：Requirements and Technical Concepts for Aviation（米国航空無線技術委員会）

2 VHF帯航空無線電話の無線設備の技術的条件の概要

8.33kHz間隔のVHF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、原則として、航空局側は「国際民間航空条約第10付属書」に記載の内容を、航空機局側は、「RTCA DO-186及びRTCA DO-186 a/b」に記載の内容により、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

VHF帯であること。

(2) 変調方式

振幅変調方式 (A3E) 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 航空局 $\pm 0.0001\%$

イ 航空機局 $\pm 0.0005\%$ (注)

(注) ただし、RTCA DO-186 a/b を適用するものに限る。

(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 以下

ただし、航空機局について、RTCA DO-186 a に準拠した 8.33 kHz 対応の送信装置のうち、すでに型式検定を取得しているものについては、6 kHz 以下とする。

(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 25 μ W 以下であること。

ウ 1W 以下の場合 100 μ W 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 50 μ W 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 25 μ W 以下であること。
- エ 1W 以下の場合 50 μ W 以下であること。

なお、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 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) 信号対雑音比(航空機局に限る。)

1000Hz の周波数で70%変調をした場合において35dB 以上であること。

(7) 総合周波数特性

変調周波数 3 5 0 Hz から 2 5 0 0 Hz まで 6 dB 以内であること。

(8) その他の条件

その他の条件については、現行の無線設備規則第 4 5 条の 1 2 及び第 4 5 条の 1 5 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 航空局

1 0 0 0 Hz の周波数で 3 0 % 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 6 dB 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同等の出力となるとき幅が割当周波数から当該割当周波数の ± 2.8 kHz 以上であること。

イ 航空機局

1 0 0 0 Hz で 3 0 % 変調の入力電圧を最大感度の点から 6 dB 高い値で加えた場合、当該装置の最大感度時における出力と同等出力になるときの幅が、割当周波数から当該割当周波数の ± 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 ± 8 kHz）以上となること。

ただし、RTCA DO-186 a/b を適用する 8.33 kHz 間隔対応受信機については、6 dB 低下の通過帯域幅は ± 2.8 kHz 以上であること。

(2) 一信号選択度（減衰量）（航空機局に限る。）

1 0 0 0 Hz で 3 0 % 変調の入力電圧を加えた場合の最大感度時における出力と同等の出力となるとき、当該受信機入力電圧の 4 0 dB 低下の帯域幅が ± 1.7 kHz 以内、6 0 dB 低下の帯域幅が ± 2.5 kHz 以内であること。

ただし、RTCA DO-186 a/b を適用する 8.33 kHz 間隔対応受信機については、6 0 dB 以下の帯域幅は ± 7.37 kHz 以内であること。

(3) 実効選択度（混変調特性）

20 μ V 以上 500 μ V 以下の 1000Hz で 30%変調をされた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 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 以下であること。

ただし、RTCA DO-186 a/b を適用する 8.33kHz 間隔対応受信機については、希望波から 16.66kHz 以上離れ、かつ 1000Hz 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 以下とする。

(4) 隣接チャネル除去機能（航空機局に限る。）

RTCA DO-186 a/b を適用する 8.33kHz 間隔の機器については、下記に示すような希望波と妨害波の隣接チャネル除去比（希望波および最低妨害波のレベル比）は少なくとも 45dB でなければならない。

【希望波】

レベル：信号対雑音比は 20dB となるように調整

変調度：1000Hz で 60%変調

周波数：選択した周波数

【干渉波】

レベル：信号対雑音比は 20dB から 14dB まで低下するように調整

変調度：400Hz で 60%変調

周波数：一つ上と下の隣接チャネル

(5) その他の条件

その他の条件については、現行の無線設備規則第 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、186 a及び186 b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、186 a及び186 b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

VHF帯航空無線電話の環境試験方法は、運用環境に適合した環境条件を設定し、JIS-W-0812 2004「航空機搭載機器—環境条件及び試験手順」によること。

ただし、JIS-W-0812 2004が改訂された場合にはこれに代わる新規の「航空機電子機器環境試験—環境条件及び試験手順」によることとし、改訂されない場合であっても、国際性が高いRTCA DO-160等の改訂が行われた場合には、これに従うことを考慮する必要がある。

3 諸外国におけるVHF帯航空無線電話ナロー化の概要

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以上）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。（現状において、FCCルールPART 87（Aviation Radio Service）において8.33kHzのナロー化を許可する記述がなされているが、当該ルールは、現時点では議会での承認後に発行される「Federal Register」として発行されていない状況である。）

V 検討結果

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検討した結果、一部答申（案）をとりまとめたので報告する。

なお、VHF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。

情報通信技術分科会
航空・海上無線通信委員会 専門委員

(平成 24 年 1 月 20 日現在 五十音順、敬称略)

	氏名	所 属
主 査	三木 哲也	電気通信大学 学長特別補佐
主査代理	森川 博之	東京大学 先端科学技術研究センター 教授
専門委員	井手 麻奈美	株式会社エム・オー・エル・マリンコンサルティング 海洋技術部 研究員
〃	伊藤 好	一般社団法人日本船主協会 通信問題サブW/Gグループ長
〃	今宮 清美	株式会社東芝 社会システム社 小向工場 電波通信技術部 技術第一担当 主務
〃	小瀬木 滋	独立行政法人電子航法研究所 機上等技術領域 副領域長
〃	鏡 弘義	国土交通省 航空局 交通管制部 管制技術課長
〃	門脇 直人	独立行政法人情報通信研究機構 ワイヤレスネットワーク研究所 研究所長
〃	庄司 るり	東京海洋大学 海洋工学部 准教授
〃	資宗 克行	一般社団法人情報通信ネットワーク産業協会 専務理事
〃	中村 勝英	水洋会 事務局長
〃	林 尚吾	東京海洋大学 海洋工学部 教授
〃	原 尚子	全日本空輸株式会社 IT推進室 情報活用推進担当 主席部員
〃	檜垣 幸策	海上保安庁 第十一管区海上保安本部 次長
〃	本多 美雄	欧州ビジネス協会 電気通信機器委員会 委員長
〃	山崎 保昭	全国遠洋鮪漁撈通信協議会 技術顧問
〃	山梨 雅彦	日本航空株式会社 経営企画本部 IT企画部 技術基盤グループ マネジャー
〃	若尾 正義	一般社団法人電波産業会 専務理事

航空無線電話・航法システム作業班構成員名簿

(平成 24 年 1 月 20 日時点 五十音順・敬称略)

