資料１１１－３－２

情報通信審議会　情報通信技術分科会

放送システム委員会　報告

諮問第２０２３号
「放送システムに関する技術的条件」のうち
「ラジオネットワークの強靱化に関する技術的条件」

平成２７年７月１７日

放送システム委員会

目次

１　検討事項　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　１

２　委員会の構成　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　１

３　検討経過　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　１
別紙１　情報通信審議会 情報通信技術分科会 放送システム委員会 構成員
別紙２　放送システム委員会 ＳＴＬ／ＴＴＬ作業班 構成員
別紙３　ＳＴＬ／ＴＴＬ作業班 アドホックグループ 構成員
別紙４　放送システム委員会 ギャップフィラー作業班 構成員

４　検討の背景　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　９

５　ＳＴＬ／ＴＴＬ作業班報告　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　１１
５．１　検討に際しての考え方　・・・・・・・・・・・・・・・・・・　１２
５．２　ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬの伝送モデル　・・・・・　１５
５．３　ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬの技術的条件　・・・・・　１８
５．４　測定法　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　２７
５．４．１　送信装置　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　２７
５．４．２　受信装置　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　２８
別添１　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　２９
別添２　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　３０
参考資料　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　３１

６　ギャップフィラー作業班報告・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　２０７
６．１　ラジオのギャップフィラーに求めるイメージ・・・・・・・　２０８
６．２　ギャップフィラーに求める機能・・・・・・・・・・・・・・　２１０
６．３　検討モデル・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　２１１
６．４　技術的条件の検討・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　２１２
参考資料　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　２３３

別添　諮問第２０２３号「放送システムに関する技術的条件」のうち「ラジオネットワークの強靱化に関する技術的条件」　・・・・・・・・・・　３６７

１　検討事項

本委員会は、諮問第２０２３号「放送システムに関する技術的条件」のうち「ラジオネットワークの強靭化に関する技術的条件」について検討を行った。

２　委員会の構成

別紙１のとおり

なお、検討の促進を図るため、本委員会の下にＳＴＬ／ＴＴＬ作業班（別紙２、別紙３）及びギャップフィラー作業班（別紙４）を設置した。

３　検討経過

（１）委員会での検討

ア　第４７回（平成２６年１２月３日）

委員会の運営方法、検討方針、検討項目及び検討スケジュール等について検討を行った。検討の促進を図るため、放送事業用無線局について検討を行うＳＴＬ／ＴＴＬ作業班及び受信障害対策中継を行う放送局について検討を行うギャップフィラー作業班を設置することとした。

また、「ラジオネットワークの強靭化に関する技術的条件」を検討するにあたり広く意見を求めるため、平成２６年１２月４日から平成２７年１月５日までの間、意見募集を行うこととした。

イ　第４８回（中止）

意見募集期間までに意見が無かったことについて、平成２７年１月７日付けで事務局から放送システム委員会構成員に報告があり、意見に対する検討を中止した。

ウ　第４８回（平成２７年４月２３日）

ギャップフィラー作業班から報告を受け、検討を行った。

エ　第４９回（平成２７年５月２８日）

ＳＴＬ／ＴＴＬ作業班からの報告及びギャップフィラー作業班からの報告の一部修正案を検討し、委員会報告（案）を取りまとめた。

また、委員会報告(案)は、広く意見を求めることとし、平成２７年５月３０日から同年６月２９日までの間、意見募集を行うこととした。

オ　第５０回（平成２７年７月２日）

放送システム委員会報告(案)に対するパブリックコメントを検討し、委員会報告書を取りまとめた。

（２）検討作業班での検討

ア　ＳＴＬ／ＴＴＬ作業班

ａ　第１回作業班（平成２６年１２月１６日）

作業班の運営方法、今後のスケジュール等について事務局より説明し、要求条件について検討を行った。また、今後の検討スケジュールを定めた。

ｂ　第２回作業班（平成２７年１月２７日）

伝送容量や空中線電力など基本的な技術的条件についての検討を行った。

ｃ　第３回作業班（平成２７年２月２５日）

干渉検討や回線設計などの技術的条件について検討を行った。

ｄ　第４回作業班（平成２７年３月１７日）

干渉検討や回線設計などの技術的条件について検討を行った。

ｅ　第５回作業班（平成２７年４月２日）

干渉検討や回線設計などの技術的条件について検討を行い、作業班報告（素案）について検討を行った。また、技術的条件等についてより詳細な検討を行うため、作業班の下にアドホックグループを設置することが承認された。

ｆ　第６回作業班（平成２７年５月１４日）

作業班報告を取りまとめた。

（ア）　ＳＴＬ／ＴＴＬ作業班　アドホックグループ

（ａ）　第１回アドホックグループ（平成２７年４月１４日）

干渉検討など技術的条件について検討を行った。

（ｂ）　第２回アドホックグループ（平成２７年４月２８日）

干渉検討など技術的条件について検討を行った。

（ｃ）　第３回アドホックグループ（平成２７年５月８日）

干渉検討など技術的条件について検討を行った。

イ　ギャップフィラー作業班

ａ　第１回作業班（平成２６年１２月１６日）

作業班の運営方法、今後のスケジュール等について事務局より説明

し、要求条件について検討を行った。また、今後の検討スケジュールを定めた。

ｂ　第２回作業班（平成２７年１月２７日）

同期放送の条件や空中線電力など基本的な技術的条件についての検討を行った。

ｃ　第３回作業班（平成２７年２月２５日）

共用検討や測定方法の技術的条件について検討を行った。

ｄ　第４回作業班（平成２７年３月２７日）

作業班報告を取りまとめた。

ｅ　メール検討（平成２７年５月１２日から５月１９日）

第４８回放送システム委員会において指摘された事項等に対する修正案を検討し、一部作業班報告を修正した。

別紙１

情報通信審議会 情報通信技術分科会 放送システム委員会 構成員

（敬称略、構成員は、主査及び主査代理を除き五十音順）

主査	伊東 晋	東京理科大学理工学部教授（平成27年1月21日まで）
主査	伊丹 誠	東京理科大学基礎工学部教授（平成27年1月21日から）
主査代理	都竹 愛一郎	名城大学理工学部教授
委員	相澤 彰子	国立情報学研究所コンテンツ科学研究系教授
専門委員	井家上 哲史	明治大学理工学部教授
〃	甲藤 二郎	早稲田大学基幹理工学部教授
〃	喜安 拓	一般社団法人日本ＣＡＴＶ技術協会副理事長
〃	関根 かをり	明治大学理工学部教授
〃	高田 潤一	東京工業大学大学院理工学研究科教授
〃	丹 康雄	北陸先端科学技術大学院大学情報科学研究科教授
〃	野田 勉	一般社団法人日本ケーブルラボ実用化開発グループ 主任研究員（平成27年3月31日まで） スターキャット・ケーブルネットワーク株式会社 上席主任研究員（平成27年4月1日から）
〃	松井 房樹	一般社団法人電波産業会専務理事・事務局長
〃	村山 優子	岩手県立大学ソフトウェア情報学部教授
〃	矢野 博之	国立研究開発法人情報通信研究機構ワイヤレスネットワーク研究所所長
〃	山田 孝子	関西学院大学総合政策学部教授

別紙２

情報通信審議会 情報通信技術分科会 放送システム委員会
ＳＴＬ／ＴＴＬ作業班 構成員

（敬称略、構成員は五十音順）

主　任	甲藤 二郎	早稲田大学 理工学術院 教授
構成員	荻野 喜美雄	一般社団法人 日本コミュニティ放送協会 理事・相談役
〃	小竹 信幸	一般財団法人テレコムエンジニアリングセンター 企画・技術部門 技術グループ 担当部長
〃	甲斐 章	株式会社ＮＨＫアイテック 放送・通信ネットワーク事業部 ソリューション技術部（企画・開発） チーフエンジニア
〃	川島 修	株式会社エフエム東京 技術部長
〃	平川 靖紀	日本放送協会 技術局 計画部 副部長
〃	丸山 活輝	信越放送株式会社 技術局 技術部長
〃	三浦 洋	株式会社ニッポン放送 技術局長
〃	宮下 敦	株式会社日立国際電気 映像・通信事業部 グローバル統括本部 事業推進本部 主管技師長

別紙３

情報通信審議会 情報通信技術分科会 放送システム委員会
ＳＴＬ／ＴＴＬ作業班 アドホックグループ 構成員

（敬称略、構成員は五十音順）

リーダー	甲斐 章	株式会社ＮＨＫアイテック　放送･通信ネットワーク事業部　ソリューション技術部（企画・開発）　チーフエンジニア
構成員	岩田 昭光	株式会社ＮＨＫアイテック　営業本部（事業開発）担当部長
〃	加藤 数衛	株式会社日立国際電気　映像・通信事業部　技師長
〃	川瀬 克行	パナソニックシステムネットワークス株式会社　無線通信システム部　無線システム課　主幹
〃	河野 健一	日本無線株式会社　ソリューション事業部　ソリューション技術部情報システムグループ　放送機チーム　課長
〃	櫻井 稔	アイコム株式会社　ソリューション事業部　参事
〃	嶋 豊	株式会社東芝コミュニティーソリューション社　放送ネットワークシステム部　通信システム機器設計担当　参事
〃	竹内 嘉彦	日本無線株式会社　研究所　部長
〃	豊島 肇	沖電気工業株式会社　社会システム事業本部　交通･防災システム事業部　システム第二部　担当部長
〃	野路 幸男	池上通信機株式会社　マーケティング本部　企画部技監
〃	日高 良	ＮＥＣエンジニアリング株式会社　第二システムプラットフォーム事業部　エグゼクティブマネージャー
〃	宮下 敦	株式会社日立国際電気　映像･通信事業部　グローバル統括本部　事業推進本部　主管技師長
〃	柳内 洋一	日本電気株式会社　消防･防災ソリューション事業部　エキスパート
〃	山崎 高日子	三菱電機株式会社　通信システムエンジニアリングセンター　ネットワークシステム部　第三グループ　専任

別紙４

情報通信技術分科会 放送システム委員会 ギャップフィラー作業班 構成員

（敬称略、構成員は五十音順）

主任	伊丹　誠	東京理科大学　基礎工学部　教授
構成員	大原　久典	マスプロ電工株式会社　執行役員　営業開発部長
〃	小竹　信幸	一般財団法人テレコムエンジニアリングセンター 企画・技術部門　技術グループ　担当部長
〃	川島　修	株式会社エフエム東京　技術部長
〃	倉地　公彦	ひまわりネットワーク株式会社　ソリューション部門担当　取締役
〃	櫻井　正司	株式会社ＣＢＣラジオ　総務部長　兼　技術部長
〃	嶋田　喜一郎	一般社団法人日本ＣＡＴＶ技術協会　専務理事
〃	平川　靖紀	日本放送協会 技術局 計画部 副部長
〃	三浦　洋	株式会社ニッポン放送　技術局長
〃	和食　暁	一般社団法人日本ケーブルテレビ連盟　常務理事

４　検討の背景

放送ネットワークの強靭化に関する検討会中間取りまとめ（平成 25 年７月 17 日）を踏まえ、総務省では、ＡＭラジオ放送の難聴対策や災害対策のため、ＦＭラジオの周波数（76MHz から 95MHz）を利用したＦＭ補完中継局の制度整備を行い、平成 26 年５月から当該ＦＭ補完中継局の免許手続きを進めている。

さらに、当該中間取りまとめにおいてラジオネットワークの強靭化を図る観点から、以下の点が指摘された。

（１）従来、ＡＭラジオの番組中継回線として利用されてきたＶＨＦ帯ＳＴＬ／ＴＴＬ※の周波数（60MHz 帯、160MHz 帯）を一層活用することとし、コミュニティ放送などのＦＭラジオ放送の番組中継回線としてステレオ放送の中継を可能にすること。

※ STL：Studio to Transmitter Link TTL：Transmitter to Transmitter Link

（２）リアス式海岸地域や山間地等においてＦＭラジオ放送（ＦＭ補完中継局を含む）の放送区域に発生する極小規模な難聴地域を解消するため、その対策としてＦＭラジオ放送用周波数を利用したラジオのギャップフィラーの導入を進めること。

上記を踏まえ、放送用ＳＴＬ／ＴＴＬ回線の高度化、ラジオのギャップフィラーの整備のため、次のとおり技術的条件を検討した。

ＳＴＬ／ＴＴＬ作業班報告

５．１　検討に際しての考え方

（１）ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬの基本的考え方

ＳＴＬ／ＴＴＬとは、放送波中継に代わる番組中継の手段として、放送局の演奏所と送信所を結ぶ番組中継回線（ＳＴＬ：Studio to Transmitter Link）又は送信所と送信所を結ぶ番組中継回線（ＴＴＬ:Transmitter to Transmitter Link）のことをいう。このうち、ラジオ番組等を中継する音声ＳＴＬ／ＴＴＬは、ＦＭ放送事業者やＡＭ放送事業者のほか、コミュニティ放送事業者により使用されている。（図１）

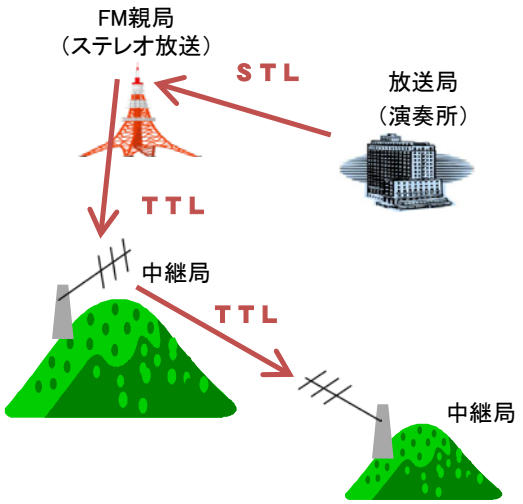


図１　ＳＴＬ／ＴＴＬのイメージ

音声ＳＴＬ／ＴＴＬは、これまで主にＡＦ帯（3,400 MHz～3,456MHz）が使用されてきたほか、デジタル方式による音声ＳＴＬ／ＴＴＬとしてＭ帯（6,570 MHz～6,870MHz）又はＮ帯（7,425 MHz～7,750MHz）（以下「Ｍ／Ｎ帯」という。）が使用されており、また、アナログ方式による音声ＳＴＬ／ＴＴＬとして 60MHz 帯又は 160MHz 帯が使用されている。

このうち、ＡＦ帯を使用する音声ＳＴＬ／ＴＴＬについては、3.5GHz 帯への第４世代移動通信システムの導入に伴い、周波数再編アクションプランに基づき、最長で平成 34 年 11 月末までにＭ／Ｎ帯に周波数移行を行うこととされている[1]。現在、設備更新に合わせて、アナログ方式からデジタル方式へ順次

[1] 総務省報道発表「周波数再編アクションプラン（平成 26 年 10 月改定版）」の公表（平成 26 年 10 月 15 日）
http://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01kiban09_02000144.html

移行が行われており、デジタル方式による音声ＳＴＬ／ＴＴＬがＭ／Ｎ帯で使用されている。

しかし、Ｍ／Ｎ帯を使用するデジタル方式による音声ＳＴＬ／ＴＴＬ（以下「Ｍ／Ｎ帯デジタル音声ＳＴＬ／ＴＴＬ」という。）の無線設備等を設置するためには強靭なアンテナ鉄塔等が必要となる。

そこで、放送事業者が、小規模な送信所向けの番組中継回線として、より容易に音声ＳＴＬ／ＴＴＬの無線設備等を設置することができるよう、60MHz 帯又は 160MHz 帯といったＶＨＦ帯を使用するデジタル方式による音声ＳＴＬ／ＴＴＬ（以下「ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ」という。）を導入するものである。

また、放送局の中継局間の距離が遠い場合や、国立公園や国定公園などをまたぐような場合等、マイクロ波帯を使用する音声ＳＴＬ／ＴＴＬを中継局間の中間地点に設置できず番組中継を行うことができない際に、ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬを利用することが求められる。

このように、ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬは、コミュニティ放送事業者やＦＭ放送事業者等が使用するものとして、コミュニティ放送やＦＭ放送等の番組を中継するステレオ音声の中継が可能なものであることが求められる。

また、ＡＭ放送事業者等が使用するものとして、ＡＭ放送の番組を中継するモノラル音声の中継が可能なものであることが求められる。

（２）ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬの使用周波数帯

ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬで使用することのできる周波数帯は、現行のアナログ方式による 60MHz 帯（54MHz～68MHz）又は 160MHz 帯（162.05MHz～169MHz）の音声ＳＴＬ／ＴＴＬと同一とし、周波数共用を図ることにより、周波数有効利用に資することができる。

