

VHF帯航空無線電話ナロー化に関する技術的条件（案）

【平成 23 年 12 月 21 日作業班終了後改訂】

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	【送信機能：オフセットキャリアアシシステムを除く。】 $\pm 0.0001\%$ 【受信機能】 $\pm 0.0001\%$ 以下	設 5 条 (別表 1 号)	
2 占有周波数帯幅の許容値	5.6kHz	設 6 条	
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) $25\mu\text{W}$ 以下 (1W 以下) $100\mu\text{W}$ 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 を超えるもの) $50\mu\text{W}$ 以下又は基本周波数の搬送波電力より 70dB 低い値	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) $25\mu\text{W}$ 以下 (1W 以下) $50\mu\text{W}$ 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%をこ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 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	無線設備規則は現状を維持。
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	ETSI 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、 $5\mu\text{V}$ 以下	設 45 条の 15	無線設備規則は現状を維持。

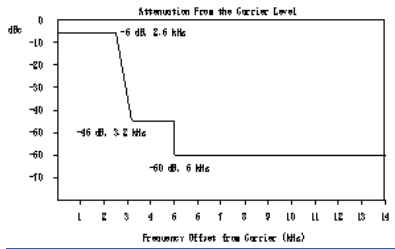
9-2 受信装置 一信号選択度における通過帯域幅	1000Hz の周波数で 30%変調を された受信機入力電圧を受信 装置の最大感度の点から 6dB 高い値で加えた場合において、 当該装置の最大感度時における 出力と同等の出力となるとき の幅が割当周波数から当該 割当周波数の (±) 0.0005%以上 (有効受信帯域幅には、ドップ ラーシフトを含む。) 「RTCA D0-186b の丸め込み 値」及び「ETSI EN 300 6761 の値」より、「(±) 0.0005%以上」 の箇所は「(±) 2.8kHz 以下」 にすべきとの意見有り。	設 45 条の 15	ICAO ANNEX10 より。 <i>【ANNEX10 VOLUME III PART II 2.2.2.3 Effective acceptance bandwidth より抜粋】</i> When tuned to a channel having a width of 8.33kHz, the receiving system shall provide an adequate and intelligible audio output when the signal specified at 2.2.2.2 has a carrier frequency within plus or minus 0.0005 per cent of the assigned frequency. Further information on the effective acceptance bandwidth is contained in the Attachment to PART II.
--	---	-------------------	--

(下線部が前回作業班からの変更箇所)

<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 より 【経過措置 要】
2 占有周波数帯幅の許容値	5.6kHz ・【要 経過措置】との意見有り ・DO-186a の 2. 3. 13 項のスペクトラムマスク図より、との意見あり 【DO-186a 2. 3. 13】	設 6 条	【要 検討】 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	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。 【経過措置 要】

	W以下 (1W 以下) 50 μ W 以下 ③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	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%をこえない範囲 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 <u>変調周波数 300Hzから 10kHz</u> <u>において送信機スペクトラム</u> <u>が図 2.1.2 の設定値を超えない</u> <u>よう規定されている。入力レベ</u> <u>ルについては、次のとおり調整</u> <u>される。入力信号レベルは、</u> <u>1000Hzで 70%の変調が可能と</u> <u>なるように調整される。入力信</u> <u>号の周波数は、300Hzから</u> <u>10kHzの範囲で変化し、300Hz</u> <u>と 800Hzの間ではレベルは一</u> <u>定しており、800Hzと 10kHz</u> <u>の間で-10dB/オクターブのス</u> <u>ロープで変化する。</u> <u>【図 2.1.2】</u> 	設 45 条の 12	下 線 部 は RTCA DO-186a/b より。 【青字下線部は経過措置 要】 青字下線部は「削除」との意見あり。
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 って変調した場合、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	1000Hz30%変調の入力電圧を 最大感度の点から<u>6dB高い値で</u>	設 45 条の 12	下 線 部 は RTCA DO-186a/b より。

過帯域幅)	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±8kHz)以上 ただし、8.33kHz間隔対応受信機については、6dB低下の幅は±2.778kHz以上 ↑ 「RTCA DO-186b の丸め込め値」及び「ETSI EN 300 676 の値」より「(±) 2.8kHz 以上」に修正すべきとの意見有り		【経過措置 要】 青字下線部は「削除」との意見あり。
9-3 受信装置 一信号選択度(減衰量)	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 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	設 45 条の 12	RTCA DO-186a/b より。 【経過措置 要】
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。))	60dB 以上	設 45 条の 12	無線設備規則は現状を維持。
9-5 受信装置 実効選択度(混変調特性(航空局を含む。))	20μV 以上 500μV 以下の希望波入力電圧を加えた状態で、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	設 45 条の 12	RTCA DO-186a/b より。 【経過措置 要】 青字下線部については RTCA DO-186 a/b に該当する機器のみ、当該規程が適用となるように経過措置を設けてもらいたい旨の意見あり。

	<u>ただし、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の次々隣接チャンネルを含む。</u>		
9-6 受信装置 実効選択度（感度抑圧効果（航空局を含む。））	1000Hz30%変調 20 μ V 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 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 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	設 45 条の 12	無線設備規則は現状を維持。
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。））	① <u>変調</u> 周波数が 350Hz から 2500Hz までにおいて 6dB 以内 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	設 45 条の 12	無線設備規則は現状を維持。

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。））	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。 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。 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。	設 45 条の 12	無線設備規則は現状を維持。
9-9 受信装置 実効選択度（利得（航空局を含む。））	$1000\text{Hz}30\%$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	設 45 条の 12	無線設備規則は現状を維持。
9-10 受信装置 実効選択度（出力の制御（航空局を含む。））	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）	設 45 条の 12	無線設備規則は現状を維持。
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。））	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、定格出力とその中に含まれる不要成分との比が 12dB 以上 ② 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$\pm 10\text{dB}$ 以内のとき、当該出	設 45 条の 12	無線設備規則は現状を維持。