	氏名	所 属
主任	お ぜ き しげる 小瀬木 滋	独立行政法人電子航法研究所 機上等技術領域 副領域長
主任 代理	みなみ まさてる 南 正輝	芝浦工業大学 工学部 准教授
構成員	いとう たつろう 伊藤 達郎	全日本空輸株式会社 整備本部技術部 専門部長 兼 技術開発チームリーダー
構成員	いのうえ こうき 井上 浩樹 (H23.9~)	国土交通省 航空局 交通管制部 管制技術課 航行支援 技術高度化企画室 航空管制技術調査官
構成員	うえの まこと 上野 誠	日本航空株式会社 IT企画部 技術基盤グループ マネ ジャー
構成員	おおぐし もりなお 大串 盛尚	アビコム・ジャパン株式会社 技術部 次長
構成員	かつた まさひろ 勝田 正博	一般社団法人全日本航空事業連合会 小型航空機事業部門 運航委員会 副委員長代行 (中日本航空株式会社品質保証 部)
構成員	こやま おさむ 小山 修	日本空港無線サービス株式会社 取締役 調査部長
構成員	さいとう やすひろ 斉藤 康弘	警察庁 情報通信局 通信施設課 課長補佐
構成員	さとう かつひろ 佐藤 克宏	日本無線株式会社 ソリューション事業本部 電波応用技 術部高周波応用技術グループ 担当課長
構成員	すずき まさる 鈴木 勝	株式会社日立国際電気 特機事業部 羽村工場 第一設計 部 主任技師
構成員	すみとも たかひろ 住友 貴広	防衛省 運用企画局 情報通信・研究課 防衛部員
構成員	つじ ひろゆき 辻 宏之	独立行政法人情報通信研究機構 ワイヤレスネットワーク 研究所 宇宙通信システム研究室 主任研究員
構成員	なかにし けんじ 中西 健二	海上保安庁 装備技術部航空機課 専門官
構成員	ひらた としきよ 平田 俊清	RAエンジニアリングハウス アビオシステムズリサーチ 主席

構成員	まつざわ よしひこ 松澤 佳彦	日本電気株式会社 電波応用事業部 航空システム部 エキスパートエンジニア
構成員	みくに よしゆき 三國 嘉之 (~H23.9)	国土交通省 航空局 交通管制部 管制技術課 航空衛星室 管制情報調査官
構成員	みずたに さとる 水谷 悟	株式会社東芝 社会インフラシステム社 小向工場 電波 通信技術部 参事
構成員	やまかわ ひろゆき 山川 浩幸	海外アビオテック株式会社 技術本部 技術開発室長
構成員	やまもと かずお 山本 憲夫	独立行政法人電子航法研究所 研究企画統括

航空監視システム作業班 構成員名簿

(平成 24 年 1 月 20 日時点 五十音順・敬称略)

	氏名	所 属
主任	お ぜ き しげる 小瀬木 滋	独立行政法人電子航法研究所 機上等技術領域 副領域長
主任 代理	みなみ まさてる 南 正輝	芝浦工業大学 工学部 准教授
構成員	いとう たつろう 伊藤 達郎	全日本空輸株式会社 整備本部技術部 専門部長 兼 技術開発チームリーダー
構成員	いの まさみ 伊野 正美	株式会社東芝 社会インフラシステム社 電波システム事 業部 電波システム技術部 担当課長
構成員	うえの まこと 上野 誠	日本航空株式会社 IT企画部 技術基盤グループ マネ ジャー
構成員	うすい のりかず 臼井 範和	国土交通省 航空局 交通管制部管制技術課 航空管制技 術調査官
構成員	おおぐし もりなお 大串 盛尚	アビコム・ジャパン株式会社 技術部 次長
構成員	こんどう てんぺい 近藤 天平	日本電気株式会社 電波応用事業部航空システム部 主任
構成員	きの はら まさかず 木ノ原 正一	日本貨物航空株式会社 整備本部 技術品質保証部 品質保証チーム
構成員	しだ のぶひこ 志田 命彦	株式会社 NTT データ 公共システム事業本部 第一公共 BU 開発担当(ATC)部長
構成員	すみとも たかひろ 住友 貴広	防衛省 運用企画局 情報通信・研究課 防衛部員
構成員	たかのはし せいいち 鷹觜 清一	株式会社テレキュート 技術顧問
構成員	つじ ひろゆき 辻 宏之	独立行政法人情報通信研究機構 ワイヤレスネットワーク 研究所 宇宙通信システム研究室 主任研究員
構成員	はた きよゆき 畑 清之	三菱電機株式会社 通信機製作所 インフラ情報システム 部 航空管制システム課
構成員	ひらた としきよ 平田 俊清	RAエンジニアリングハウス アビオシステムズリサーチ 主席
構成員	ふなびき こうへい 船引 浩平	独立行政法人宇宙航空研究開発機構 航空プログラムグル ープ運航・安全技術チーム 主幹研究員

VHF 帯航空無線電話のナロー化に関する事項

※ 当該資料は、社団法人電波産業会（当時）がとりまとめた「航空無線システムの高度化に関する調査研究報告書（平成 12 年 3 月）」の内容の一部を現行化したものである。

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分かった。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 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ない。VOLUME V 4章の項番と記述概要を表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 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

項番号	項目	記述概要	備考
2.1.1.2	スプリアス放射	<p>【帯域外領域におけるスプリアス発射の強度の許容値】</p> <p>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</p> <p>②1Wを超え25W以下 25μW以下</p> <p>③1W以下 100μW以下</p> <p>【スプリアス領域における不要発射の強度の許容値】</p> <p>①50Wを超えるもの 50μW以下又は基本周波数の搬送波電力より70dB低い値</p> <p>②25Wを超え50W以下 基本周波数の搬送波電力より60dB低い値</p> <p>③1Wを超え25W以下 25μW以下</p> <p>④1W以下 50μW以下</p>	設備規則第7条（別表3号）（付録第3号より。）
2.1.1.3	チャネル間隔	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	<p>① ±0.002% (25kHz) ±0.0001% (8.33kHz)</p> <p>② 0.001%</p>	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75μV/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	±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20μV/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-120μV以下、信号対雑音比6dB

項番号	項目	記述概要	備考
2.2.2.3	帯域幅	<p>25kHz,50kHz,100kHzセパレーション信号を受信できるに足る帯域</p> <p>25kHz,50kHz,100kHzの場合</p> <p>受信感度で規定される信号が割り当て周波数±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。</p> <p>8.33kHzの場合</p> <p>受信感度で規定される信号が割り当て周波数±0.0005%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 (ドップラシトを含む)</p>	<p>設備規則第45条の12表3：信号選択度—通過帯域幅</p> <p>6dB帯域幅は割り当て周波数±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±8kHz</p>
カテゴリーAの1.2項	必要最低限帯域幅	<p>8.33kHz間隔の場合の受信帯域幅は、少なくとも±3462Hzである。</p> <p>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。</p> <p>偏差内訳</p> <p>送信周波数偏差 5ppm 受信周波数偏差 1ppm ドップラシト 140Hz 偏差合計 962Hz 2500+962=3462Hz</p>	
			<p>設備規則第45条の12表3：減衰量</p> <p>1000Hz、30%変調された受信機入力電圧を加えた場合、</p> <p>40dB低下点における帯域幅：±17kHz 60dB低下点における帯域幅：±25kHz</p>
2.2.2.4	隣接チャネル除去	<p>60dB以上(隣接チャネルとは通常±50kHz)。この間隔が十分でない地域では25kHz又は8.33kHz)</p>	<p>設備規則第45条の12表3</p> <p>60dB以上(±25kHzにおいて)</p>
2.3	機上局のシステム性能		
2.3.1	送信機能		