ただし、周波数有効利用の観点からは、既存の割当て可能な周波数を有効に使用することが求められるため、音声ＳＴＬ／ＴＴＬは、原則としてＭ／Ｎ帯を使用することとし、Ｍ／Ｎ帯では安定した回線が確保できない等の場合には、60MHz 帯又は 160MHz 帯を使用することが適当である。

（３）ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬの要求条件

ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬを使用することで、放送事業者は放送対象地域において同一周波数によりＦＭ放送やＡＭ放送が提供することができる

なお、960MHz 帯（958 MHz～960MHz）を使用する音声ＳＴＬ／ＴＴＬがあるが、平成 27 年 11 月末までにＭ／Ｎ帯に周波数移行を行うこととされている。ただし、Ｍ／Ｎ帯への周波数移行が困難な場合は、60MHz 帯又は 160MHz 帯に周波数の移行を図ることとされている。

ようになる。すなわち、同期放送が可能となるよう、高品質な音声番組等を低遅延で伝送することが要求条件として求められる。

　こうした要求条件を満足する音声圧縮方式として、サブバンドＡＤＰＣＭによる伝送を基本とするが、他の方式であっても要求条件を満たすものであれば、サブバンドＡＤＰＣＭに限定しない。

５．２　ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬの伝送モデル

伝送を行う目的や地理的条件等を鑑み、ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬの回線ルートとして、以下の伝送モデルが考えられる。

（１）標準モデル

ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬの回線ルートの標準モデルとして、演奏所から送信所まで（又は送信所から送信所まで）の比較的短距離な一区間をＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬで結ぶモデルが考えられる。（図２）

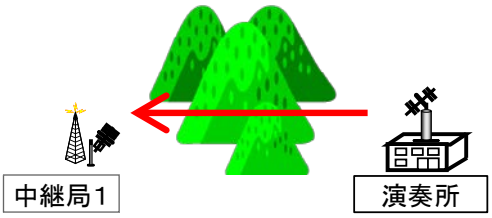


図２　標準モデル

伝送距離は、伝送を行う目的や地理的条件等により放送事業者ごとに異なるものの、例えば放送対象地域が狭小なコミュニティ放送の場合、数ｋｍから20ｋｍ程度となると考えられる。

また、県域を放送対象地域とするＦＭ放送の場合、現行のアナログ方式による 60MHz 帯又は 160MHz 帯の音声ＳＴＬ／ＴＴＬにおいては、伝送距離が 20ｋｍを超える回線ルートが全体の約３割あるが、約７割は伝送距離が 20ｋｍ以下の回線ルートである。

したがって、ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬの標準区間を 20ｋｍとすることが適当である。この際、演奏所と送信所は見通し内にあることが多いと考えられる。しかし、見通し外となる回線ルートも考えられることから、見通し外においては、回折損失や遮へい損失を考慮し、適切なマージンのある空中線電力等を規定することが求められる。また、海上伝搬の考慮も行う必要がある。

（２）長距離モデル

ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬの回線ルートとして、演奏所から送信所まで（又は送信所から送信所まで）の比較的長距離な一区間をＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬで結ぶモデルが考えられる。（図３）

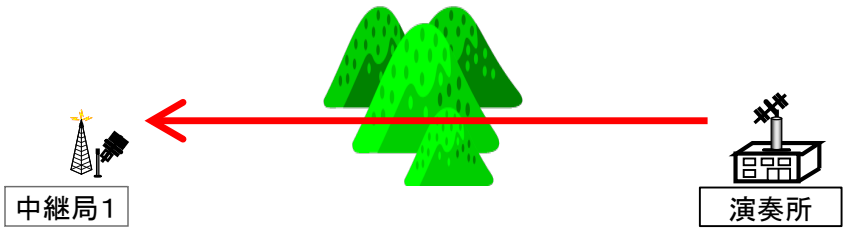


図３　長距離モデル

単一ルート／長距離の場合、演奏所から送信所までを結ぶＳＴＬ回線のほか、送信所から送信所までを結ぶＴＴＬ回線として、見通し外の回線ルートや海上伝搬を行うルートに用いられることが考えられることから、単一ルート／短距離の伝送モデルと同様に、回折損失や遮へい損失を考慮することが適当である。

（３）多段ルート

ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬの回線ルートとしては、単一ルートの他に多段ルートを構築するモデルが考えられる。（図４）

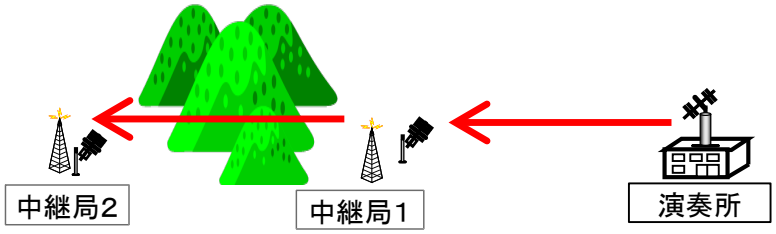


図４　多段ルート（その１）

図４に示すように、中継局１から中継局２にＴＴＬ回線として、放送番組を多段に伝送するモデルの他、中継局１から先の複数の中継局へと１対多に伝送する場合も想定される。

基本的には、各中継局で復調を行った上で再生中継を行う伝送が行われると考えられることから、各区間においては、単一ルートの伝送モデルで検討する方法と同様に、空中線電力等を設定することが適当である。

また、ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬの回線ルートを全体として多段することで、多段ルートが長距離となる伝送モデルも考えられる。（図５）

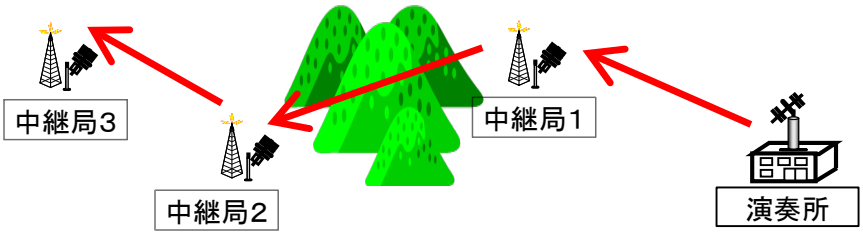


図５　多段ルート（その２）

　このような伝送モデルの場合においても、効率的に中継局を置局することで、適切な空中線電力等を設定することが適当である。

５．３　ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬの技術的条件

（１）使用周波数帯

ＶＨＦ帯アナログＳＴＬ／ＴＴＬでも使用されている 60MHz 帯（54MHz～68MHz）又は 160MHz 帯（162.05MHz～169MHz）とすることが適当である。

（２）通信方式

単向通信方式とすることが適当である。

（３）変調方式

周波数有効利用の観点から多値化し、Ｍ／Ｎ帯デジタル音声ＳＴＬ／ＴＴＬと同等の変調方式とすることが望ましい。

したがって、変調方式は６４ＱＡＭを基本とし、３２ＱＡＭ、１６ＱＡＭ及びＱＰＳＫの各方式を備えることも可とすることが適当である。ただし、６４ＱＡＭ方式以外の方式は、伝搬路状況等により回線断を生じる可能性がある場合に他回線への干渉量を増加させない限りにおいて使用することが適当である。

（４）復調方式

変調方式としてＱＡＭ方式を採用する場合、ＱＡＭ方式の復調方式としては、同期検波方式及び遅延検波方式が考えられる。遅延検波方式では遅延された搬送波を検波の基準波とするため、復調に使用する基準搬送波には受信Ｃ／Ｎの劣化分が含まれる。一方、同期検波方式では受信側で再生した搬送波を基準として復調するため、基準信号には受信Ｃ／Ｎの劣化分が含まれず、遅延検波方式より優れている。

したがって、復調方式は同期検波方式を基本とすることが適当である。

（５）伝送容量

音声ステレオ信号をサブバンドＡＤＰＣＭ方式により音声圧縮し、補助情報（誤り訂正符号等）を付加した場合、伝送容量は 480kbps 以下となる。（参考資料１）

したがって、伝送容量は 480kbps 以下とすることが適当である。

（６）クロック周波数

周波数の有効利用の観点から、（３）の変調方式に示した６４ＱＡＭ（６ビ

ット）で（５）の伝送容量を確保するためには、クロック周波数は 80kHz 以下とすることが適当である。（参考資料２）

（７）空中線電力の最大値

現行のアナログ方式による 60MHz 帯又は 160MHz 帯を使用する音声ＳＴＬ／ＴＴＬとの共用を図りつつ、標準区間（20ｋｍ程度）での伝送を可能とするため、空中線電力の最大値は５Ｗとすることが適当である。

回線設計を行うに当たっては、所要フェージングマージンを考慮することとし、さらに、見通し外の伝搬においては、回折損失や遮へい損失を見込むこととする。（参考資料３、参考資料４）

なお、20ｋｍを超える長距離区間での伝送を行うときは、多段中継による伝送を行うなど、空中線電力の最大値（５Ｗ）の範囲内において回線設計を行うこととする。

（８）偏波

現行の放送事業用、既存業務用固定局との共存を前提として、垂直偏波又は水平偏波による直線偏波とすることが適当である。

（９）占有周波数帯幅の許容値

占有周波数帯幅は、クロック周波数とロールオフ率から求められる。周波数の有効利用から、480kbps の最大伝送容量を確保しつつ隣接チャネルとの周波数共用を図るためには、ロールオフ率を小さくすることが求められる。（５）の伝送容量を確保した上でロールオフ率を 0.2 以下とすると、占有周波数帯幅は 96kHz 以下となる。（参考資料２）

したがって、占有周波数帯幅の許容値は 96kHz とすることが適当である。

（１０）補助信号の伝送方式

補助信号の用途及びその伝送容量は放送事業者及び回線ごとに異なっており、一義的にその伝送容量を規定できないため、必要に応じて、（５）の伝送容量に収まる範囲で、ラジオ同期放送用信号、送信所内の放送機器及び設備機器の制御信号等を補助信号として伝送できるものとすることが適当である。

（１１）自動等化器

多値ＱＡＭ方式においては、安定した伝送品質を確保するために自動等化器を使用することが一般的であり、Ｍ／Ｎ帯デジタル音声ＳＴＬ／ＴＴＬにも使用されている。

したがって、ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬについても、自動等化器による波形歪補償を行うことが適当である。

（１２）交差偏波干渉補償器（ＸＰＩＣ）

垂直／水平偏波を使用した同一チャネル伝送を行わないため、交差偏波干渉補償器については規定しない。

（１３）誤り訂正機能

装置の残留符号誤りの低減等、回線品質向上のため、誤り訂正機能は必須である。

したがって、誤り訂正機能を有することが適当である。

（１４）中継方式

周波数の有効利用を確保した上で、各事業者が構築する回線の信頼度を十分確保するためには、検波再生中継方式とすることが適当である。

ただし、検波再生中継方式によることが置局条件等により困難と認められる場合には、回線設計及び回線品質の条件を満足する範囲において、非再生中継方式を用いることができる。

（１５）無給電中継方式

Ｍ／Ｎ帯デジタル音声ＳＴＬ／ＴＴＬでは反射板等による無給電中継方式を使用することができるとされているが、波長の長いＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬにおいては、物理的条件より無給電中継方式は実用的ではなく、使用しないこととすることが適当である。

（１６）スペースダイバーシチ

Ｍ／Ｎ帯デジタル音声ＳＴＬ／ＴＴＬでは、他回線との干渉軽減及び周波数有効利用を図るためにも、伝送路条件が厳しい回線において他回線との干渉を軽減する等、周波数の有効利用が図ることができる場合は、スペースダイバーシチを使用することができるとされている。

ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬにおいても同様に、他回線との干渉を軽減する等、周波数の有効利用を図ることができる場合は、スペースダイバーシチを使用することができる。

（１７）回線設計（受信入力）

60MHz 帯又は 160MHz 帯を使用する音声ＳＴＬ／ＴＴＬにあっては、既存業

務用回線と放送事業用回線とが互いに干渉せず、周波数の有効利用を図りつつ、回線を構築する必要がある。

ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬについては、60MHz 帯では-60ｄＢｍ及び160MHz 帯では-67ｄＢｍを最低受信入力電力とすることが適当である。また、最大受信入力電力は、60MHz 帯では-50ｄＢｍ及び 160MHz 帯では-57ｄＢｍとすることが適当である。（参考資料５、参考資料６）

したがって、受信入力電力（設計値）は、表１のとおりとすることが適当である。

なお、このとき、受信入力は、表１に示す標準受信入力の値±３ｄＢの範囲内の値とし、海上伝搬等回線構成上やむを得ない場合には、他回線との干渉を考慮し、表１に示す最大受信入力を上限とする受信入力を設定できることとする。

表１　受信入力（設計値）

周波数帯	標準受信入力（ｄＢｍ）	最大受信入力（ｄＢｍ）
60MHz 帯	-60	-50
160MHz 帯	-67	-57

（１８）回線設計（回線品質）

回線断となった場合のネットワーク全体の影響を鑑み、現行のＶＨＦ帯アナログＳＴＬ／ＴＴＬの回線信頼率（99.9%）を踏まえ、ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬにおける回線瞬断率の許容値は、距離によらず一定とし 0.1%とし、一区間あたり回線信頼率は 99.9%とすることが適当である。

（１９）等価等方輻射電力の制限値

ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬの運用形態を鑑みれば、等価等方輻射電力の制限値については特段規定しないことが適当である。

（２０）混信保護

ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬは、現行のアナログ方式による音声ＳＴＬ／ＴＴＬとの周波数共用を図るほか、他の無線局との周波数共用を図る必要がある。（参考資料７、参考資料８）

したがって、ある特定の干渉に対してそれぞれ混信保護値を設定するとともに、その総和を規定することにより回線の良否を判断することが適当である。

ア　混信保護値

混信保護値は、既存業務用の各変調方式相互間で用いられているものを適

用することが適当である。混信保護値（干渉波電力に対する搬送波電力対干渉波受信電力比又は全干渉波電力の総和に対する搬送波電力対干渉波受信電力比のいずれか）は表２の値を満足することが適当である。

表２　混信保護の許容値

干渉波電力に対する値（ｄＢ）		全干渉波電力の総和に対する値（ｄＢ）
同一経路	異経路	
36.7 （隣接：37.0、 隣々接：48.0） （平常時）	32.8 （隣接：33.1＋Ｆｍｒ、 隣々接：44.1＋Ｆｍｒ） （平常時）	31.3 （フェージング時）

注：Ｆｍｒは検討対象経路の所要フェージングマージン
全干渉波電力の総和に対する混信保護値[C/Ia]は別添１により求める。

イ　干渉軽減係数（ＩＲＦ）

各方式間の組合せ及びそれらの干渉軽減係数（ＩＲＦ）を別添２に示す。（参考資料９）

（２１）搬送波電力対熱雑音電力比

外符号にリードソロモン符号を使用する場合、リードソロモン復号前にビット誤り率が１×10^{-4}以下となっていれば、リードソロモン復号によりビット誤り率１×10^{-11}以下の疑似エラーフリー状態にできる。この場合、６４ＱＡＭでは、所要Ｃ／Ｎは 28.3ｄＢとなることから、Ｃ／Ｎ配分により搬送波電力対熱雑音電力比は 31.5ｄＢとなる。（参考資料１０）

したがって、搬送波電力対熱雑音電力比は 31.5ｄＢ以下とすることが適当である。

（２２）周波数の許容偏差

周波数の許容偏差は、いかなる場合においてもスペクトル帯域が隣接チャネルにかからない値とすることが適当である。

最大伝送容量 480kbps の場合、クロック周波数を 80kHz、ロールオフ率を 0.2 とすると、スペクトル帯域幅は 96kHz となる。チャネル間隔が 100kHz の場合、隣接チャネルとのガードバンドは 2kHz となり、周波数の許容偏差を 10×10^{-6}と規定した場合、60MHz 帯又は 160MHz 帯においてスペクトル帯域が隣接チャネルにかからない値となる。

無線設備規則別表第１号において、60MHz 帯固定局のうち、１Ｗ以下のもの

は 20×10^{-6}、１Ｗを超えるものは 10×10^{-6}とされており、160MHz 帯固定局のうち、１Ｗ以下のものは 15×10^{-6}、１Ｗを超えるものは 10×10^{-6}とされているが、ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬの機器設計において周波数の許容偏差を一律 10×10^{-6}とすることは可能である。