	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 隣接チャネル除去機能	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：一つ番上と下の隣接チャネル <u>は 8.33kHz</u>	—	RTCA DO-186b 2.2.16 「Adjacent Channel Rejection-Class E Receivers Only」より 【経過措置 要】

（下線部が前回作業班からの変更箇所）

以上

【前回作業班からの検討事項に関するコメント等】

1 占有周波数帯幅の許容値（5.6kHz として問題ないか？）

⇒意見 1

“問題ないか？”という論点ではなく、現在我々の運航している航空機の SPEC（受信帯域幅）を提示する方向ではどうか？

⇒意見 2

A社の現有する 8.33kHz 対応無線装置の CMM を確認すると送信 SPEC は無いものの受信 SPEC 「Selectivity」では 6dB@±2.8kHz minimum となっていることから 5.6kHz で問題なし。
(但し、現行型検、現行免許維持可能と言う条件が前提)

⇒意見 3

D0-186、D0-186a ともに、占有周波数帯域幅の記載はない。

一方、D0-186a には、2.3.13 項 Transmitter Occupied Spectrum for 8.33kHz Mode があり、この記載で、6dB ダウン片側 2.5kHz を読み、これが、占有周波数帯域幅と考えてよければ、5kHz と言える。ETSI の通りとなる。

この許容値については、現行型検の値等を参考に決めておき、何か不都合があれば、救済という手ではないだろうか？

2 占有周波数帯幅の許容値を「5.6kHz」とした場合、送信装置の総合周波数特性については素案のとおりで問題ないか？

⇒意見

350Hz～2500Hz (幅:2160Hz) なので、5.6kHz(±2.8kHz)の占有周波数帯域内に収まっており、問題ないと思われる。(5.0kHz でも収まる)

3 受信装置の一信号選択度における通過帯域幅の記載は原文と整合がとれるようにしておくべきではないか？

⇒意見 1

事務局の記載で問題なしと思われる。

⇒意見 2

RTCA/D0-186b の丸め込み値及び ETSI EN300 676 の値を根拠に、±2.8kHz とすることが適当。
(音声帯域:2500Hz、周波数安定度(±5ppm) (航空機側の偏差):685Hz、周波数安定度(±1ppm) (航空局の偏差):137Hz、ドップラーシフト at600knot (=140.973Hz):141Hz)

⇒意見 3

Annex10 Volume-III Part II Chapter 2 の 2.3.2.4. に記載されている事項は、航空機側送信機の送信周波数の偏差が別に定められている許容値の範囲内ならば、適切な音声出力の提供が可能であることを求めている。文中の 0.0005%は、航空機側送信機の送信周波数偏差を示している。

実際は、ドップラーシフトや受信機同調のずれなどにより、搬送波周波数と同調周波数はさらに大きなずれを持ちます。このため、このずれを配慮した上で、受信機は聴取可能な音声信号の提供が求められている。

同じ ANNEX10 Volume-III Part II には Attachment A to Part II として、一般的に少なくとも片側 3462Hz の帯域幅が求められるとしている。内訳は、音声信号帯域 2500Hz、航空機側送信機の周波数偏差 5ppm による 685Hz、地上受信機の周波数偏差 1ppm による 137Hz、ドップラーシフト 140Hz を想定している。なお、ドップラーシフトは航空機速度に応じて変化するため、これらの数値は当面の目安であり、ANNEX 本文には記載されなかったと推察します。現在

の航空機開発状況から予想されるところでは、今後10年以上はこのドップラーシフトの値でも問題はないと考える。

送受信機の周波数変位、音声信号帯域幅、ドップラーシフトなどを配慮して求めた実効受信帯域幅 3462Hz は、考えている中で最も高い搬送波周波数 137MHz に対して片側 0.0025%に相当し、両側帯域幅にして 0.005%が求められていることになる。このため、無線設備規則等の規定には、航空機速度が極端に高速にならない限り、0.005%が適切な値と考える。

4 【経過措置 要】として箇所について、どのような経過措置をとるのが望ましいか？

⇒意見（経過措置案）

- ・ 現行の型検、免許は維持可能
- ・ 今後については、D0-186a/b の要件を適用する時は、「D0-160a 対応においては」、「D0-160b 対応においては」という限定をつける。
- ・ D0-186b を法制化する必要がある場合は再検討する。（186b の制度化可否を含め）

5 「MA の周波数の許容偏差」の部分で、D0-186 を満足する無線機器では、±0.0005%を満足するか調査が必要。

⇒意見 1

A 社にて使用中の D0-186 準拠 8.33KHz 対応無線装置 VHF-920 については CMM 上 ±5PPM となっているので問題ない状況である。（VHF-2100（D0-186a）も ±5PPM）

（※±5PPM=0.0005%）

例：118.1MHz の場合、5PPM は $118.1 \times 10^6 \times 5 \times 10^{-6} = 118.1 \times 5 = 590.5 \text{ Hz} (\pm 590.5 \text{ Hz})$

CMM と新規格は同一（5PPM=0.0005%）であり問題なし。

⇒意見 2

8.33KHz の場合、±0.0005%の要件は、D0-186 には記載がない。

一方で、ANA の VHF-900B、VHF-920 は、D0-186 準拠であり、且つ、8.33KHz に対応している。CMM のスペックからは、上記要件を満足すると考えられるが、念のため、現在、ベンダーに問い合わせ確認中である。

D0-186a には、上記要件の記載がある。