項番号	項目	記述概要	備 考
2.3.1.1	周波数安定度 (送信機能)	50kHz,100kHz : ±0.005% 25kHz : ±0.003% 8.33kHz : ±0.0005%	
2.3.1.2	送信電力	覆域内で 20 μ 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 ±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 μ V/m (109 dBw/m ²)	
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 ±0.0005%以内の信号を 入力しても問題なく復調 できること。 (ドップラシフトを含む)	
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	

項番号	項目	記述概要	備 考
ガイドンスステリ 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 μ V 以上 500 μ V 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 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± 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 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、8.333. . 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) 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	

項番号	項目	記述概要	備考
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	装置の用件	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137.000MHz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のチャン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ン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。正規のチャン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ンネルと同等な周波数を含んでいるが、これら 2 つのチャン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 隣接チャンネル排除 (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、隣接チャンネルの排除 (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 チャンネルの隣り合う 1 つ上と下のチャンネル

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、選択したチャンネル周波数の 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 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

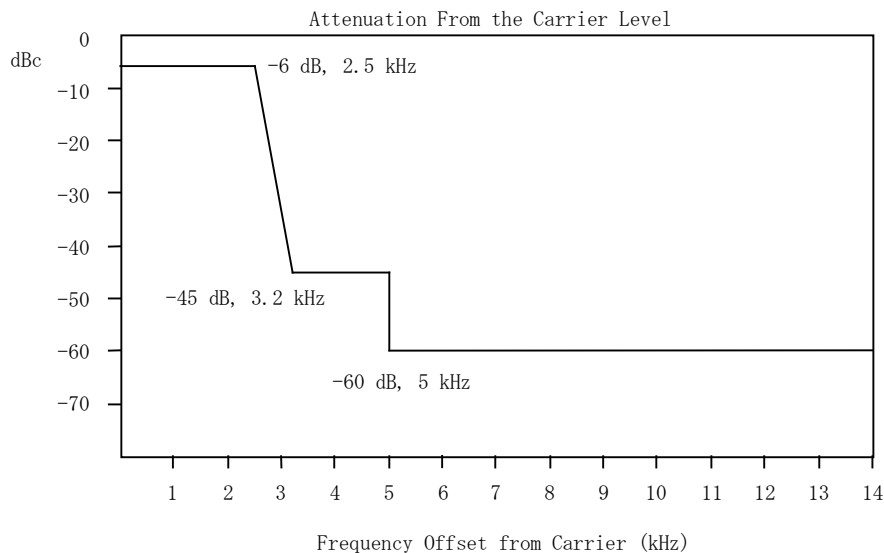


図 1-1 スペクトラム マスク

(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 MARK 3 VHF 通信トランシーバ (ARINC 566 MARK 3 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 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 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 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	
4.5.1.3	2.1.1.3	チャンネル間隔	8.33kHz チャネル間隔の追加
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 チャネル間隔の場合： ±0.0001%

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
4.6.2	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	<p>受信システムは隣接の指定可能なチャネルで 60dB 以上の実効的な排除を保証しなければならない。</p> <p>(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)</p> <p>注) 隣接の指定可能な周波数は通常 ±50kHz。このチャ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。</p>
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 チャン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±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ントを含む。
4.7.2.3	2.3.2.5	隣接チャンネル排除	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±8.33kHz で 60dB 以上、±6.5kHz 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±25kHz で 50dB 以上、±17kHz 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 1-4 に VHF 放送との干渉記述の全文を紹介する。

表 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十分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 1-5 示す。

表 1-5 SARPs と ARINC の比較

SARPs	ARINC	項目	比較
2.3.1.3	4.4.2.5	隣接チャンネル電力 (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		隣接チャンネル排除 (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 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。

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 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。

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

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

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

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、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)

占有帯域幅外の全電力が隣接チャン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 以下の場合には 25 μ W 以下、1W 以下の場合には 100 μ 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 μ 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 以下の場合には、基本周波数の搬送波電力より 60dB 低い値、1W を超え 25W 以下の場合には、25 μ W 以下、1W 以下の場合には 50 μ 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 μ 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（118MHz～142MHz 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 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。

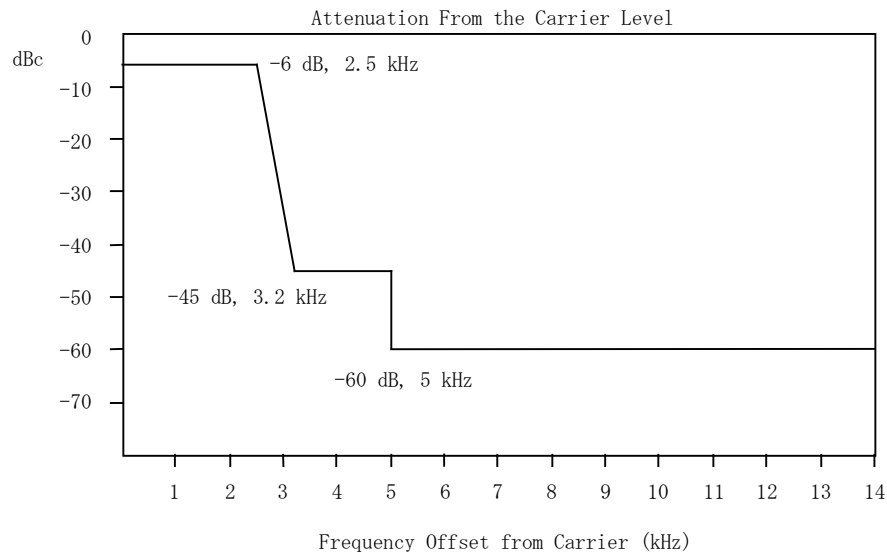


図 1-2 スペクトラム マスク

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時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±3kHz(オフセットキャリアを受信する場合は±8kHz)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とき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、1000 Hz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 200 μ V 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) 隣接チャンネル除去機能 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、隣接チャンネルの排除(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 離れた隣接チャンネルにあり、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 1-6 に示す。

表 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、	2.3.3	Modulation Capability	2.7.2.3

無線設備規則	対応する RTCA DO-186a		RTCA DO-186a 測定法項目番号
第 45 条の 10 変調度			
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 イ 総合周波数特性	2.3.13	Transmitter Occupied Spectrum for 8.33 kHz Module	2.7.2.13
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（*平成12年（2000）3月までの調査結果）

(1) 導入経緯

高高度空域航空管制の為の周波数が不足し、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FL245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図2-1欧州の8.33kHz間隔導入状況に示す下記の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。