したがって、周波数の許容偏差は、10×10^{-6}とすることが適当である。

（２３）送信電力スペクトル特性

周波数の有効利用を図るため、スペクトルはできるだけ低減する必要がある。平行回線での隣接及び隣々接チャネルの使用を考慮し、スペクトルマスクの許容値は以下のとおりとすることが適当である。（参考資料１１）

f_0±50kHz にて-37ｄＢ以下

f_0±150kHz にて-48ｄＢ以下

f_0：中心周波数

（２４）送受信ろ波特性

送受信ろ波特性は、以下のとおりとすることが適当である。(参考資料１１）

ア　送受信高周波ろ波特性

表３に示す値以上減衰することが適当である。

表３　送受信高周波ろ波特性

周波数偏差	3MHz	5MHz	10MHz
減衰量	10ｄＢ	20ｄＢ	28ｄＢ

イ　等価送信ろ波特性

送信電力スペクトル特性とも関係するものであり、表４に示す値以上減衰することが適当である。

表４　等価送信ろ波特性

周波数偏差	50kHz	150kHz	3MHz	10MHz
減衰量	37ｄＢ	48ｄＢ	48ｄＢ	60ｄＢ

ウ　等価受信ろ波特性

等価受信ろ波特性は、隣接チャネルでの平行回線、同一空中線使用、隣々接チャネルでの使用も考慮した、表５に示す値以上減衰することが適当である。

表５　等価受信ろ波特性

周波数偏差	50kHz	150kHz	3MHz	10MHz
減衰量	37ｄＢ	48ｄＢ	48ｄＢ	60ｄＢ

（２５）等価雑音帯域幅及び雑音指数

等価雑音帯域幅は、デジタルフィルタを構成するＰＬＤ（プログラマブルロジックデバイス）の進歩により理論値に近似できるデジタルフィルタが容易に入手（設計）できる状況にあるため、クロック周波数の値と同じとすることが適当である。

また、雑音指数は、現在の受信装置の実力値及び標準受信入力での十分な回線信頼度を確保するため、以下のとおりとすることが適当である。

等価雑音帯域幅は、80kHz 以下とする。

雑音指数は、５ｄＢ以下とする。

（２６）総合伝送特性

ロールオフ率αは 0.2 以下を使用することが適当であり、次式を満たすようなαを選ぶことが適当である。（参考資料２）

Δｆ（α）≦96kHz

ここで、Δｆ（α）はスペクトル帯域幅であり、次式で定義される。

Δｆ（α）＝ｆｃ(1＋α)

（ｆｃ：クロック周波数）

（２７）送受信空中線特性

送受信空中線特性は、他回線との干渉に大きく影響し、与干渉、被干渉を考える上で重要である。周波数利用効率を高める観点から、可能な限り良好な指向性をもつ送受信空中線を使用することが望ましいが、送受信空中線特性の制限値については、特段規定しない。

（２８）交差偏波識別度

ＶＨＦ帯では電波伝搬において大地反射等による干渉が大きく、偏波の識別度が劣化するため、交差偏波識別度については、特段規定しない。

（２９）フェージングマージン

伝送路途中で発生するフェージングによる減衰は、回線品質に大きな影響を与えるため、ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬにおいても、回線設計上、フェージングについて考慮することが適当である。

ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬの所要フェージングマージンの算出方法は、現行のＶＨＦ帯アナログＳＴＬ／ＴＴＬでも用いられている電波法関係審査基準別紙１（６）ア「回線信頼度の計算方法」のフェージング損失の算出方法を踏まえ、伝搬距離ｄ（ｋｍ）を用いて、0.1×ｄ（ｄＢ）とすることが適当である。（参考資料３）

（３０）電波の型式

ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬは、（３）の変調方式に示すとおり、６４ＱＡＭ、３２ＱＡＭ、１６ＱＡＭ及びＱＰＳＫの各方式によることができることから、電波の型式はＤ７Ｗ又はＧ７Ｗとすることが適当である。

なお、音声信号のみを伝送する場合は、Ｄ１Ｅ、Ｄ７Ｅ、Ｇ１Ｅ又はＧ７Ｅとすることが適当である。

（３１）スプリアス発射又は不要発射の強度の許容値

スプリアス発射又は不要発射の強度の許容値は、無線設備規則第７条に基づく無線設備規則別表第３号２（１）においてＶＨＦ帯を使用する固定局についての許容値が規定されており、ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬについても、同様に表６のとおりとすることが適当である。

表６　スプリアス発射又は不要発射の強度の許容値

周波数帯	空中線電力	帯域外領域におけるスプリアス発射の強度の許容値	スプリアス領域における不要発射の強度の許容値
60MHz 帯	１Ｗ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 80ｄＢ低い値	基本周波数の搬送波電力より 60ｄＢ低い値
	１Ｗ以下	100μＷ以下	50μＷ以下
160MHz 帯	１Ｗ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	基本周波数の搬送波電力より 60ｄＢ低い値
	１Ｗ以下	100μＷ以下	50μＷ以下

注：参照帯域幅は、100kHz とする。

（３２）空中線電力の許容偏差

無線設備規則第 14 条 18 に基づき、上限 20%、下限 50%とすることが適当である。

（３３）電波防護指針への適合

電波防護指針への適合については、特段問題ないものと考えられる。（参考資料１２）

５．４　測定法

測定に使用する変調入力信号は特別の規定がない限り、データ端末から与えられた標準符号化試験信号とするか又は装置内部で発生した標準符号化試験信号とする。

なお、専用の動作モード（テスト・モード）がある場合はそれによる。

５．４．１　送信装置

（１）占有周波数帯幅

標準符号化試験信号を入力信号として加えたときに得られるスペクトル分布の全電力を、スペクトルアナライザ等を用いて測定し、スペクトル分布の上限及び下限部分におけるそれぞれの電力和が、全電力の 0.5%となる周波数幅を測定すること。

なお、標準符号化試験信号での変調が不可能な場合は、通常運用される信号のうち占有周波数帯幅が最大となる信号で変調をかけること。

（２）スプリアス発射又は不要発射の強度

ア　帯域外領域におけるスプリアス発射の強度

変調はテスト・モードの設定で無変調搬送波を発生させ、スペクトルアナライザを用いて測定するものとする。ただし、運用状態において無変調とならない場合は、スプリアス発射の強度については試験を省略することができる。

イ　スプリアス領域における不要発射の強度

占有周波数帯幅を測定する変調状態にして、スペクトルアナライザを用いて平均電力（バースト波にあっては、バースト内の平均電力）を測定する。なお、スペクトルアナライザの分解能帯域幅は、技術的条件で定められた参照帯域幅に設定すること。

ただし、精度を高めるため、分解能帯域幅を狭くして測定してもよく、この場合、不要発射の強度は、分解能帯域幅ごとの測定結果を参照帯域幅に渡り積分した値とする。

（３）空中線電力の偏差

フレーム構造を含む変調された連続波とし、音声あるいはデータ伝送用に規定されるフレーム内領域について、標準符号化試験信号を入力して、平均電力（バースト波にあっては、バースト内の平均電力）を測定する。

（４）周波数の偏差

無変調波を送出してこれを周波数計で測定する。ただし、無変調にできない場合は、フレーム構造を含む変調された連続波として測定することができる。この場合、音声あるいはデータ伝送用に規定されるフレーム内領域について標準符号化試験信号を入力し、波形解析器等を用いて測定する。

５．４．２　受信装置

（１）基準感度

希望入力信号として標準符号化試験信号で変調した規格感度レベルの信号を加えたとき、各変調方式に対応する最大伝送レート時の伝送ビット数に対するビット誤り率が 1×10^{-4} 以下となること。

（２）スプリアス・レスポンス

標準符号化試験信号で変調した規格感度＋３ｄＢの希望波と、スプリアス・レスポンス規格値分の希望波より高いレベルの妨害波を加えたとき、各変調方式に対応する最大伝送レート時の伝送ビット数に対してビット誤り率が 1×10^{-4} 以下となること。この場合、妨害波は無変調とする。

別添１

全干渉波電力の総和に対する混信保護値

全干渉波電力の総和に対する混信保護値［C/Ia］は次式により求める。

$$[\mathrm{C/Ia}] = -10 \times \log\left(\sum_{\mathrm{i=1}}^{\mathrm{m}} 10^{-(\mathrm{C/Ii})/10} + \sum_{\mathrm{j=1}}^{\mathrm{n}} 10^{-(\mathrm{C/Ij})/10}\right)$$

m：同一経路の妨害波の数

C/Ii：希望波と同一経路の ｉ 番目の妨害波による搬送波電力対干渉波受信電力比［dB］

C/Ii=D/Ui+IRFi

D/Ui：希望波と同一経路の ｉ 番目の妨害波による希望波受信電力対妨害波受信電力比［dB］

IRFi：希望波と同一経路のｉ番目の妨害波間の干渉軽減係数［dB］

n：異経路の妨害波の数

C/Ij：希望波と異経路の ｊ 番目の妨害波による搬送波電力対干渉波受信電力比［dB］

C/Ij=D/Uj+IRFj

D/Uj：希望波と異経路の ｊ 番目の妨害波による希望波受信電力対妨害波受信電力比に所要フェージングマージンを差し引いた値［dB］

IRFj：希望波と異経路のｊ番目の妨害波間の干渉軽減係数［dB］

なお、妨害波の回折損失が認められる場合には、電波法関係審査基準別紙１別図第 23 号及び別図第 24 号により求め加算する。

別添２

干渉軽減係数

表１　各変調方式との干渉軽減係数（ＩＲＦ）

希望波	干渉波	ＩＲＦ[ｄＢ]			
		周波数差[kHz]			
		0以上 100未満	100以上 180未満	180以上 400未満	400 以上
デジタル ＳＴＬ／ＴＴＬ	デジタル ＳＴＬ／ＴＴＬ	0	37	47	48

表２　各変調方式との干渉軽減係数（ＩＲＦ）

希望波	干渉波	ＩＲＦ[ｄＢ]			
		周波数差[kHz]			
		0以上 100未満	100以上 180未満	180以上 300未満	300以上
デジタル ＳＴＬ／ＴＴＬ	アナログ ＳＴＬ／ＴＴＬ	2	39	49	50
デジタル ＳＴＬ／ＴＴＬ	アナログ 監視・制御用	7	44	55	55

表３　各変調方式との干渉軽減係数（ＩＲＦ）

希望波	干渉波	ＩＲＦ[ｄＢ]			
		周波数差[kHz]			
		0以上 100未満	100以上 180未満	180以上 300未満	300以上
アナログ ＳＴＬ／ＴＴＬ	デジタル ＳＴＬ／ＴＴＬ	10	42	61	65
アナログ 監視・制御用	デジタル ＳＴＬ／ＴＴＬ	13	80	80	80

参　考　資　料

参考資料１　伝送容量の算出　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　３３

参考資料２　占有周波数帯幅の算出　・・・・・・・・・・・・・・・・　３６

参考資料３　所要フェージングマージンの算出　・・・・・・・・・・　３８

参考資料４　回折損失に関する検討　・・・・・・・・・・・・・・・・　３９

参考資料５　回線設計（受信入力、回線品質）　・・・・・・・・・・　４５

参考資料６　回線設計例　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　４８

参考資料７　他の無線局との干渉検討　・・・・・・・・・・・・・・・　５９

参考資料８　ＳＴＬ／ＴＴＬシステム間等の干渉検討　・・・・・・・１６１

参考資料９　干渉軽減係数の算出　・・・・・・・・・・・・・・・・・１８４

参考資料１０　Ｃ／Ｎ配分の検討　・・・・・・・・・・・・・・・・・１９５

参考資料１１　スペクトル特性・送受信ろ波特性　・・・・・・・・・・２０１

参考資料１２　電波防護指針への適合性　・・・・・・・・・・・・・・２０４

参考資料１

伝送容量の算出

１．伝送信号の種類

ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬで伝送される信号として、音声信号のほか、補助信号（データ信号、誤り訂正符号、ヘッダ情報）を伝送する必要がある。

（１）音声信号

ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬでは、周波数の有効利用の観点から、既存のＶＨＦ帯アナログＳＴＬ／ＴＴＬと同様に、占有周波数帯幅を 100kHz 以下とすることが求められる。ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬにおいて、高品質かつ低遅延な伝送品質を確保するためには、多値化を図るとともに、音声圧縮方式として、原則としてサブバンドＡＤＰＣＭを用いることとする。サブバンドＡＤＰＣＭを用いた場合の音声信号（ステレオ、モノラル）の伝送容量は、表１のとおり、ステレオ又はモノラル（２ＣＨ）の場合は 384 kbps、モノラル（１ＣＨ）の場合は 192kbps[1]となる。

表１　音声信号の伝送容量

	サブバンドＡＤＰＣＭ (kbps)	ＭＰＥＧ－２ＡＡＣ (kbps)				
ステレオ モノラル（２ＣＨ）	384	288	256	192	144	128
モノラル（１ＣＨ）	192	144	128	96	72	64
コーデック単体遅延	10ｍｓ以内	200ｍｓ以内				

ただし、音声圧縮方式をサブバンドＡＤＰＣＭに限定することは、将来的により効率的な音声圧縮方式を用いることができないこととなる。したがって、技術的な発展が期待される新たな音声圧縮方式の拡張性を確保する観点から、ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬの音声圧縮方式としては、サブバンドＡＤＰＣＭに限定しない。

なお、音声圧縮方式の一つとしてＭＰＥＧ－２ＡＡＣが挙げられる。ここで、サブバンドＡＤＰＣＭのコーデック単体遅延が 10ｍｓ以内であるのに対して、ＭＰＥＧ－２ＡＡＣのコーデック単体遅延は約 200ｍｓ以内であることから、

[1] 音声信号を 48kHz、16 ビットでサンプリングしたもの（768kbps）を１／４に圧縮。

低遅延な伝送を行うことは難しい。参考までに、ＭＰＥＧ－２ＡＡＣを用いた場合の音声信号（ステレオ、モノラル）の伝送容量は、表１のとおりであり、圧縮率を高めることにより伝送容量を抑えることができる。

（２）データ信号

音声信号に加えて、同期信号、監視・制御用等のデータ信号が用いられる。例えば、同期信号として 20kbps 程度を見積もることができる。また、平成 19 年度情報通信審議会「放送事業用システムの技術的条件」参考資料２にも示されているように、送信装置や局舎設備への制御用リモコン信号や打合せ用信号として、想定されるビットレートは事業者ごとに若干異なるものの通常 36kbps 程度を見積もることができる。

なお、音声信号の伝送容量に応じて、データ信号に使用する伝送容量は増減可能とすることが適当である。（データ信号として、正味伝送容量から音声信号の伝送容量を引いた差分量まで使用することができる。）

（３）誤り訂正符号

伝送路でのエラーを訂正するために付与するものとしてリードソロモン符号を用いた場合、正味伝送容量（音声信号の伝送容量とデータ信号の伝送容量を加えたもの。以下同じ。）の 8.5%程度を誤り訂正符号の伝送容量として見積もることができる。

（４）ヘッダ情報

復号を容易にする情報を一定周期ごとに付すものとして、正味伝送容量の 5.3%程度をヘッダ情報の伝送容量と見積もることができる。

２．音声ステレオ信号等の総伝送容量

音声ステレオ信号に補助信号（データ信号（同期信号）、誤り訂正符号、ヘッダ情報）を付加したときの総伝送容量は、表２のとおり、音声圧縮方式としてサブバンドＡＤＰＣＭを用いた場合、460kbps と算出される。

また、データ信号として送信装置や局舎設備への制御用リモコン信号や打合せ用信号を付加したときの総伝送容量は、表３のとおり、音声圧縮方式としてサブバンドＡＤＰＣＭを用いた場合、478kbps と算出される。

したがって、ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬの伝送容量は、480kbps 以下とすることが適当である。

表２　音声ステレオ信号等の総伝送容量
（同期信号を付加）

	サブバンドＡＤＰＣＭ（kbps）
音声信号（ステレオ）	384
データ信号（同期信号）	20
正味伝送容量	404
誤り訂正符号（8.5%）	34
ヘッダ情報（5.3%）	21
総伝送容量	460

表３　音声ステレオ信号等の総伝送容量
（制御信号等を付加）

	サブバンドＡＤＰＣＭ（kbps）
音声信号（ステレオ）	384
データ信号（制御信号等）	36
正味伝送容量	420
誤り訂正符号（8.5%）	36
ヘッダ情報（5.3%）	22
総伝送容量	478

３．音声モノラル信号等の総伝送容量

音声モノラル信号（１ＣＨ）に補助信号（データ信号（同期信号)、誤り訂正符号、ヘッダ情報）を付加したときの総伝送容量は、音声圧縮方式としてサブバンドＡＤＰＣＭを用いた場合、241kbps と算出される。

音声ステレオ信号や音声モノラル信号（２ＣＨ）の伝送は、原則として周波数の有効利用の観点から多値化し、一回線で行うことが適当である。これにより、ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬは、ＶＨＦ帯アナログＳＴＬ／ＴＴＬよりも周波数利用効率を高めることができる。