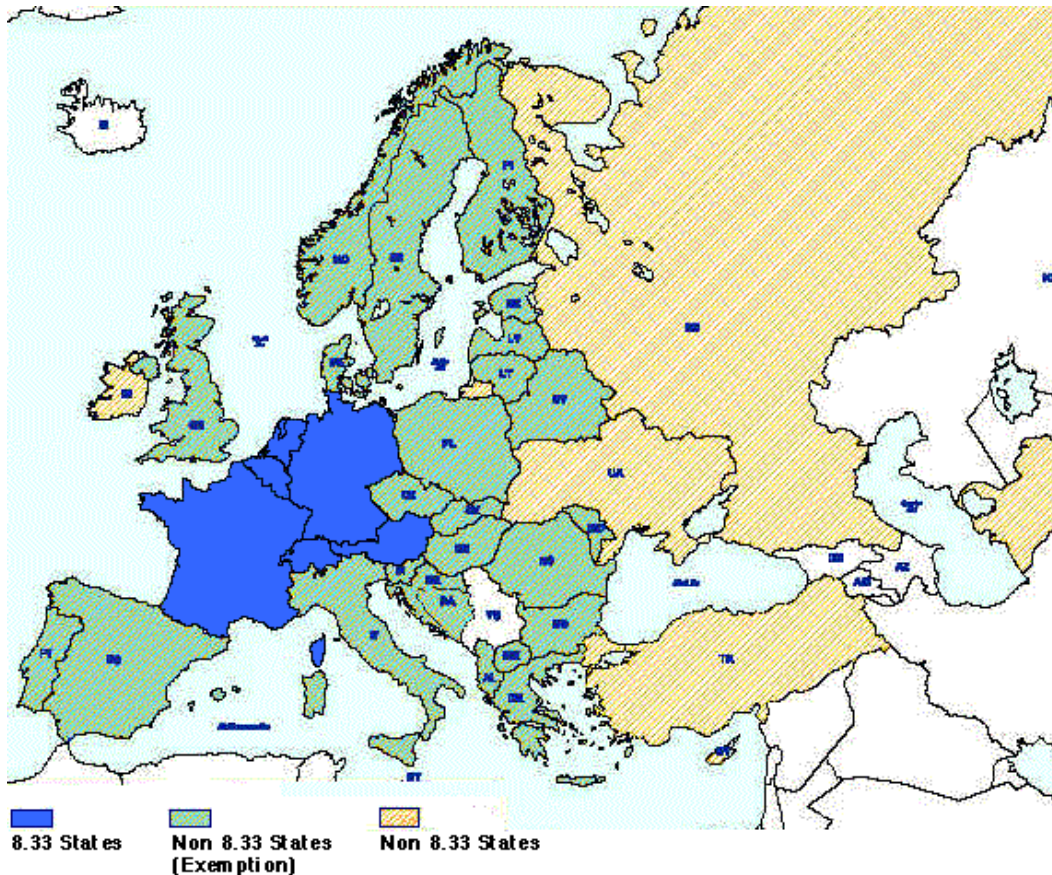


図 2-1 1999年の欧州の8.33kHz間隔導入状況

(4) 平成23（2011）年までの欧州での導入状況

上記の(1)導入経緯、(2)導入時期及び(3)導入国の状況は社団法人電波産業会がとりまとめた平成12（2000）年3月までにおける欧州での導入報告であった。

その後、平成23（2011）年までの導入状況はEUROCONTROLの情報によると、下記のとおりである。

- ア VHF帯航空無線電話の周波数帯117.975MHz～137MHzはチャンネル間隔を8.33kHzに移行する
- イ 救難無線周波数121.5MHzはチャンネル間隔として25kHzとする
- ウ ACARS、VDL等のデータ通信はチャンネル間隔25kHzとして残す
- エ チャンネル間隔8.33kHzは主としてAOCとして利用されている
- オ ATCにもチャンネル間隔を8.33kHzが必要とされ、いずれかは適応されるとおもわれる

2. 2 欧州以外主要国の対応と動向（*平成12年（2000）3月までの調査結果）

(1) 米国

米国では 2000 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

なお、2012 年現在、米国においても導入の必要があり、FAA、FCC、RTCA、AIRINC、及び ASRI (Aviation Spectrum Resources Inc) 等が移行の検討がされている。

前述 2 項で記載の通り、RTCA、AIRINC は 8.33kHz ナロー化には対応した規格 RTCA DO186a ARINC716 を策定している。FAA も TSO に RTCA DO186a を引用しているために「8.33kHz ナロー化には対応」している。

VHF 帯航空無線電話製造会社及び航空機製造会社は欧州対応事業拡張から 25KHz、8.33kHz「デュアル対応の VHF 帯無線電話設備」の認証を既に実施している。

米国における課題は米国内でのチャネル間隔 8.33kHz のナロー化システムの運用を導入することが課題であった。

2010 年ごろからは一部の大規模空港及び隣接空港において周波数の不足、航空便の増加傾向にありチャネルの不足の対策として AOC としての利用認可がされている。

この 8.33kHz への移行は義務化ではなく任意の移行である。航空 VHF 無線電話の 8.33kHz への移行を義務化した場合は民間航空会社に大きな経済負担を負わせることになりことが懸念されている。

(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) VHF 帯航空無線電話の 8.33kHz チャンネル間隔を導入

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、アジア、太平洋地域で 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（*平成 12 年（2000）3 月までの調査結果）

(1) 日本航空株式会社

欧州路線に投入される可能性のある航空機に対して、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。

①平成 12 年 3 月報告当時（平成 24 年 1 月現在、全機退役済）

航空機種別	機体総数	改修対象	改修完了	主な改修内容
ボーイング 747-200,300	46 機	31 機	26 機	<ul style="list-style-type: none"> ・VHF 通信コントロール⁶ 部の交換 ・VHF 通信送受信機の改修 ・機体配線の一部変更
ボーイング 747-400	37 機	26 機	26 機	
ボーイング ⁷ (ダグラス) MD-11	10 機	10 機	10 機	

②平成 24 年 1 月現在

航空機種別	機体総数	装備完了	主な装備内容
ボーイング 777-200ER,300ER	24 機	24 機	<ul style="list-style-type: none"> ・8.33kHz 間隔対応 VHF 通信コントロール⁶ 部の装備 ・8.33kHz 間隔対応 VHF 通信送受信機の装備 ・8.33kHz 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。

①平成 12 年 3 月報告当時

航空機種別	機体総数	装備機体数	改修内容

ボーイング B747-200	4機	4機	・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
ボーイング B747-200 貨物機 (日本貨物航空(株))	9機	対象8機に改修済み	同上
ボーイング B747-400	13機 (国際線仕様機)	13機 (尚、2機については新規製造時に装着)	・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
ボーイング B777-200ER	3機 (国際線仕様機)	装着計画	・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 (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

②平成24年1月現在

航空機種別	機体総数	装備機体数	備考
ボーイング B777-200ER	7機	7機	国際線仕様機
ボーイング B777-300ER	19機	19機	国際線仕様機
ボーイング B787-8	5機	5機	国際線仕様機

3. 2 実運用、評価（*平成12年3月での調査結果）

平成11（1999）年10月より欧州域にて8.33kHz間隔での実運用が開始され、調査期日まで約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、回転式の周波数セレクト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、セレクト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。周波数セレクト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8.33kHz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。

3. 4 平成 23 年までの導入状況

RTCA DO186a に適応、認証された 25kHz 及び 8.33kHz デュアル対応の VHF 帯航空電話機が 1995 年に導入され、2010 年頃から JAL、ANA 等の主要航空会社の所有航空機及び新規航空機に装備されてきている。

今後は既に主として欧州において導入されている「8.33kHz」にナロー化したシステムを運用に導入して航空通信の増大に対処することが望まれる。

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离通信（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ン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。

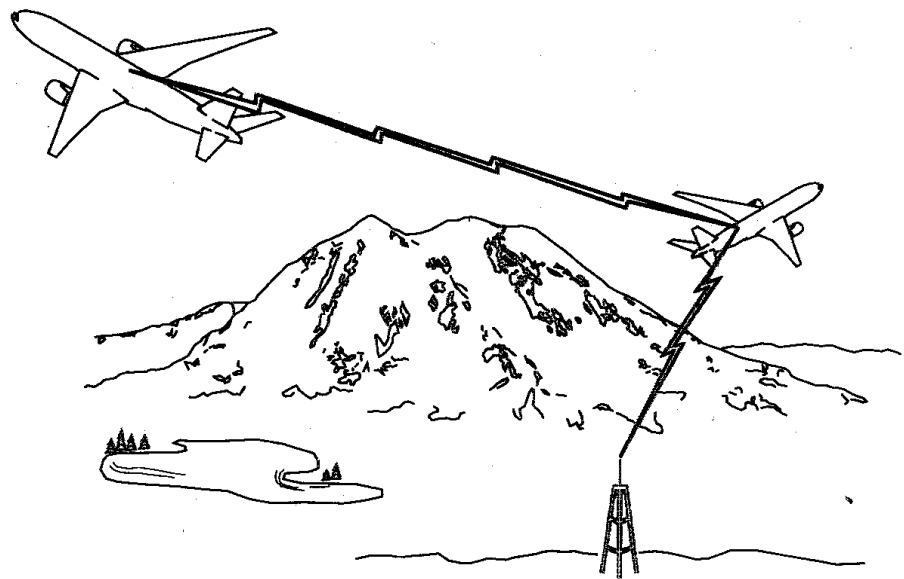


図 1-1 航空 VHF 通信システム

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。

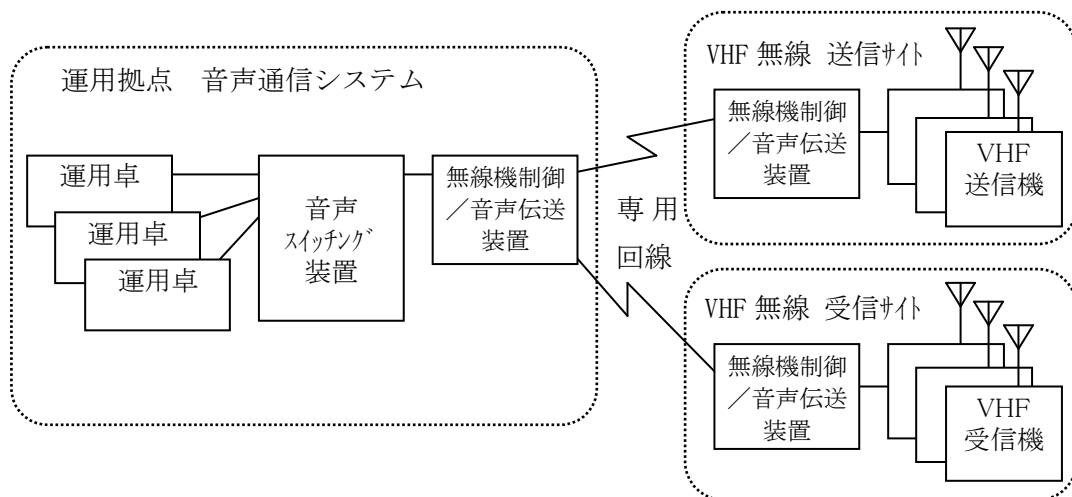


図 1-2 航空VHF通信地上装置の概略構成

(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。

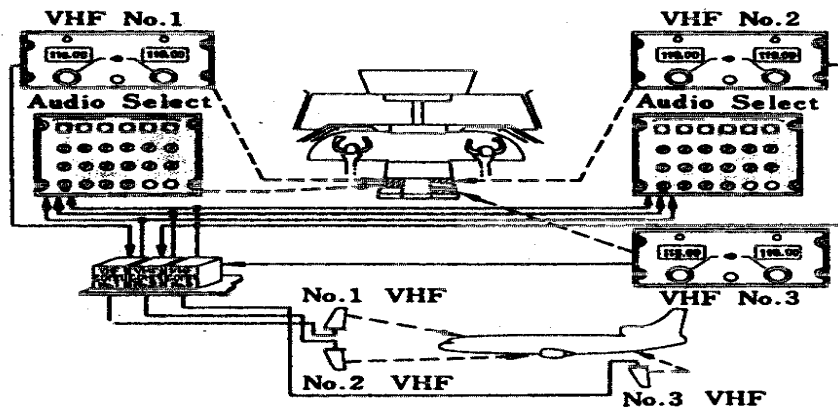


図 1-3 航空 VHF 無線通信機上装置の概念図

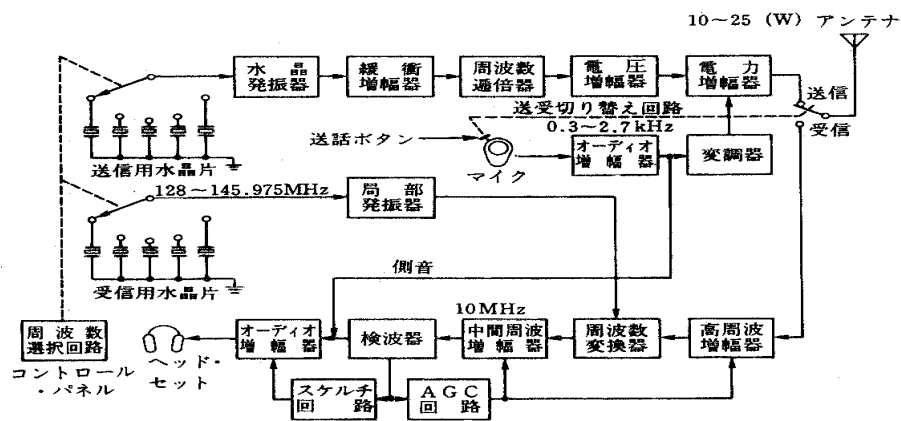


図 1-4 VHF 無線送受信機の構成

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。

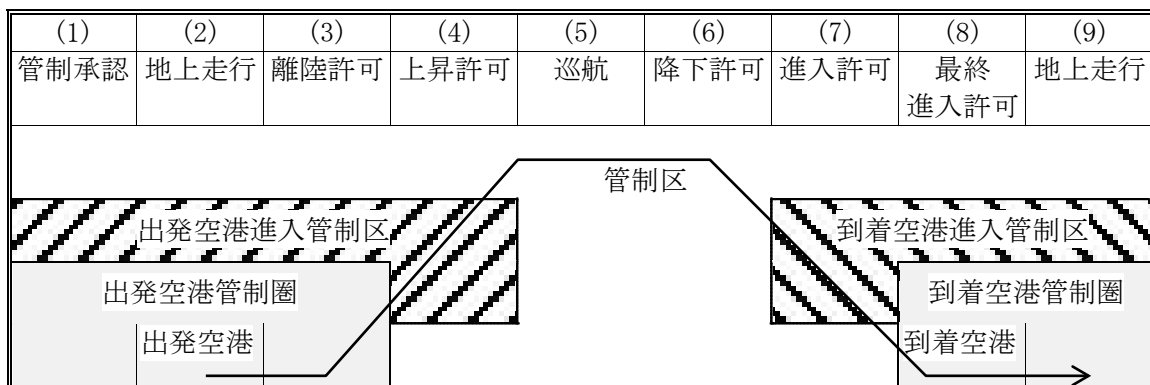


図 2-1 VHF 通信を使用した航空交通管制の運用状況

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
- 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。

RTCA DO-186a	無線設備規則	ARINC 716
<p>2.2.2 AGC Characteristics</p> <p>1000Hz 30%変調入力電圧を10μV から 100mV 変化 →出力変化 6dB 以内。</p>	<p>第 45 条の 12 三. 受信装置 自動音量調整装置の特性</p> <p>1000Hz 30%変調入力電圧を10μV から 10mV 変化 →可聴周波数出力変化 10dB 以内。</p>	<p>3.6.6 Auto Gain Control</p> <p>入力信号が、5μV から 100000μV →出力変化 3dB 以内、5μV から 500000μV →6dB 以内。</p>
<p>2.2.3 Sensitivity</p> <p>S/N 比 6dB を得るため必要な入力電力 (1000Hz30%変調) が 10μV 以下。</p>	<p>第 45 条の 12 三. 受信装置感度</p> <p>同左</p>	<p>3.6.1 Sensitivity</p> <p>2μV で 1000Hz30%変調の場合 S/N 比が 6dB。</p>
<p>2.2.4 Output Level Control</p> <p>出力を 40dB 以上減衰できる。</p>	<p>第 45 条の 12 三. 受信装置 出力の制御</p> <p>同左</p>	<p>設定なし</p>
<p>2.2.5 Distortion</p> <p>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%。</p>	<p>第 45 条の 12 三. 受信装置 総合歪および雑音</p> <p>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。</p>	<p>3.6.5 Audio Output 3.6.5.6 Distortion</p> <p>1000Hz1000μV の入力信号で受信機利得が 500Ω 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%。</p>