また、同様に、音声モノラル信号（１ＣＨ）の伝送についても、原則として周波数の有効利用の観点から多値化することが適当である。

したがって、ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬの変調方式は、原則として６４ＱＡＭとすることが適当である。

参考資料２

占有周波数帯幅の算出

１．ロールオフ率

周波数の有効利用の観点から、ロールオフ率を小さくすることが求められる。現在の実用的な送信機のロールオフ率が 0.2 以下であることを鑑みれば、ロールオフ率は 0.2 以下とすることが適当である。

２．周波数の許容偏差

ＶＨＦ帯アナログＳＴＬ／ＴＴＬにおいて、160MHz 帯では、ほとんどの中心周波数が 100kHz 間隔であることを鑑みると、ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬについて、いかなる場合においてもスペクトル帯域が隣接チャネルにかからない値とするよう、占有周波数帯幅に周波数の許容偏差を加味した帯域幅は 100kHz 以内とすることが適当である。

ＶＨＦ帯を用いる固定局についての周波数の許容偏差は、無線設備規則別表第１号において定められているところではあるが、ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬの機器設計においてはその規定値よりさらに厳しい値に規定しても特段問題ないと考えられる。したがって、周波数帯及び空中線電力によらず、周波数の許容偏差は、10×10^{-6}とすることが適当である。

３．総合伝送特性

ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬにおいて、ＶＨＦ帯アナログＳＴＬ／ＴＴＬと同一の周波数を使用した場合、60MHz 帯で中心周波数が最も高い約 68MHz のときは周波数の許容偏差が 10×10^{-6}となる場合において 0.68kHz、160MHz 帯で中心周波数が最も高い約 168MHz のときは周波数の許容偏差が 10×10^{-6}となる場合において 1.68kHz の偏差が生じることになる。

よって、100kHz の帯域幅から周波数の許容偏差を除いた占有周波数帯幅は、それぞれ

最も高い 60MHz 帯の場合、100kHz-0.68kHz × ２＝98.64kHz

最も高い 160MHz 帯の場合、100kHz-1.68kHz × ２＝96.64kHz

となる。これらの結果から、若干の余裕を見込み、ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬでは占有周波数帯幅が 96kHz 以下となるように、総合伝送特性を定めることが適当である。

ここで、スペクトル帯域幅は、クロック周波数とロールオフ率から求められる。スペクトル帯域幅を 96kHz としたときの、クロック周波数、ロールオフ率

及び最大伝送容量の関係は、表のとおりである。

表　スペクトル帯域幅と最大伝送容量の関係[1]

スペクトル帯域幅	ロールオフ率	変調方式	６４ＱＡＭ	３２ＱＡＭ	１６ＱＡＭ	ＱＰＳＫ
		ビット数	６	５	４	２
		クロック周波数	最大伝送容量			
96kHz	0.2	80kHz	480kbps	400kbps	320kbps	160kbps

ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬについて、スペクトル帯域幅を 96kHz とする場合、ロールオフ率が 0.2 のときは、クロック周波数は 80kHz となる。

占有周波数帯幅の最大値に応じて、クロック周波数とロールオフ率には関係があるが、クロック周波数を定めた上で、総合伝送特性として、ロールオフ率を算出することが適当である。

したがって、ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬのクロック周波数は 80kHz 以下とすることが適当である。

また、ロールオフ率αは、Δｆ（α）≦96kHz を満たすようなαを選ぶことが適当である。ここで、Δｆ（α）はスペクトル帯域幅であり、ｆｃ（クロック周波数）を用いて、Δｆ（α）＝ｆｃ(1＋α）で定義される。

４．最大伝送容量

表のとおり、スペクトル帯域幅が 96kHz、ロールオフ率が 0.2 のときは、最大伝送容量が480kbps となる。参考資料１のとおり、480kbps の伝送容量があれば、音声ステレオ信号及びデータ信号を伝送することができる。

[1] 算出式は、次のとおり。
スペクトル帯域幅＝クロック周波数×（１＋ロールオフ率）
最大伝送容量＝クロック周波数×ビット数

参考資料３

所要フェージングマージンの算出

所要フェージングマージンの考え方及び算出方法については、以下のとおりとする。

ＶＨＦ帯アナログＳＴＬ／ＴＴＬに係るフェージングマージンとして、電波法関係審査基準別紙１（６）アの回線信頼度の計算方法では、「１ｋｍ当たり 0.1ｄＢ」を用いている。

ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬについては、ＶＨＦ帯における伝搬であることを鑑みて、フェージング損失は１ｋｍ当たり 0.1ｄＢとして算出した値を所要フェージングマージン（Ｆｍｒ）とすることが適当である。例えば、距離 20ｋｍの場合、Ｆｍｒは２ｄＢとなる。

なお、この所要フェージングマージンに加え、見通し外における回線設計では、回折損失や遮へい損失等の損失量を計上することができる。（参考資料４）

参考資料４

回折損失に関する検討

１．回折損失に関する考え方

回折損失の算出については、電波法関係審査基準別紙１第１の４（２）「伝送の質に使用する数値」において、別に定める場合を除き、別紙１別図第 23 号、別図第 24 号及び別図第 25 号を使用することとされている。各図の示す指標は次のとおりである。

別図第 23 号	１ナイフエッジによる回折の場合において自由空間損失に加わる損失
別図第 24 号	２ナイフエッジによる回折の場合において自由空間損失に加わる損失
別図第 25 号	球面大地に対する遮へい損失

ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬで想定される伝送距離及び遮へい状況のモデルケースに対して損失を算出した結果、様々な見通し外回線を実現するためには回折損失として 20ｄＢ程度を考慮できる。

なお、実際の回線設計に当たっては、当該回線ごとに具体的な回折損失値を導出した上で、詳細な検討を行うことが望ましい。

２．モデルケース「１ナイフエッジ回折」における回折損失の計算

１ナイフエッジの場合は、別図第 23 号を用いる。別図第 23 号により回折損失を求めるために必要となるパラメータについては、以下のとおりとする。

送受信点間の水平距離ｄについては、ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬとしての使用を想定し、10ｋｍ及び 20ｋｍとする。ただし、距離増加による影響を確認するため、50ｋｍ及び 100ｋｍとなる場合の確認も行うこととする。

なお、別図第 23 号を用いる際には、送信点からナイフエッジまでの水平距離ｄ$_1$及びナイフエッジから受信点までの水平距離ｄ$_2$に対し、$d_s = \frac{d_1 d_2}{d_1 + d_2}$で与えられる値が必要となる。送受信点とナイフエッジとの距離が回折損失に与える影響を確認するため、本モデルケースにおいて、ナイフエッジは送受信点の水平面上の中間に位置するものとする。

また、送受信点間を結ぶ直線とナイフエッジ先端の高低差Ｈについては、高低差による影響を確認するため、10m、100m及び 200mとする。

以上により想定される 12 のモデルケース（図１参照）について、60MHz 帯及

び 160MHz 帯のそれぞれにおける回折損失を別図第 23 号によって求めた結果は表１及び表２のとおりとなった。

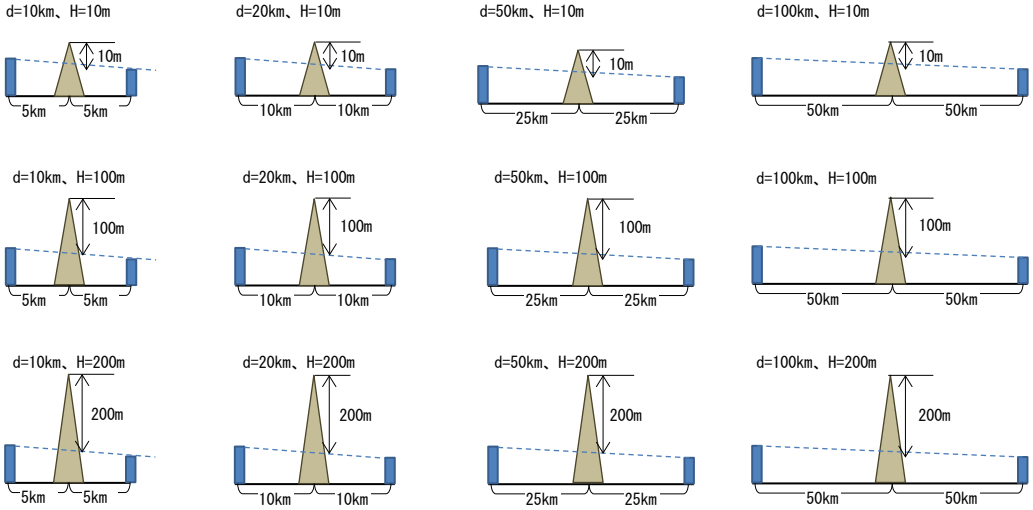


図１　モデルケース

表１　60MHz 帯における回折損失（ｄＢ）

	ｄ＝10ｋｍ	ｄ＝20ｋｍ	ｄ＝50ｋｍ	ｄ＝100ｋｍ
Ｈ＝10m	７未満[1]	７未満	７未満	７未満
Ｈ＝100m	15.9	12.8	11.0	9.2
Ｈ＝200m	22.3	18.5	14.5	12.2

表２　160MHz 帯における回折損失（ｄＢ）

	ｄ＝10ｋｍ	ｄ＝20ｋｍ	ｄ＝50ｋｍ	ｄ＝100ｋｍ
Ｈ＝10m	7.7	7.1	７未満	７未満
Ｈ＝100m	20.6	16.8	13.8	11.5
Ｈ＝200m	27.0	23.6	18.9	15.1

※Ｈ＝200ｍの場合、ｄ＝５ｋｍ前後で 30ｄＢを超える。

３．モデルケース「２ナイフエッジ回折」及び「非ナイフエッジ」における回折損失等の計算

「１ナイフエッジ回折」とみなせない場合に損失がどの程度変化するかを見込むため、別図第 24 号及び別図第 25 号を用いて、「２ナイフエッジ回折」と「非ナイフエッジ」の場合の損失を計算する。

[1] 別図第 23 号では、損失の目盛りが７～50ｄＢの範囲になっている（Ｈが正の値の場合）。

（１）「２ナイフエッジ回折」時の回折損失

図１に示す 12 ケースを２ナイフエッジ化した場合の損失の悪化量を確認する。図２に示すとおり、送受信点間距離及びナイフエッジ高は同一条件のまま、二つのナイフエッジにより伝送路が３等分される位置関係を想定した場合、回折損失の計算結果は表３及び表４のとおりとなった。

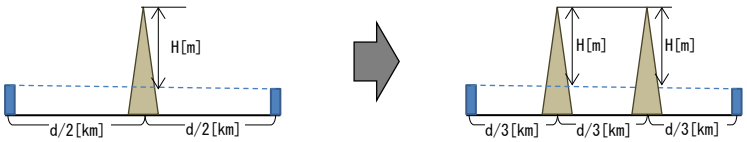


図２　２ナイフエッジ化の例

表３　60MHz 帯における２ナイフエッジ回折損失（ｄＢ）

	ｄ＝10ｋｍ	ｄ＝20ｋｍ	ｄ＝50ｋｍ	ｄ＝100ｋｍ
Ｈ＝10m	14 未満 [2]	14 未満	14 未満	14 未満
Ｈ＝100m	24.3 (+8.4)	21.0 (+8.2)	17.5 (+6.5)	15.6 (+6.4)
Ｈ＝200m	35.8 (+13.5)	27.6 (+9.1)	23.8 (+9.3)	20.7 (+8.5)

※括弧内の値は、１ナイフエッジ回折損失との差異（表１との比較による）

表４　160MHz 帯における２ナイフエッジ回折損失（ｄＢ）

	ｄ＝10ｋｍ	ｄ＝20ｋｍ	ｄ＝50ｋｍ	ｄ＝100ｋｍ
Ｈ＝10m	14.1 未満	14 未満	14 未満	14 未満
Ｈ＝100m	31.9 (+11.3)	26.0 (+9.2)	21.3 (+7.5)	18.3 (+6.8)
Ｈ＝200m	46.3 (+19.3)	35.1 (+11.5)	30.9 (+12.0)	25.5 (+10.4)

※括弧内の値は、１ナイフエッジ回折損失との差異（表２との比較による）

１ナイフエッジ回折よりも損失が 10ｄＢ前後増加する傾向が見られた。また、短距離の送受信点間に複数エッジが存在すると損失が極端に増加する傾向があることから、そのような位置関係での回線構築は避け、多段ルート化等を検討することが適当である。

[2] 各エッジにおける損失値が、別図第 23 号で算出できる下限値７ｄＢを下回る。

（２）「非ナイフエッジ」時の遮へい損失

ナイフエッジとみなせない場合は、別図第 25 号により球面大地遮へい損失を計算することとなる。１ナイフエッジとの比較のため、図３のとおり$d_1 = d_2 = d/2$となる位置関係での損失を算出すると、結果は表５及び表６のとおりとなった。

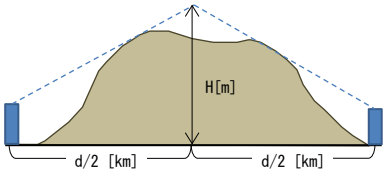


図３　非ナイフエッジの位置関係

表５　60MHz 帯における球面大地遮へい損失（ｄＢ）

	ｄ＝10ｋｍ	ｄ＝20ｋｍ	ｄ＝50ｋｍ	ｄ＝100ｋｍ
Ｈ＝10m	４未満[3]	４未満	４未満	４未満
Ｈ＝100m	8.5 (-7.4)	6.2 (-6.6)	4.3 (-6.7)	４未満
Ｈ＝200m	13.5 (-8.8)	10.6 (-7.9)	7.1 (-7.4)	5.4 (-6.8)

※括弧内の値は、１ナイフエッジ回折損失との差異（表１との比較による）

表６　160MHz 帯における球面大地遮へい損失（ｄＢ）

	ｄ＝10ｋｍ	ｄ＝20ｋｍ	ｄ＝50ｋｍ	ｄ＝100ｋｍ
Ｈ＝10m	４未満	４未満	４未満	４未満
Ｈ＝100m	12.2 (-8.4)	9.9 (-6.9)	6.2 (-7.6)	5.0 (-6.5)
Ｈ＝200m	17.5 (-9.5)	14.7 (-8.9)	11.0 (-7.9)	8.5 (-6.6)

※括弧内の値は、１ナイフエッジ回折損失との差異（表２との比較による）

１ナイフエッジ回折よりも損失が６～10ｄＢ前後減少する傾向があり、ナイフエッジに対応できる回折損失を見込んである場合、非ナイフエッジ時についてもマージンが確保できていると考えられる。

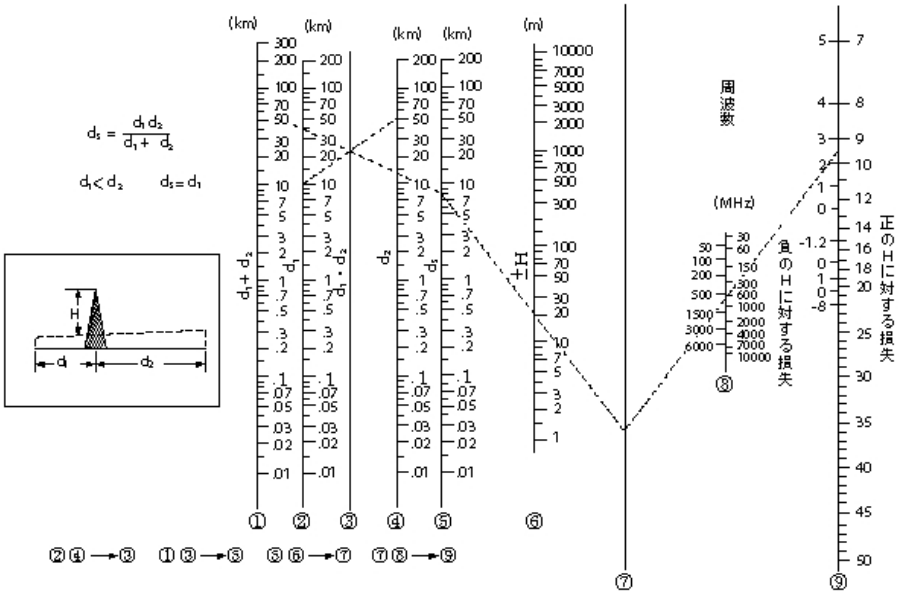
[3] 別図第 25 号では、損失の目盛りが４～40ｄＢの範囲になっている。

（参考）

電波法関係審査基準別紙１

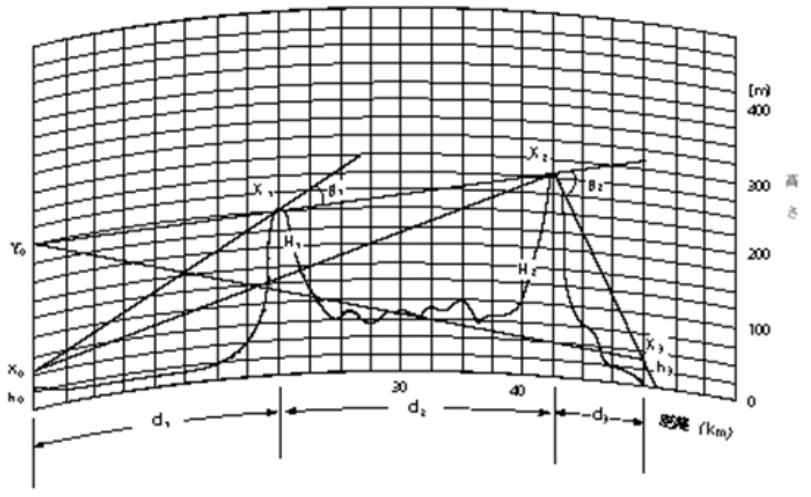
別図第23号

１ナイフエッジによる回折の場合において自由空間損失に加わる損失



別図第24号

２ナイフエッジによる回折の場合において自由空間損失に加わる損失



注　　2回回折の場合は、次により行う。

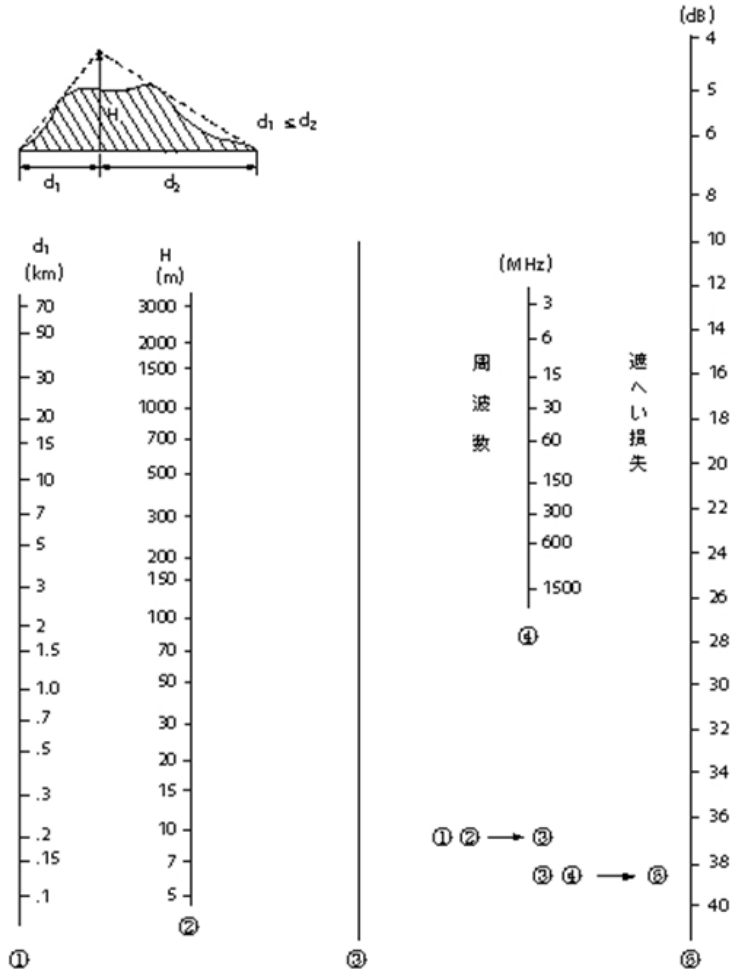
1　空中線高をそれぞれ h0、h2,全体の区間距離を（d1＋d2＋d3）とする。
X1X2の点に空中線があると考え、X1による回折損失Γ1dBを別図第23号によって求める。
この場合において、H1をリッジの高さと考える（距離は d1とd3）。

2　X1とX2の延長線上でX2の垂直上方にあるY2の点を仮想し、Y2X2の点に空中線があると考えてX2による回折損失Γ2dBを別図第23号によって求める。この場合において H2をリッジの高さと考える。（距離は（d1＋d2）とd3）。

3　自由空間損失に加えるべき損失は Γ1＋Γ2 である。

4　3回回折の場合は同様な方法を3回、4回回折の場合は4回（以下同様とする。）行う。

別図第25号　球面大地に対する遮へい損失



参考資料５

回線設計（受信入力、回線品質）

１．受信入力

受信入力の算出には下記数値を用いる。中継局は郊外に設置されるため、外部雑音は表１（ＩＴＵ－Ｒ勧告　Ｐ．372－11 Ｔａｂｌｅ４）のＲｅｓｉｄｅｎｔｉａｌの値を基に算出した。

60MHz 帯の場合

熱雑音　　-119.8ｄＢｍ[1]（等価雑音帯域幅 80kHz、雑音指数５ｄＢ）
外部雑音　-107.7ｄＢｍ（67MHz の時の値 17.1ｄＢ＋ｋＴｂ-124.8ｄＢｍ）
雑音合計　-107.5ｄＢｍ（上記の熱雑音と外部雑音の電力を合計）
スレッシホールドＣ／Ｎ　31.5ｄＢ（６４ＱＡＭの場合の熱雑音へのＣ／Ｎ配分）

160MHz 帯の場合

熱雑音　　-119.8ｄＢｍ（等価雑音帯域幅 80kHz、雑音指数５ｄＢ）
外部雑音　-115.7ｄＢｍ（163MHz の時の値 9.1ｄＢ＋ｋＴｂ-124.8ｄＢｍ）
雑音合計　-114.3ｄＢｍ（上記の熱雑音と外部雑音の電力を合計）
スレッシホールドＣ／Ｎ　31.5ｄＢ（６４ＱＡＭの場合の熱雑音へのＣ／Ｎ配分）

[1] 熱雑音＝ボルツマン定数（ｋ）×絶対温度（Ｔ）×等価雑音帯域幅（ｂ）＋雑音指数
ボルツマン定数＝1.38×10^{-23}（Ｊ／Ｋ）、絶対温度＝298Ｋ(25℃)、等価雑音帯域幅＝80kHz、雑音指数＝５ｄＢ

表１　外部雑音

TABLE 4

Outdoor man-made noise measurements in Japan

Frequency (MHz)	Median noise figure F_a (dB above kT_0b)		Upper decile deviation (dB)		Lower decile deviation (dB)	
	City	Residential	City	Residential	City	Residential
37	27.1	20.2	5.4	3.9	4.8	2.4
67	21.4	17.1	4.5	2.2	4.7	3.8
75	21.1	15.2	5.5	5.5	3.9	3.1
99	18.6	11.1	4.9	4.4	4.7	3.3
121	15.5	10.3	5.1	6.1	3.6	3.2
163	13.0	9.1	6.7	3.8	3.4	4.4
222	9.0	6.8	5.1	6.1	3.0	2.2
322	5.7	3.1	6.8	5.5	2.2	1.0

所要受信入力電力については、雑音合計とスレッシホールドＣ／Ｎ値の和で求まる。160MHz 帯の場合、雑音合計-114.3ｄＢｍにスレッシホールドＣ／Ｎ31.5ｄＢを加えた値は-82.8ｄＢｍとなることから、１ｄＢの範囲で調整し、所要受信入力電力を-82ｄＢｍとすることは適当である。また、60MHz 帯の場合、同様に計算を行うと-76.0ｄＢｍとなることから、１ｄＢの範囲で調整し、所要受信入力電力を-75ｄＢｍとすることは適当である。

標準受信入力として±３ｄＢの範囲を持つため、その分を３ｄＢ加算し、標準距離 20ｋｍの場合の所要フェージングマージン（参考資料３） ２ｄＢを加算する。さらに、参考資料６の検討結果に基づき、伝送マージンを確保するため、10ｄＢを加算する。したがって、160MHz 帯の場合は、所要受信入力電力に 15ｄＢを加算した-67ｄＢｍを標準受信入力とすることが適当である。また、60MHz 帯の場合は、所要受信入力電力に 15ｄＢを加算した-60ｄＢｍを標準受信入力とすることが適当である。

最大受信入力は、電波法関係審査基準別紙１（６）アの回線信頼度の計算方法に基づき、標準受信入力＋10ｄＢとする。

以上のことから、受信入力電力（設計値）は、表２に示す標準受信入力の値±３ｄＢの範囲内とし、海上伝搬やオーバーリーチの発生等回線構成上やむを得ない場合には、他回線との干渉を考慮し、表２に示す最大受信入力を上限とする受信入力を設定できることとする。

表２　受信入力電力（設計値）

周波数帯	標準受信入力	最大受信入力
60MHz 帯	-60±３ｄＢｍ	-50ｄＢｍ
160MHz 帯	-67±３ｄＢｍ	-57ｄＢｍ

３．回線品質

回線品質は、ＶＨＦ帯アナログＳＴＬ／ＴＴＬについては、電波法関係審査基準別紙２第２の４（13)「アナログ方式を使用する固定局」において、「一区間当たりの年間回線信頼度は、99.9%以上であること」とあり、ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬにおいても既存のアナログ方式と同様に一区間当たりの年間回線信頼度は、99.9%とすることが適当である。

参考資料６

回線設計例

平成 26 年度「山間部における超短波放送の難聴解消のための周波数有効利用技術に関する調査検討」（信越総合通信局実施）（以下「伝送実験」という。）により 160MHz 帯を使用したデジタル音声ＳＴＬの伝送実験を実施した。

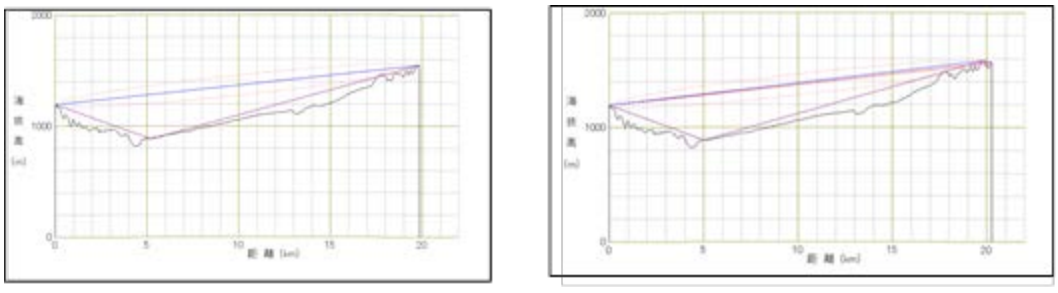
１．では伝送実験から得られた結果を参考に示し、２．では１．を踏まえてＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬの回線設計例を示す。

１．伝送実験の実験結果

（１）実施内容

長野県の杖突峠に送信所を設置し、送信所から５ｋｍ、10ｋｍ、15ｋｍ、20ｋｍ（20ｋｍは見通し区間と見通し外区間）の地点に受信点を設置し、受信点での受信入力電力対ビット誤り率、マルチパス特性の測定を行うことで受信状況の確認を行った。（図１、図２）

図１　送信点と受信点の位置



見通し区間　　見通し外区間

図２　20ｋｍ地点（見通し区間、見通し外区間）の断面図

空中線電力は５W、周波数は 167.93MHz とし、図３のような機器構成で試験を行った。

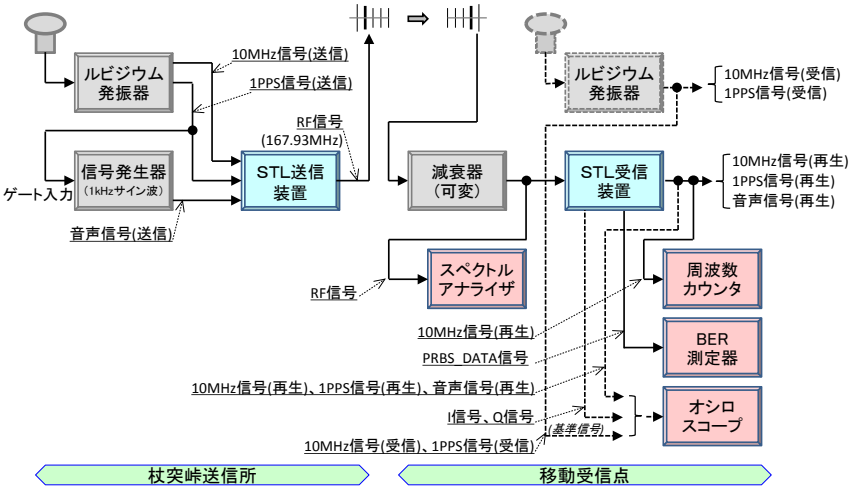


図３　試験における機器構成

（２）測定結果

各受信点における受信入力電力対ビット誤り率の測定結果は表１のとおり。

表１　受信点での測定値

送受間距離	受信入力電力	ビット誤り率
５ｋｍ	-52.7ｄＢｍ	エラーフリー
10ｋｍ	-54.1ｄＢｍ	エラーフリー
15ｋｍ	-60.3ｄＢｍ	エラーフリー
20ｋｍ（見通し区間）	-75.3ｄＢｍ	2.09×10^{-7}
20ｋｍ（見通し外区間）	-85.3ｄＢｍ	1.00×10^{-5}

ＳＴＬ受信装置の復調限界は-90ｄＢｍ以上であり、十分な受信レベルであることが確認された。また、ビット誤り率も１×10^{-4}以下であるため、音声復調は問題ないことが確認された。

なお、マルチパス特性は伝送の品質に影響を与える程度のものではなかった。

（３）各受信点における回線設計例

各受信点における回線設計値を表２に示す。

なお、伝搬特性は自由空間伝搬損失と位相損失を考慮した。

表２　各地点における回線設計例

地点				５ｋｍ地点	10ｋｍ地点	15ｋｍ地点	20ｋｍ地点（見通し区間）
実測距離				4.7ｋｍ	10.2ｋｍ	14.8ｋｍ	19.8ｋｍ
周波数			ＭＨｚ	167.93	167.93	167.93	167.93
空中線電力		（１）	Ｗ	５	５	５	５
			ｄＢｍ	37.0	37.0	37.0	37.0
送信系の特性	フィルタ損、アイソレータ損、共用器/結合器損	（２）	ｄＢ	１	１	１	１
	給電線損失	（３）	ｄＢ	4.34	4.34	4.34	4.34
	空中線利得	（４）	ｄＢｉ	11.15	11.15	11.15	11.15
	等価等方輻射電力	（５）	ｄＢｍ	42.81	42.81	42.81	42.81
受信系の特性	給電線損失	（６）	ｄＢ	7.14	7.14	7.14	7.14
	空中線利得	（７）	ｄＢｉ	11.15	11.15	11.15	11.15
	総合空中線利得	（８）	ｄＢ	4.01	4.01	4.01	4.01
自由空間伝搬損失		（９）	ｄＢ	90.3	97.1	100.3	102.8
位相損失		(10)	ｄＢ	0.0	1.4	0.1	-6.0
受信入力電力		(11)	ｄＢｍ	-43.48	-51.68	-53.58	-49.98

＜計算式＞

（５）＝（１）－（２）－（３）＋（４）

（８）＝（７）－（６）

(11) ＝（５）＋（８）－（９）－(10)

（４）結論

表１の結果と表２の結果をまとめると図４のように、回線設計値とフィールド試験の結果を比較することができる。

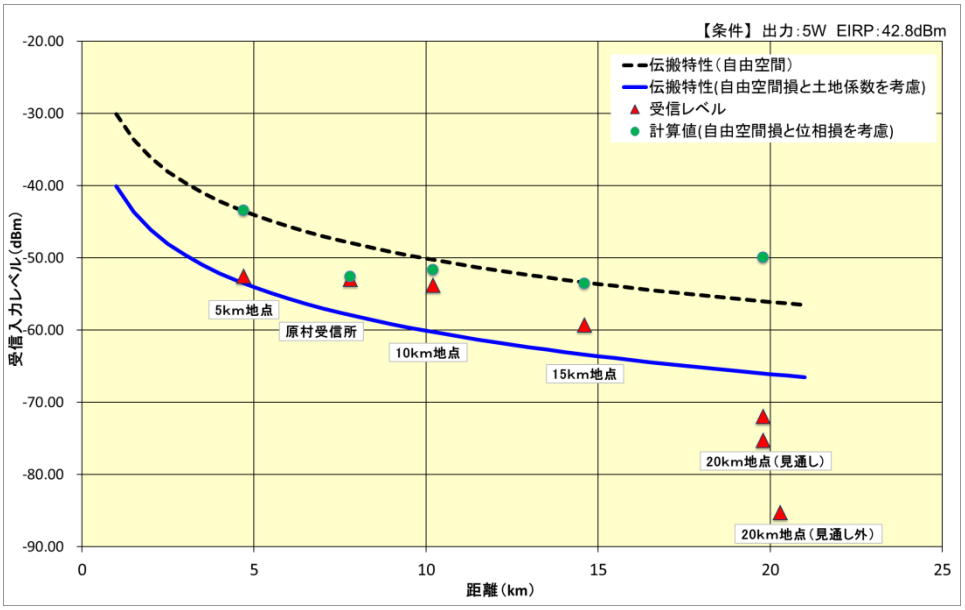


図４　回線設計値とフィールド試験の比較

回線設計値とフィールド試験結果とは概ね一致した結果が得られている。20ｋｍ地点ではフィールド試験結果の方が 30ｄＢ程度の低下が見られるが、これは 20ｋｍ地点近辺に障害物があったことが原因である。