<p>2.2.6 Noise Level</p> <p>1000Hz30%変調の 200μV-10mV の入力電圧で S/N 比が最低 25dB である。</p>	<p>第 45 条の 12 三. 受信装置 雑音レベル</p> <p>1000Hz30%変調の 200μV-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。</p>	<p>設定なし</p>
<p>2.2.7 Selectivity</p> <p>a. Nose Bandwidth 1000Hz30%変調入力電圧を加えた場合 6dB 低下の幅が \pm3kHz。8.33kHz 対応受信機では \pm2.778kHz。</p>	<p>第 45 条の 12 三. 受信装置 一信号選択度 通過帯域幅</p> <p>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 \pm0.005%以上。</p>	<p>3.6.2 Selectivity</p> <p>1000Hz 30%変調入力電圧を加えた場合 6dB 低下の幅が \pm8kHz</p> <p>4.3.1 Selectivity</p> <p>8.33kHz 対応受信機では 6dB 低下の幅が \pm2.780kHz。</p>
<p>2.2.7 Selectivity</p> <p>b. Skirt Bandwidth 1000Hz30%変調入力電圧を加</p>	<p>第 45 条の 12 三. 受信装置 一信号選択度 減衰量</p>	<p>3.6.2 Selectivity</p> <p>1000Hz30%変調入力電圧を加えた場合 60dB 低</p>

RTCA DO-186a	無線設備規則	ARINC 716
<p>えた場合 40dB 低下の幅が ±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。</p>	<p>同左。ただし、8.33kHz 対応受信機の設定なし。</p>	<p>下の幅が ±17kHz 以内。</p> <p>4.3.1 Selectivity</p> <p>8.33kHz 対応受信機では 60dB 低下の幅が ±7.365kHz 以内。</p>
<p>2.2.8 Spurious Responses</p> <p>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。</p>	<p>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</p> <p>60dB 以上</p>	<p>3.6.3 Undesired Response</p> <p>100dB 以上 (120dB 以上が望ましい)</p>
<p>2.2.9 Cross Modulation</p> <p>20-500 μV 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。</p> <p>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。</p>	<p>第 45 条の 12 三. 受信装置 実効選択度 混変調特性</p> <p>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。</p>	<p>3.6.4 Cross Modulation</p> <p>10 μV 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。</p> <p>4.3.2 Cross Modulation</p> <p>8.33kHz 対応受信機についても上記を適用。</p>
<p>2.2.11 Desensitization</p> <p>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。</p>	<p>第 45 条の 12 三. 受信装置 実効選択度 感度抑圧効果</p> <p>1000Hz30%変調の 20 μV 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。</p>	<p>3.6.7 Desensitization and Interference Rejection</p> <p>ARINC 716 本文参照。</p>
<p>2.2.16 Adjacent Channel Rejection-Class E Receivers Only</p> <p>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</p>	<p>設定なし。</p>	<p>設定なし。</p>