２．ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬの回線設計例

（１）標準的な回線距離

ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬは、主に県域ＦＭ放送やコミュニティ放送の事業者が陸上で使用することを想定し、同一県内や市区町村内での伝送距離として標準的な回線距離を５ｋｍ、10ｋｍ、20ｋｍと設定し、回線設計の例を示すこととした。

（２）回折・遮へい損失、位相損失の考慮

ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬの伝送特性の一つとして、予め回折を考慮することで見通し外の伝送が可能である。しかし、その際には地形などの影響により回折・遮へい損失を見込む必要がある。また、空中線の設置場所によっては±６ｄＢ程度の位相損失の影響も考えられるが、実際の回線設計の際には設置場所の空中線高を適切に選定することにより、位相損失の影響を軽減することができる。よって、（３）の回線設計例では回折・遮へい損失を固定値として見込むこととした。

（３）回線設計例

空中線電力と回線距離を変え回線設計を行った。変調方式は６４ＱＡＭとし、160MHz 帯での回線設計例を表３～表５に、60MHz 帯での回線設計例を表６～表表８に示す。雑音合計の値は、参考資料５で算出した値を使用した。

なお、ここでは前提条件が複雑になるため、マルチパスによる影響を考慮していない。伝搬特性は自由空間伝搬損失に加え、回折・遮へい損失等について、下記２つのケースについて検討した。

ケースＡ	固定値として回折・遮へい損失等を 20ｄＢ見込んだケース
ケースＢ	固定値として回折・遮へい損失等を見込まず、ケースＡの場合と同等の受信入力電力を得られる空中線電力を想定したケース

回線設計例の（17）伝送マージンは、気象条件などの影響を受けて発生するフェージング損失や、回線設計例では考慮しなかったマルチパスの影響など、回線設計上予め見込むことのできない損失を見込んでおくマージンであり、その範囲内で標準受信入力の条件を満たす空中線電力を５Ｗ以下で適切に選択することで、回線が成立することを示す。

表３　160MHz 帯（６４ＱＡＭ）での回線設計例（20ｋｍ、５Ｗ・0.05W）

想定ケース				ケースＡ	ケースＢ
距離				20ｋｍ	20ｋｍ
周波数			ＭＨｚ	167.93	167.93
送信系の特性	（１）	空中線電力	Ｗ	５	0.05
			ｄＢｍ	37.0	17.0
	（２）	空中線利得	ｄＢｉ	13	13
	（３）	給電線損失	ｄＢ	２	２
	（４）	その他の損失	ｄＢ	１	１
	（５）	等価等方輻射電力	ｄＢｍ	47	27
受信系の特性	（６）	空中線利得	ｄＢｉ	13	13
	（７）	給電線損失	ｄＢ	２	２
	（８）	その他の損失	ｄＢ	４	４
	（９）	受信系総合利得	ｄＢ	７	７
伝搬特性	(10)	自由空間伝搬損失	ｄＢ	102.9	102.9
	(11)	回折・遮へい損失等	ｄＢ	20	０
	(12)	合計伝搬損失	ｄＢ	122.9	102.9
評価	(13)	受信入力電力	ｄＢｍ	-68.9	-68.9
	(14)	雑音合計	ｄＢｍ	-114.3	-114.3
	(15)	スレッシホールドＣ／Ｎ	ｄＢ	31.5	31.5
	(16)	所要受信入力電力	ｄＢｍ	-82.8	-82.8
	(17)	伝送マージン	ｄＢ	13.9	13.9

＜計算式＞

（５）＝（１）＋（２）－（３）－（４）

（９）＝（６）－（７）－（８）

(12) ＝ (10) ＋ (11)

(13) ＝（５）＋（９）－ (12)

(16) ＝ (14) ＋ (15)

(17) ＝ (13) － (16)

表４　160MHz 帯（６４ＱＡＭ）での回線設計例（10ｋｍ、５Ｗ・0.05W）

想定ケース				ケースＡ	ケースＢ
距離				10ｋｍ	10ｋｍ
周波数			ＭＨｚ	167.93	167.93
送信系の特性	（１）	空中線電力	Ｗ	５	0.05
			ｄＢｍ	37.0	17.0
	（２）	空中線利得	ｄＢｉ	10	10
	（３）	給電線損失	ｄＢ	２	２
	（４）	その他の損失	ｄＢ	１	１
	（５）	等価等方輻射電力	ｄＢｍ	44	24
受信系の特性	（６）	空中線利得	ｄＢｉ	10	10
	（７）	給電線損失	ｄＢ	２	２
	（８）	その他の損失	ｄＢ	４	４
	（９）	受信系総合利得	ｄＢ	４	４
伝搬特性	(10)	自由空間伝搬損失	ｄＢ	96.9	96.9
	(11)	回折・遮へい損失等	ｄＢ	20	０
	(12)	合計伝搬損失	ｄＢ	116.9	96.9
評価	(13)	受信入力電力	ｄＢｍ	-68.9	-68.9
	(14)	雑音合計	ｄＢｍ	-114.3	-114.3
	(15)	スレッシホールドＣ／Ｎ	ｄＢ	31.5	31.5
	(16)	所要受信入力電力	ｄＢｍ	-82.8	-82.8
	(17)	伝送マージン	ｄＢ	13.9	13.9

＜計算式＞

（５）＝（１）＋（２）－（３）－（４）

（９）＝（６）－（７）－（８）

(12) ＝ (10) ＋ (11)

(13) ＝（５）＋（９）－ (12)

(16) ＝ (14) ＋ (15)

(17) ＝ (13) － (16)

表５　160MHz 帯（６４ＱＡＭ）での回線設計例（５ｋｍ、１Ｗ・0.01W）

想定ケース				ケースＡ	ケースＢ
距離				５ｋｍ	５ｋｍ
周波数			ＭＨｚ	167.93	167.93
送信系の特性	（１）	空中線電力	Ｗ	1	0.01
			ｄＢｍ	30.0	10.0
	（２）	空中線利得	ｄＢｉ	10	10
	（３）	給電線損失	ｄＢ	２	２
	（４）	その他の損失	ｄＢ	１	１
	（５）	等価等方輻射電力	ｄＢｍ	37	17
受信系の特性	（６）	空中線利得	ｄＢｉ	10	10
	（７）	給電線損失	ｄＢ	２	２
	（８）	その他の損失	ｄＢ	４	４
	（９）	受信系総合利得	ｄＢ	４	４
伝搬特性	(10)	自由空間伝搬損失	ｄＢ	90.9	90.9
	(11)	回折・遮へい損失等	ｄＢ	20	０
	(12)	合計伝搬損失	ｄＢ	110.9	90.9
評価	(13)	受信入力電力	ｄＢｍ	-69.9	-69.9
	(14)	雑音合計	ｄＢｍ	-114.3	-114.3
	(15)	スレッシホールドＣ／Ｎ	ｄＢ	31.5	31.5
	(16)	所要受信入力電力	ｄＢｍ	-82.8	-82.8
	(17)	伝送マージン	ｄＢ	12.9	12.9

＜計算式＞

（５）＝（１）＋（２）－（３）－（４）

（９）＝（６）－（７）－（８）

(12) ＝ (10) ＋ (11)

(13) ＝（５）＋（９）－ (12)

(16) ＝ (14) ＋ (15)

(17) ＝ (13) － (16)

表６　60MHz 帯（６４ＱＡＭ）での回線設計例（20ｋｍ、５Ｗ・0.05W）

想定ケース				ケースＡ	ケースＢ
距離				20ｋｍ	20ｋｍ
周波数			ＭＨｚ	60.305	60.305
送信系の特性	（１）	空中線電力	Ｗ	５	0.05
			ｄＢｍ	37.0	17.0
	（２）	空中線利得	ｄＢｉ	13	13
	（３）	給電線損失	ｄＢ	２	２
	（４）	その他の損失	ｄＢ	１	１
	（５）	等価等方輻射電力	ｄＢｍ	47	27
受信系の特性	（６）	空中線利得	ｄＢｉ	13	13
	（７）	給電線損失	ｄＢ	２	２
	（８）	その他の損失	ｄＢ	４	４
	（９）	受信系総合利得	ｄＢ	７	７
伝搬特性	(10)	自由空間伝搬損失	ｄＢ	94.0	94.0
	(11)	回折・遮へい損失等	ｄＢ	20	０
	(12)	合計伝搬損失	ｄＢ	114.0	94.0
評価	(13)	受信入力電力	ｄＢｍ	-60.0	-60.0
	(14)	雑音合計	ｄＢｍ	-107.5	-107.5
	(15)	スレッシホールドＣ／Ｎ	ｄＢ	31.5	31.5
	(16)	所要受信入力電力	ｄＢｍ	-76.0	-76.0
	(17)	伝送マージン	ｄＢ	16.0	16.0

＜計算式＞

（５）＝（１）＋（２）－（３）－（４）

（９）＝（６）－（７）－（８）

(12) ＝ (10) ＋ (11)

(13) ＝（５）＋（９）－ (12)

(16) ＝ (14) ＋ (15)

(17) ＝ (13) － (16)

表７　60MHz 帯（６４ＱＡＭ）での回線設計例（10ｋｍ、５Ｗ・0.05W）

想定ケース				ケースＡ	ケースＢ
距離				10ｋｍ	10ｋｍ
周波数			ＭＨｚ	60.305	60.305
送信系の特性	（１）	空中線電力	Ｗ	５	0.05
			ｄＢｍ	37.0	17.0
	（２）	空中線利得	ｄＢｉ	10	10
	（３）	給電線損失	ｄＢ	２	２
	（４）	その他の損失	ｄＢ	１	１
	（５）	等価等方輻射電力	ｄＢｍ	44	24
受信系の特性	（６）	空中線利得	ｄＢｉ	10	10
	（７）	給電線損失	ｄＢ	２	２
	（８）	その他の損失	ｄＢ	４	４
	（９）	受信系総合利得	ｄＢ	４	４
伝搬特性	(10)	自由空間伝搬損失	ｄＢ	88.0	88.0
	(11)	回折・遮へい損失等	ｄＢ	20	０
	(12)	合計伝搬損失	ｄＢ	108.0	88.0
評価	(13)	受信入力電力	ｄＢｍ	-60.0	-60.0
	(14)	雑音合計	ｄＢｍ	-107.5	-107.5
	(15)	スレッシホールドＣ／Ｎ	ｄＢ	31.5	31.5
	(16)	所要受信入力電力	ｄＢｍ	-76.0	-76.0
	(17)	伝送マージン	ｄＢ	16.0	16.0

＜計算式＞

（５）＝（１）＋（２）－（３）－（４）

（９）＝（６）－（７）－（８）

(12) ＝ (10) ＋ (11)

(13) ＝（５）＋（９）－ (12)

(16) ＝ (14) ＋ (15)

(17) ＝ (13) － (16)

表８　60MHz 帯（６４ＱＡＭ）での回線設計例（５ｋｍ、１Ｗ・0.01W）

想定ケース				ケースＡ	ケースＢ
距離				５ｋｍ	５ｋｍ
周波数			ＭＨｚ	60.305	60.305
送信系の特性	（１）	空中線電力	Ｗ	1	0.01
			ｄＢｍ	30.0	10.0
	（２）	空中線利得	ｄＢｉ	10	10
	（３）	給電線損失	ｄＢ	２	２
	（４）	その他の損失	ｄＢ	１	１
	（５）	等価等方輻射電力	ｄＢｍ	37	17
受信系の特性	（６）	空中線利得	ｄＢｉ	10	10
	（７）	給電線損失	ｄＢ	２	２
	（８）	その他の損失	ｄＢ	４	４
	（９）	受信系総合利得	ｄＢ	４	４
伝搬特性	(10)	自由空間伝搬損失	ｄＢ	82.0	82.0
	(11)	回折・遮へい損失等	ｄＢ	20	0
	(12)	合計伝搬損失	ｄＢ	102.0	82.0
評価	(13)	受信入力電力	ｄＢｍ	-61.0	-61.0
	(14)	雑音合計	ｄＢｍ	-107.5	-107.5
	(15)	スレッシホールドＣ／Ｎ	ｄＢ	31.5	31.5
	(16)	所要受信入力電力	ｄＢｍ	-76.0	-76.0
	(17)	伝送マージン	ｄＢ	15.0	15.0

＜計算式＞

（５）＝（１）＋（２）－（３）－（４）

（９）＝（６）－（７）－（８）

(12) ＝ (10) ＋ (11)

(13) ＝（５）＋（９）－ (12)

(16) ＝ (14) ＋ (15)

(17) ＝ (13) － (16)

（４）結論

回線を安定させるためには、伝送マージンの値が 10ｄＢ以上であることが望ましい。したがって、受信入力電力は、所要受信入力電力に＋10ｄＢした値を基準として回路設計を行う必要がある。

参考資料７

他の無線局との干渉検討

１．60MHz 帯及び 160MHz 帯の周波数割当状況

（１）60MHz 帯の周波数配置（概要）

60MHz 帯の周波数割当状況を表１に示す。今回の検討では、現行方式のＶＨＦ帯アナログＳＴＬ／ＴＴＬが放送事業用に割り当てられている同一周波数を用いてＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬを導入することを想定し、放送事業用同士の干渉検討が必要となる。（参考資料８）

・ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ同士の干渉検討
・ＶＨＦ帯アナログＳＴＬ／ＴＴＬとの干渉検討

そのほか同周波数帯では、隣接周波数に固定・移動（電気通信業務用・公共業務用等）が割り当てられているため、60MHz 帯公共業務用固定局（同報無線）について共用検討を行う。また、同システムは今後新たに 7.5kHz 間隔の周波数配置が検討される予定であることから、現在運用されている１６ＱＡＭ方式及びアナログ方式と合わせて検討を行うこととする。

さらに、ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬが他の無線局から受ける被干渉についても検討を行うこととする。

表１　60MHz 帯の周波数割当状況

周波数帯	無線局
50MHz-54MHz	アマチュア
54MHz-68MHz	固定・移動（電気通信業務用・公共業務用・一般業務用・放送事業用）
68MHz-74.8MHz	固定・移動（公共業務用・一般業務用）、小電力業務（ラジコン・ラジオマイク）
74.8MHz-75.2MHz	航空無線航行（マーカ・ビーコン）
75.2MHz-76MHz	小電力業務（補聴援助用ラジオマイク・音声アシスト）

（２）160MHz 帯の周波数配置（概要）

160MHz 帯の周波数割当状況を表２に示す。今回の検討では、現行方式のＶＨＦ帯アナログＳＴＬ／ＴＴＬが放送事業用に割り当てられている同一周波

数を用いてＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬを導入することを想定し、放送事業用同士の干渉検討が必要となる。（参考資料８）

・ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ同士の干渉検討

・ＶＨＦ帯アナログＳＴＬ／ＴＴＬ及び監視・制御回線の干渉検討

そのほか同周波数帯では、隣接周波数に固定・移動（公共業務用、一般業務用、放送事業用等）が割り当てられているため、162.05MHz-169MHz の放送事業用連絡用無線及び放送事業用ワイドバンド無線並びに 170MHz-202.5MHz の公共ブロードバンド移動通信システムについて共用検討を行う。

また、ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬが他の無線局から受ける被干渉についても検討を行うこととする。

表２　160MHz 帯の周波数割当状況

周波数帯	無線局
156MHz-162.05MHz	海上移動（電気通信業務用・公共業務用・一般業務用）、移動衛星（地球から宇宙）（公共業務用）、移動（公共業務用・一般業務用）、陸上業務（公共業務用）、航空移動（OR）（公共業務用）
162.05MHz-169MHz	固定・陸上移動（公共業務用・一般業務用・放送事業用）
169MHz-170MHz	移動（公共業務用・一般業務用・小電力業務用）
170MHz-202.5MHz	移動（公共業務用・一般業務用）