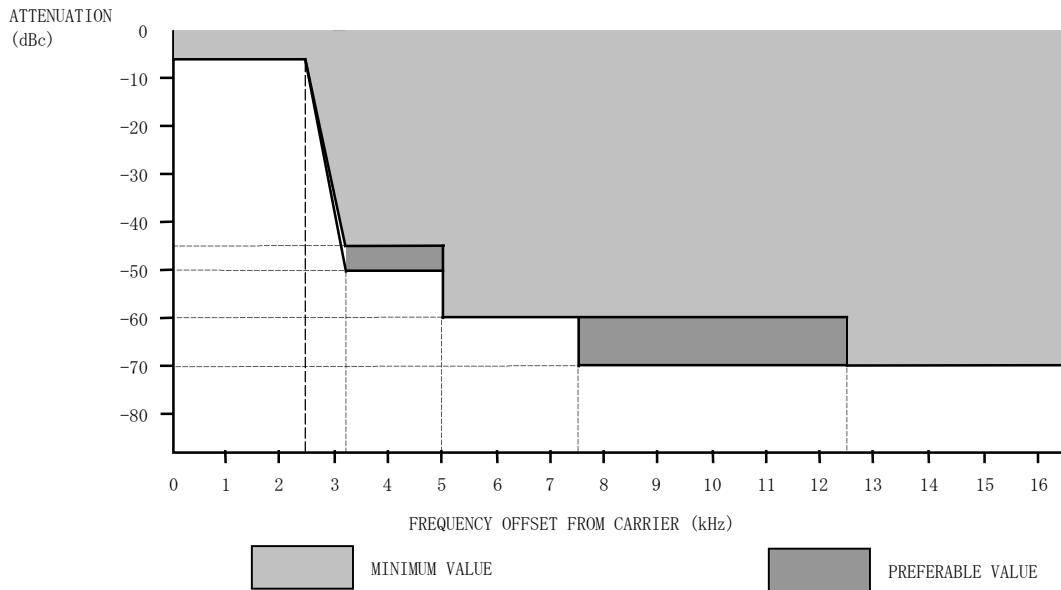
RTCA DO-186a	無線設備規則	ARINC 716
45dB でなければならない。		
2.3 Transmitter Performance	第 45 条の 12 一. 送信装置	3.7 Transmitter Design 4.4 Transmitter Design
2.3.1 Output Power Max Range 200nm →16W 以上 Max Range 100nm →4W 以上	第 14 条 空中線電力の許容偏差 上限 20%および下限 50%	3.7.1 Power Output 5 フィートの送信ラインが 52Ω の抵抗で終端されている場合、25-40W。
2.3.3 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 公称出カ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 ①帯域外領域におけるスプリアス発射の強度の許容値： (25W 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 (1W を超え 25W 以下) 25μW 以下 (1W 以下) 100μW 以下 ②スプリアス領域における不要発射の強度の許容値： (50W を超えるもの) 50μW 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) 基本周波数の搬送波電力よ	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。

RTCA DO-186a	無線設備規則	ARINC 716
	り 60dB 低い値 (1W を超え 25W 以下) 25 μ W 以下 (1W 以下) 50 μ 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 Spectrum for 8.33kHz Module 変調周波数 300Hz-10kHz で送 信機スペクトラムが図 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。	第 45 条の 12 一. 送信装置 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。	4.4.2.5 Transmitter Occupied Spectrum 変調周波数 300Hz-10kHz で送信機 スペクトラムが図 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、無線機の電気的な性能、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:

<u>Frequency</u>	<u>Attenuation value</u> <u>(Required)</u>	<u>Attenuation value</u> <u>(Preferable)</u>
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

VHF帯航空無線電話システムの技術的条件

【航空無線電話・航法システム作業班検討資料】

1 概要

これまで、25kHzのチャンネル間隔で運用してきたVHF帯の航空無線電話について、8.33kHzのチャンネル間隔でも使用可能となるよう、技術的条件の見直しを行う。

なお、技術的条件の内容は、原則として、航空局側は「ICAO ANNEX10」に記載の内容を、航空機局側は「RTCA DO-186 及び DO-186a/b」に記載の内容を採用する。

2 技術的条件

8.33kHzのチャンネル間隔で使用する際の技術的条件の素案を下表に示す。

<① 航空局（地上側）の技術的条件>

基準項目	基準内容	関連条文	備考
1 周波数の許容偏差	<p>【送信機能：オフセットキャリアシステムを除く。】</p> <p>±0.0001%</p> <p>【受信機能】</p> <p>±0.0001%以下</p>	設5条 (別表1号)	
2 占有周波数帯幅の許容値	5.6kHz以下	設6条	
3 スプリアス発射の強度の許容値	<p>①帯域外領域におけるスプリアス発射の強度の許容値： (25Wを超えるもの)</p> <p>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)</p> <p>25μW以下 (1W以下)</p> <p>100μW以下</p> <p>②スプリアス領域における不要発射の強度の許容値： (50Wを超えるもの)</p> <p>50μW以下又は基本周波数の搬送波電力より70dB低い値</p>	設第7条 (別表3号)	無線設備規則は現状を維持。 (ANNEX10 VOLUME IIIでは、無線通信規則に示される値を参照して規定。)

	(25W を超え 50W 以下) 基本周波数の搬送波電力 より 60dB 低い値 (1W を超え 25W 以下) 25 μ W 以下 (1W 以下) 50 μ W 以下		
4 空中線電力の 許容偏差	上限 20% 下限 50%	設 14 条	無線設備規則は現状 を維持。
5 変調	送信装置は、音声その他の周波 数によつ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 に維持されるものでなければ ならない。	設 18 条	無線設備規則は現状 を維持。
6 副次的に発する電 波の限度	4nW 以下	設 24 条	無線設備規則は現状 を維持。
7 変調度	85%以上	設 45 条の 10	ICAO ANNEX10 VOLUME III の値を 採用。
8-1 送信装置 変調方式	振幅変調方式	設 45 条の 15	無線設備規則は現状 を維持。
8-2 送信装置 総合歪率	変調周波数 1000Hz で 80%の 変調をした場合において、10% 以下	設 45 条の 15	無線設備規則は現状 を維持。
8-3 送信装置 総合周波数特性	変調周波数 350Hz から 2500Hz まで 6dB 以内。	設 45 条の 15	RTCA DO-186a/b よ り
8-4 送信装置 信号対雑音比	変調周波数 1000Hz で 80%の 変調をした場合において、30dB 以上	設 45 条の 15	無線設備規則は現状 を維持。
9-1 受信装置 感度	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 の周波数で 30%変調を されたものの場合において、5 μ V 以下	設 45 条の 15	無線設備規則は現状 を維持。

<p>9-2 受信装置 一信号選択度における通過帯域幅</p>	<p>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同等の出力となるとき、幅が割当周波数から当該割当周波数の±2.8kHz以上</p>	<p>設45条の15</p>	<p>RTCA DO-186b の丸め込み値及びETSI EN 300 6761の値より。</p>
--	---	----------------	---

<② 航空機局（機上側）の技術的条件>

基準項目	基準内容	関連条文	備考
1 周波数の許容偏差	【送信機能】 ±0.0005%	設 5 条 (別表 1 号)	RTCA DO-186a/b より RTCA DO-186a/b に該当する機器のみに適用する。
2 占有周波数帯幅の許容値	5.6kHz 以下 (ただし、RTCA DO-186a に準拠した 8.33kHz 対応の無線機のうち、既に型式検定を取得しているものについては、6kHz 以下)	設 6 条	ICAO ANNEX に特段の規程無し。 FCC (Part87) では「5.6kHz」、ETSI (EN 300 676) では「5kHz」とされている。
3 スプリアス発射の強度の許容値	①帯域外領域におけるスプリアス発射の強度の許容値： (25W 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 (1W を超え 25W 以下) 25 μ W 以下 (1W 以下) 100 μ W 以下 ②スプリアス領域における不要発射の強度の許容値： (50W を越えるもの) 50 μ W 以下又は基本周波数の搬送波電力より 70dB 低い値 (25W を超え 50W 以下) 基本周波数の搬送波電力より 60dB 低い値 (1W を超え 25W 以下) 25 μ W 以下 (1W 以下) 50 μ W 以下	設第 7 条 (別表 3 号)	現状の設備規則の内容には手を加えず、RTCA DO-186b において追加されたハーモニクス周波数の規格を新たに追記。 ③については RTCA DO-186b に該当する機器のみに適用する。