２．ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬシステム

（１）ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬの置局モデル

放送番組中継回線には、ＳＴＬとＴＴＬの２種類がある。ＳＴＬは、放送スタジオ(演奏所)から送信所（親局）までを結び、放送番組を伝送する。ＴＴＬは、送信所（親局）から中継所までを結び、放送番組を伝送する。

ＳＴＬ／ＴＴＬは、送受信の２点間で固定伝送を行うものであり、標準的な運用としては指向性を持った空中線を送受信間で正対させて使用する場合が一般的である。ＳＴＬは、スタジオ設備等がある演奏所のビル屋上から、送信所（親局）に向けて送信するのが一般的である。コミュニティ放送及びＦＭ放送の約９割はＳＴＬの１区間のみを使用している。残りの約１割は、ＳＴＬのほかにＴＴＬを使用している。ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬのイメージを図１及び図２に、ＳＴＬ／ＴＴＬの運用実態を表３に示す。

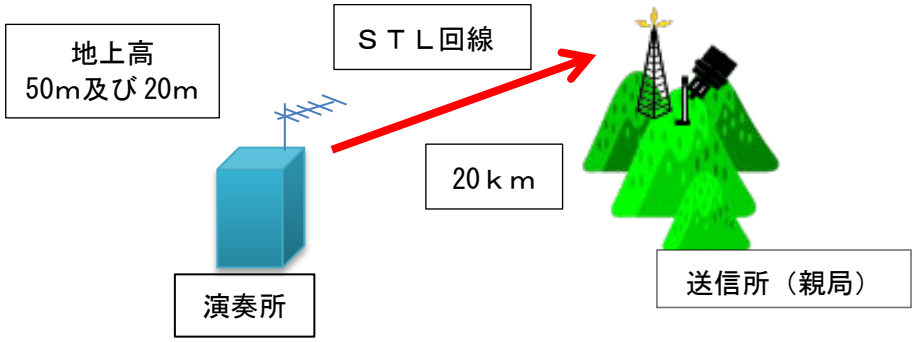


図１　ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬのイメージ(単一ルート)

図２　ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬのイメージ（多段ルート）

表３　コミュニティ放送及びＦＭ放送の運用実態 ※1

	コミュニティ放送	県域・広域放送ＦＭ
放送局数	287 局	54 局 ※2
送信所総数	443 局	854 局
空中線電力	１W未満～20W	0.5W～10ｋW
平均ＦＭ送信所数	1.5 局	NHK10 局/管内、民放６局
中継局を持たない局	約８割（ＴＴＬ不要）	０（なし、放送波中継）
ＳＴＬ平均伝搬距離 ※3	７ｋｍ（５～10ｋｍ）	17ｋｍ（５～20ｋｍ）
ＳＴＬ最長伝搬距離	20ｋｍ	65ｋｍ
ＳＴＬ送信地上高	20～50m	20～100m
ＳＴＬ導入率	30～60%（アンケート集計）	100%（実績）
ＴＴＬ導入率	約５～15%（推定）	約５%（実績）
演奏所と送信所同一	約 15%（ＳＴＬ不要）	０（なし）
演奏所が市役所施設	約４%（ＳＴＬ送信所）	０（なし）
送信所が市役所施設	約５%（ＳＴＬ受信所）	０（なし）

※１：平成 27 年３月 21 日時点の公表データ

※２：ＮＨＫＦＭ１局、県域ＦM49 局、外国語４局

※３：全事業者の８～９割における演奏所から送信所までの距離

県域・広域放送ＦＭ局は、原則Ｍ／Ｎ帯で無線回線を構築することとされており、Ｍ／Ｎ帯の回線構築が難しい場合に限りＶＨＦ帯を使用することとされている。また、県域・広域放送ＦＭ局の約 95%の中継局は、放送波を受信して中継放送を行っており、残りの約５%は長距離や電波干渉等の理由から放送波中継が難しい伝送路において、ＴＴＬを導入している。

演奏所のある建物施設には番組制作をするスタジオなどもあり、一般的には中規模以上の建物施設となっている。ＳＴＬの送信アンテナの近傍周辺に近づくことができる環境は、全国的に見ても極まれである。

なお、ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬの空中線電力は、回線設計により必要最小限で運用することとしているため、全ての局が５Ｗで運用するものではない。

（２）現行方式のＶＨＦ帯アナログＳＴＬ／ＴＴＬとの比較検討

ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬの空中線電力、スペクトル特性及び送受信ろ波特性等については、現行のＶＨＦ帯アナログＳＴＬ／ＴＴＬの与干渉レベルと同程度となるように規定することが望ましい。帯域外漏洩電力について、デジタル方式の試験装置を用いてデジタル変調時における平均電力からの減衰量を確認し、表４及び図３にアナログ方式との比較値を示す。

表４　変調時における平均電力からの減衰量（ｄＢｃ）

	アナログ方式	デジタル方式
帯域端± 10kHz	-83.5	-62.3
帯域端± 50kHz	-88.5	-69.3
帯域端±150kHz	-90.5	-80.8

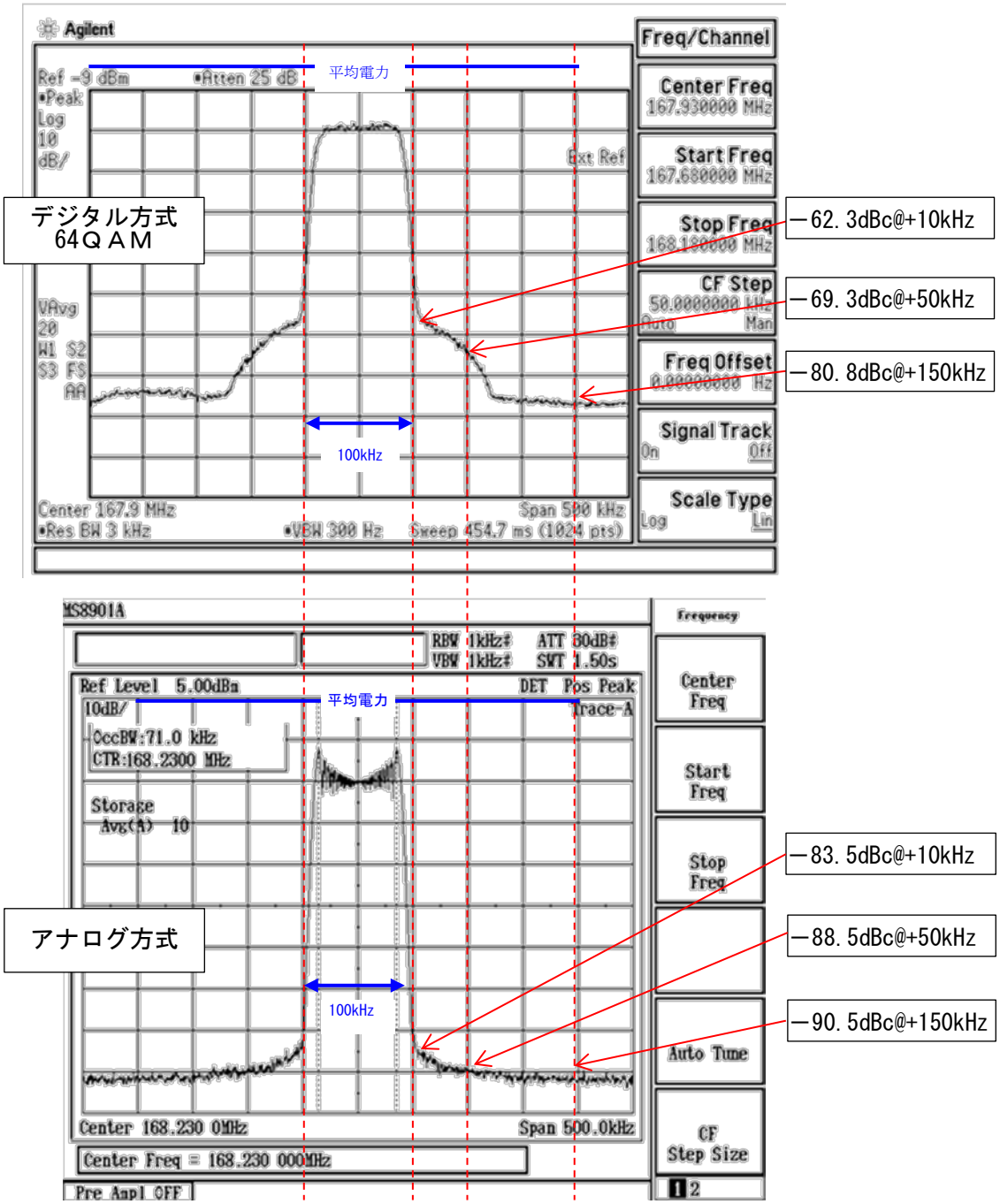


図３　160MHz 帯デジタル方式とアナログ方式のスペクトル比較（例）

図３の平均電力は、測定信号の帯域幅とスペクトルアナライザのＲＢＷ設定幅の比から波高値に加えた値となる。(例：14.8ｄＢ(10log(90kHz／3kHz)))

なお、帯域端±10kHz は帯域外領域（±2.5ＢＮ）であることから、スプリアス発射の強度として無変調時においては 60MHz 帯で-80ｄＢｃ、160MHz 帯で-60ｄＢｃ以上の減衰量を確保するものである。

デジタル方式の空中線電力５Ｗは、表５に示すとおり、アナログ方式の 10 分の１の空中線電力となる。

表５　アナログ方式とデジタル方式の空中線電力

	アナログ方式	デジタル方式
空中線電力	50W	５Ｗ

また、デジタル方式（６４ＱＡＭ）の５W送信時における帯域外漏洩電力（ｄＢｍ／ＭＨｚ）について、計算値と試験装置の測定値を表６に示す。

計算値は、送信電力スペクトル特性及び送受信ろ波特性の値から算出している。また、試験装置の実測値は、スペクトル測定による平均電力からの減衰量に５Ｗ（37ｄＢｍ）と 1MHz の帯域換算を加えて算出している。

表６　５W送信時の帯域外漏洩電力（ｄＢｍ／ＭＨｚ）

	計算値	試験装置の実測値
帯域端± 50kHz	-9.6	-22.1
帯域端±150kHz	-20.6	-33.6
帯域端±3MHz	-30.6	-33.8
帯域端±5MHz	-40.6	-43.8
帯域端±10MHz 以上	-60.6	-60.8

ここで、干渉検討で用いるＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬの漏洩電力は、計算値で行うこととする。

なお、試験装置の実測値は、離調周波数 3MHz までは約 13ｄＢ計算値より改善されており、離調周波数 5MHz については約３ｄＢ計算値より改善されていることから、実際には計算値よりも数ｄＢから十数ｄＢ程度の改善が期待できる。

（３）ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬの検討諸元

ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬの検討諸元を表７及び図４に示す。

表７　ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬの検討諸元

	60MHz 帯	160MHz 帯
空中線電力（最大値）	５Ｗ（37ｄＢｍ）	
占有周波数帯幅	96kHz	
空中線利得	８ｄＢｉ	10ｄＢｉ
給電線損失	２ｄＢ	２ｄＢ
送信空中線高（検討モデル）	地上高　20m、50m	
伝搬距離（検討モデル）	20ｋｍ	
空中線指向特性	３素子八木（指向性）	５素子八木（指向性）図４
帯域端±50kHz 漏洩電力（送信機出力端）	-9.6ｄＢｍ／ＭＨｚ（計算値）	
帯域端±150kHz 漏洩電力（送信機出力端）	-20.6ｄＢｍ／ＭＨｚ（計算値）	
帯域端±3MHz 漏洩電力（送信機出力端）	-30.6ｄＢｍ／ＭＨｚ（計算値）	
帯域端±5MHz 漏洩電力（送信機出力端）	-40.6ｄＢｍ／ＭＨｚ（計算値）	
帯域端±10MHz 以上漏洩電力（送信機出力端）	-60.6ｄＢｍ／ＭＨｚ（計算値）	

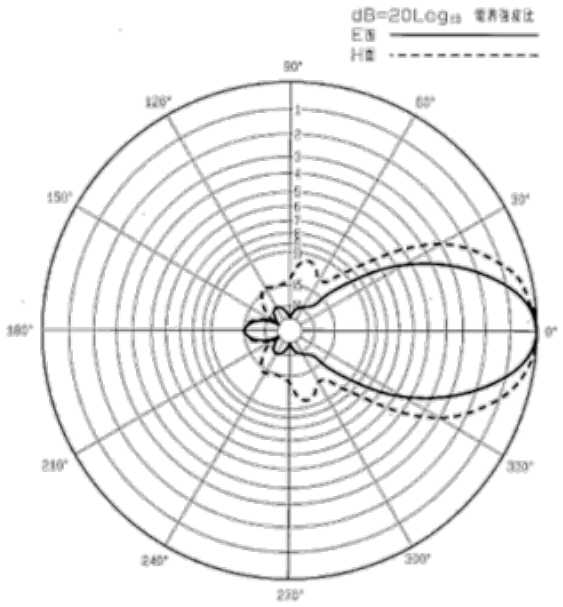


図４　ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬの空中線指向特性

３．他の無線システム

（１）60MHz 帯公共業務用固定局の干渉検討諸元

60MHz 帯公共業務用の固定局については、様々な無線システムが運用されているが、今回の検討では固定系防災行政無線システムのデジタルシステム（１６ＱＡＭ）及びアナログシステムとの共用条件について検討を行うこととする。また、検討が進められている 7.5kHz 間隔の狭帯域デジタルシステムについては、検討中の諸元を用いることとする。60MHz 帯におけるＶＨＦ帯アナログＳＴＬ／ＴＴＬの周波数割当を図５に示す。

60MHz 帯公共業務用固定局の検討諸元を表８～表１０に示す。ここで、デジタル方式の許容干渉量については、等価受信帯域幅の関係から１６ＱＡＭとＱＰＳＫナローは同じ値となる。また、デジタル方式とアナログ方式の許容干渉量の差は、等価受信帯域幅の関係から 0.2ｄＢとなる。

同システムは、市区町村の庁舎等から一斉送信し、同一市区町村内に配置される子局（屋外子局、戸別受信機）で受信するものである。

また、基地受信とは、子局からアンサーバック信号等を受信するためのシステムである。

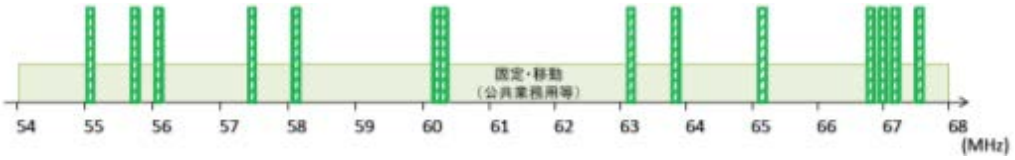


図５　60MHz 帯のＶＨＦ帯アナログＳＴＬ／ＴＴＬの周波数割当

表８　60MHz 帯公共業務用固定局の検討諸元（１６ＱＡＭデジタル）

	屋外子局	戸別受信機	基地受信
使用周波数帯	60MHz 帯（54～70MHz）		
親局空中線電力	10W(40ｄＢｍ)		
占有周波数帯幅	15kHz 以下		
チャネル間隔	15kHz		
親局空中線利得及び給電線損失	Ｇ＝2.15ｄＢｉ、Ｌ＝3.5ｄＢ		
親局空中線高	20ｍ		
親局空中線指向特性	無指向性		
子局等価受信帯域幅	11.25kHz		
子局受信機雑音指数	8.0ｄＢ		
受信レベル	-91.1ｄＢｍ		
所要Ｃ／Ｎ	24.2ｄＢ		

子局空中線利得	8.15ｄＢｉ	-7.85ｄＢi	8.15ｄＢｉ	2.15ｄＢi
子局給電線損失	1.5ｄＢ	０ｄＢ	1.5ｄＢ	3.5ｄＢ
子局空中線高	５ｍ	２ｍ	３ｍ	20m
子局空中線指向特性	３素子八木（指向性）図６	ロッドアンテナ（無指向性）	３素子八木（指向性）図６	ダイポール（無指向性）
受信機熱雑音	-105.9ｄＢｍ／ＭＨｚ			
外来雑音	-93.5ｄＢｍ／ＭＨｚ(-113ｄＢｍ／11.25ｋＨｚ)			
総合雑音	-93.3ｄＢｍ／ＭＨｚ			
マージン	３ｄＢ			
許容干渉量	-96.3ｄＢｍ／ＭＨｚ			

表９　60MHz 帯公共業務用固定局の検討諸元(アナログ)