	③ハーモクス輻射は-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	上限 20% 下限 50%	設 14 条	無線設備規則は現状を維持。
5 変調	送信装置は、音声その他の周波数によつ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ものでなければならない。	設 18 条	無線設備規則は現状を維持。
6 副次的に発する電波の限度	4nW 以下	設 24 条	無線設備規則は現状を維持。
7 変調度	85%以上	設 45 条の 10	
8-1 送信装置 信号対雑音比	1000Hz の周波数で 70%変調をした場合において 35dB 以上	設 45 条の 12	RTCA DO-186 より
8-2 送信装置 総合周波数特性	変調周波数 350Hz から 2500Hz において 6dB 以内	設 45 条の 12	
8-3 送信装置 総合歪みおよび雑音	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で、350Hz、1000Hz、2500Hz の周波数によつて変調した場合、全復調出力とその中に含まれる不要成分の比が 12dB 以上	設 45 条の 12	無線設備規則は現状を維持。
9-1 受信装置 感度	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	設 45 条の 12	無線設備規則は現状を維持。
9-2 受信装置 一信号選択度 (通過帯域幅)	1000Hz30%変調の入力電圧を最大感度の点から 6dB 高い値で加えた場合、当該装置の最大感度時における出	設 45 条の 12	斜め文字部は、RTCA DO-186a/b 及び ETSI EN 300 676 の値より。

	<p>力と同等出力になるときの幅が、割当周波数から当該割当周波数の±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±8kHz)以上</p> <p><i>ただし、8.33kHz 間隔対応受信機については、6dB 低下の幅は±2.8kHz 以上</i></p>		<p>斜め文字部については RTCA DO-186 a/b に該当する機器のみに適用する。</p>
<p>9-3 受信装置 一信号選択度 (減衰量)</p>	<p>1000Hz で 30%変調の入力電圧を加えた場合の最大感度時における出力と同等の出力となるときの、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</p> <p><i>ただし、8.33kHz 間隔対応受信機については、60dB 以下の幅は±7.37kHz 以内</i></p>	<p>設 45 条の 12</p>	<p>RTCA DO-186a/b より。</p> <p>斜め文字部については RTCA DO-186 a/b に該当する機器のみに適用する。</p>
<p>9-4 受信装置 一信号選択度 (スプリアスレスポンス (航空局を含む。))</p>	<p>60dB 以上</p>	<p>設 45 条の 12</p>	<p>無線設備規則は現状を維持。</p>
<p>9-5 受信装置 実効選択度 (混変調特性 (航空局を含む。))</p>	<p>20µV 以上 500µV 以下の 1000Hz で 30%変調をされた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 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 以下であること。</p> <p><i>ただし、RTCA DO-186a/b を適用する 8.33kHz 間隔対</i></p>	<p>設 45 条の 12</p>	<p>RTCA DO-186a/b より。</p> <p>斜め文字部については RTCA DO-186 a/b に該当する機器のみに適用する。</p>

	<p>応受信機については、希望波から 16.66kHz 以上離れ、かつ 1000Hz 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 以下とする。</p>		
<p>9-6 受信装置 実効選択度 (感度抑圧効果 (航空局を含む。))</p>	<p>1000Hz30%変調 20μV の希望波入力を加えた状態で、以下の妨害波を加えた場合に、受信機出力の信号対雑音比が 6dB 以上</p> <p>① 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 以内を除く) で受信機入力 10mV の妨害波</p> <p>② 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 以下の周波数を除く) で受信機入力 200mV の妨害波</p>	<p>設 45 条の 12</p>	<p>無線設備規則は現状を維持。</p>
<p>9-7 受信装置 実効選択度 (総合周波数特性 (航空局を含む。但し②を除く。))</p>	<p>① 変調周波数が 350Hz から 2500Hz までにおいて 6dB 以内</p> <p>② オフセットキャリアを受信する場合、①に加えて変調周波数が 2500Hz を超える場合は、変調周波数ごとに減衰 (変調周波数 5000Hz において、1000Hz のときの出力に比して-18dB 以下) すること</p>	<p>設 45 条の 12</p>	<p>無線設備規則は現状を維持。</p>

<p>9-8 受信装置 実効選択度（自動音量調整装置の特性（航空局を含む。））</p>	<p>① 1000Hz30%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。</p> <p>② 1000Hz30%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。</p> <p>③ 送信から受信(受信機入力電圧は $1000\text{Hz}30\%$変調 $10\mu\text{V}$ 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$\pm 3\text{dB}$ の値になる時間が 0.25 秒以内。</p>	<p>設 45 条の 12</p>	<p>無線設備規則は現状を維持。</p>
<p>9-9 受信装置 実効選択度（利得（航空局を含む。））</p>	<p>$1000\text{Hz}30\%$変調 $20\mu\text{V}$ 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こと</p>	<p>設 45 条の 12</p>	<p>無線設備規則は現状を維持。</p>
<p>9-10 受信装置 実効選択度（出力の制御（航空局を含む。））</p>	<p>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）</p>	<p>設 45 条の 12</p>	<p>無線設備規則は現状を維持。</p>
<p>9-11 受信装置 実効選択度（総合歪み及び雑音（航空局を含む。））</p>	<p>① 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、定格出力とそれの中に含まれる不要成分との比が 12dB 以上</p> <p>② 350Hz から 2500Hz ま</p>	<p>設 45 条の 12</p>	<p>無線設備規則は現状を維持。</p>

	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		
9-12 受信装置 実効選択度（雑音レベル（航空局を含む。））	1000Hz30%変調をされた 200 μ V から 10mV までの入力電圧を加えた場合、定格出力を得ることができるように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	設 45 条の 12	無線設備規則は現状を維持。
10 隣接チャンネル除去機能	<p>下記に示すような希望波と妨害波の隣接チャンネル除去比(希望波および最低妨害波のレベル比)は少なくとも 45dB でなければならない。</p> <p>【希望波】 レベル：信号対雑音比は 20dB となるように調整 変調度：1000Hz で 60% 変調 周波数：選択した周波数</p> <p>【干渉波】 レベル：信号対雑音比は 20dB から 14dB まで低下するように調整 変調度：400Hz で 60% 変調 周波数：一つ上と下の隣接チャンネル</p>	—	<p>RTCA DO-186b 2.2.16 「Adjacent Channel Rejection-Class E Receivers Only」より</p> <p>RTCA DO-186a/b に該当する機器のみに適用する。</p>

以上