	屋外子局	戸別受信機		基地受信
使用周波数帯	60MHz 帯（54～70MHz）			
親局空中線電力	10W(40ｄＢｍ)			
占有周波数帯幅	16kHz 以下			
チャネル間隔	30kHz			
親局空中線利得及び給電線損失	Ｇ＝2.15ｄＢｉ、Ｌ＝3.5ｄＢ			
親局空中線高	20m			
親局空中線指向特性	無指向性			
子局等価受信帯域幅	12kHz			
子局受信機雑音指数	8.0ｄＢ			
子局空中線利得（受信）	8.15ｄＢｉ	-7.85ｄＢi	8.15ｄＢｉ	2.15ｄＢi
子局給電線損失（受信）	1.5ｄＢ	０ｄＢ	1.5ｄＢ	3.5ｄＢ
子局空中線高（受信）	５ｍ	２ｍ	３ｍ	20m
子局空中線指向特性	３素子八木（指向性）図６	ロッドアンテナ（無指向性）	３素子八木（指向性）図６	ダイポール（無指向性）
受信機熱雑音	-105.9ｄＢｍ／ＭＨｚ			
外来雑音	-93.8ｄＢｍ／ＭＨｚ(-113ｄＢｍ／12ｋＨｚ)			
総合雑音	-93.5ｄＢｍ／ＭＨｚ			
マージン	３ｄＢ			
許容干渉量	-96.5ｄＢｍ／ＭＨｚ			

表１０　60MHz 帯公共業務用固定局の参考諸元（ＱＰＳＫナロー）

	屋外子局	戸別受信機	
使用周波数帯	60MHz 帯（54～70MHz）		
親局空中線電力	10W(40ｄＢｍ)		
占有周波数帯幅	7.1kHz 以下		
チャネル間隔	7.5kHz		
親局空中線利得及び給電線損失	Ｇ＝2.15ｄＢｉ、Ｌ＝3.5ｄＢ		
親局空中線高	20ｍ		
親局空中線指向特性	無指向性		
子局等価受信帯域幅	5.625kHz		
子局受信機雑音指数	8.0ｄＢ		
受信レベル	-102.8ｄＢｍ		
所要Ｃ／Ｎ	17.4ｄＢ		
子局空中線利得	8.15ｄＢｉ	-7.85ｄＢi	8.15ｄＢi
子局給電線損失	1.5ｄＢ	０ｄＢ	1.5ｄＢ
子局空中線高	５ｍ	２ｍ	３ｍ
子局空中線指向特性	３素子八木 （指向性） 図６	ロッド アンテナ （無指向性）	３素子八木 （指向性） 図６
受信機熱雑音	-105.9ｄＢｍ／ＭＨｚ		
外来雑音	-90.5ｄＢｍ／ＭＨｚ(-113ｄＢｍ／5.625ｋＨｚ)		
総合雑音	-93.3ｄＢｍ／ＭＨｚ		
マージン	３ｄＢ		
許容干渉量	-96.3ｄＢｍ／ＭＨｚ		

なお、戸別受信機については、屋外受信空中線を設置して使用する例もあることから、３素子八木アンテナを屋外に設置して受信するモデルについても検討を行うこととする。また、子局家屋透過損失については与干渉、被干渉も同条件となることから計算には見込まないこととする。

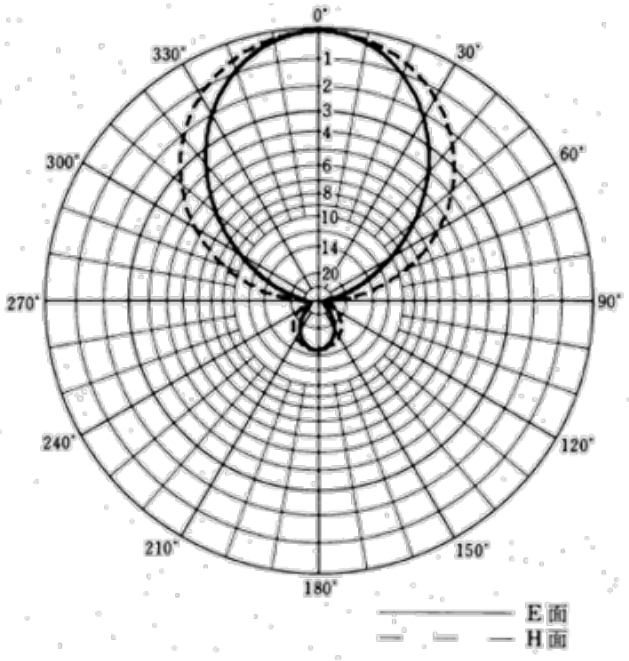


図６　60MHz 帯公共業務用の屋外子局の空中線指向特性

（２）160MHz 帯放送事業用無線システム（連絡用無線及びワイドバンド無線）の干渉検討諸元

放送事業用無線システムは、用途に応じて割当周波数が決められており、隣接する周波数では連絡用無線とワイドバンド無線が運用されている。

放送事業用連絡用無線は、番組制作や報道取材など、放送事業者が事業を行う上で必要となる様々な連絡に用いる無線局であり、受信形態は基地受信、移動受信（中継車、携帯）、可搬受信と様々な運用がされている。

周波数は 163MHz～169MHz までのＶＨＦ帯アナログＳＴＬ／ＴＴＬ周波数を挟む上下の周辺周波数で使用されている。このうち、アナログ方式は平成 28 年５月 31 日までにデジタル化を行うこととなっていることから、ここでは、デジタル方式について、検討を行うこととする。デジタル方式の周波数は、166MHz 帯に 42 波及び 168MHz 帯に 42 波あり、ＶＨＦ帯アナログＳＴＬ／ＴＴＬと最も近接する中心周波数の関係は約 0.3MHz である。

放送事業用ワイドバンド無線は、番組制作用の音声素材を伝送している無線局であり、受信形態は基地受信、移動受信（中継車、携帯）、可搬受信と様々な運用がされている。166MHz 帯に６波あり、ＶＨＦ帯アナログＳＴＬ／ＴＴＬと最も近接する中心周波数の関係は、約 1.5MHz である。

160MHz 帯の放送事業用無線システムの周波数割当を図７に示す。

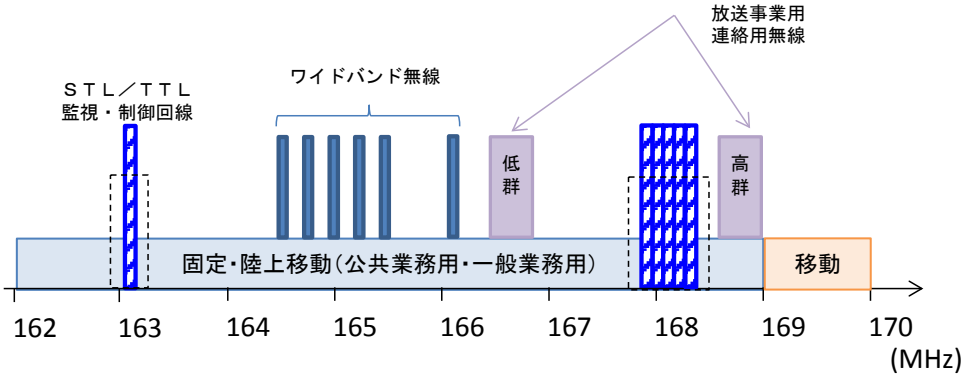


図７　160MHz 帯の放送事業用無線システムの周波数割当

放送事業用連絡用無線及びワイドバンド無線のイメージを図８及び図９に示す。連絡用無線の基地局は、広いエリアをカバーすることが想定されることから、放送局等のビル屋上等の地上高 50ｍとする。また、移動局（中継車）は、中継用としてアンテナを高く上げることが想定されることから、地上高３ｍとする。さらに、移動局（携帯）は、携帯無線機が想定されることから、地上高 1.5ｍとする。ワイドバンド無線についても、同様の考え方により地上高を想定する。

検討諸元については、情報通信審議会情報通信技術分科会公共無線システム委員会報告に基づき、表１１及び表１２に示すものとする。また、空中線指向特性を図１０に示す。

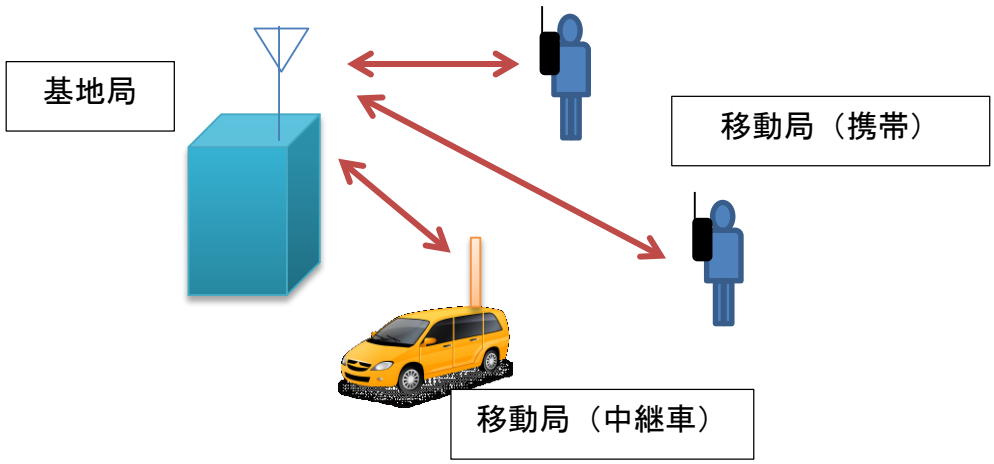


図８　放送事業用連絡用無線のイメージ

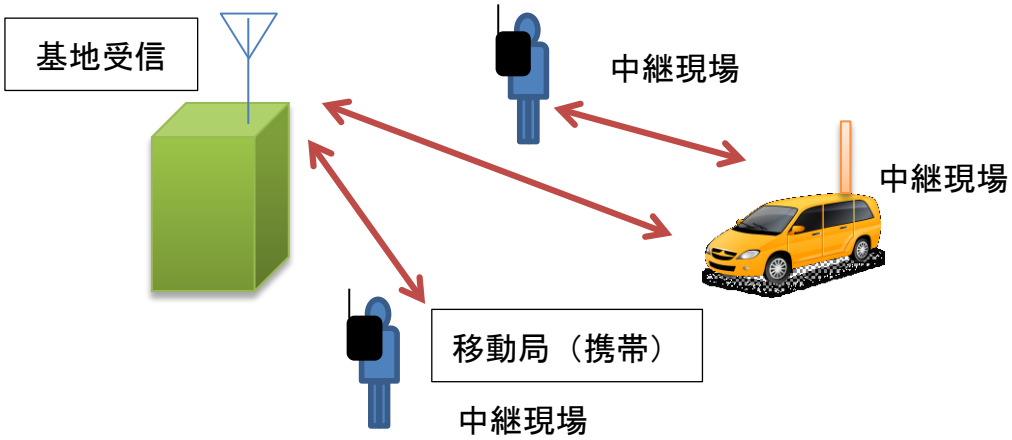


図９　放送事業用ワイドバンド無線のイメージ

表１１　放送事業用連絡用無線の検討諸元（４ＦＳＫ）

	放送事業用４ＦＳＫ連絡無線方式(ARIB STD-B54)		
	基地局	移動局(中継車)	移動局(携帯)
中心周波数	142～170MHz		
送信出力	50W	50W	５W
空中線利得、 給電線損失及び フィルタ損失	G=10.2ｄＢｉ Ｌ=３ｄＢ ＢＰＦ=4.5ｄＢ	G=4.65ｄＢｉ Ｌ=１ｄＢ ＢＰＦ=０ｄＢ	G=2.15ｄＢｉ Ｌ=０ｄＢ ＢＰＦ=０ｄＢ
空中線高	50m	３m	1.5m
空中線指向特性	指向性 図１０	無指向性	無指向性
等価受信帯域幅	4.0kHz		
雑音指数	8.0ｄＢ		
想定外来雑音 （許容干渉量）	-106.1ｄＢｍ／ＭＨｚ	-100.7ｄＢｍ／ＭＨｚ	
受信レベル	－	7.21ｄＢμＶ (-105.8ｄＢｍ)	8.51ｄＢμＶ (-104.5ｄＢｍ)
所要Ｃ／Ｎ	－	16ｄＢ	16ｄＢ

表１２　放送事業用ワイドバンド無線の検討諸元

	ワイドバンド無線		
	基地受信	移動局(中継車)	移動局(携帯)
中心周波数	160～170MHz		
空中線利得、 給電線損失及び フィルタ損失	G=10.5ｄＢｉ Ｌ=1.7ｄＢ ＢＰＦ=０ｄＢ	G=2.14ｄＢｉ Ｌ=１ｄＢ ＢＰＦ=０ｄＢ	G=-0.85ｄＢｉ Ｌ=０ｄＢ ＢＰＦ=０ｄＢ
空中線高	50m	３m	1.5m
空中線指向特性	指向性 図１０	無指向性	無指向性
等価受信帯域幅	120kHz		
雑音指数	8.0 ｄＢ		
想定外来雑音	-106.1ｄＢｍ／ＭＨｚ	-100.7ｄＢｍ／ＭＨｚ	
受信レベル	28.5 ｄＢμＶ (-84.5ｄＢｍ)		
所要Ｃ／Ｎ	30.5ｄＢ		

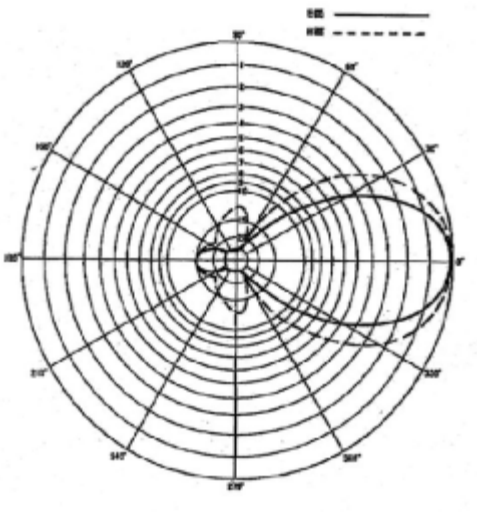


図１０　放送事業用連絡用無線の基地局の空中線指向特性
（放送事業用ワイドバンド無線の基地局も同様）

（３）200MHz 帯公共ブロードバンド移動通信システムの干渉検討諸元

公共ブロードバンド移動通信システムは、交通事故や災害現場、火災や救急搬送などの緊急現場、水害や土砂崩れなどの災害現場といった非常時における現場の映像を遠隔にある対策本部等に伝送することを可能とする無線システムである。

公共ブロードバンド移動通信システムの使用周波数帯は、170 MHz～202.5MHzである。検討対象となる設備については、基地局、現場での利用を想定した移動局及び可搬型基地局の３つが想定される。これらの公共ブロードバンド移動通信システムのイメージを図１１に示す。

空中線高について、基地局は、公共施設（市役所）等の屋上を想定し、高さ30ｍとする。また、移動局は、車載を想定し、乗用車の高さ1.5ｍとする。可搬型基地局は、現場に設置される基地局を想定し、３ｍと10ｍの２つの場合を想定する。

公共ブロードバンド移動通信システムの検討諸元については、情報通信審議会情報通信技術分科会公共無線システム委員会報告に基づき、表１３及び表１４に示すものとする。また、空中線指向特性を図１２～図１４に示す。

基地局及び移動局（可搬型基地局）については、指向性を持つ空中線、移動局（可搬型基地局を除く）については、無指向性の空中線とする。

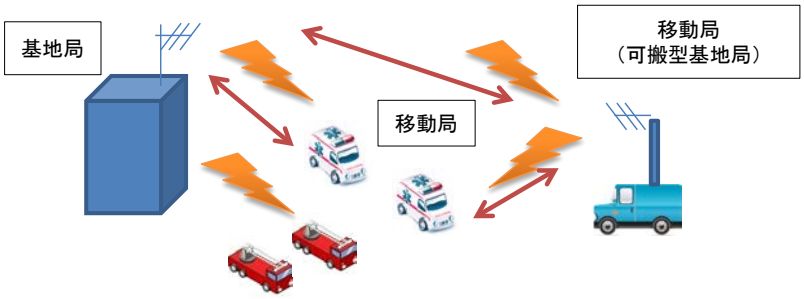


図１１　公共ブロードバンド移動通信システムのイメージ

表１３　公共ブロードバンド移動通信システムの検討諸元（基地局）

	基地局
中心周波数	175MHz、200MHz
占有周波数帯幅	5MHz
空中線利得及び給電線損失	Ｇ＝10ｄＢｉ Ｌ＝２ｄＢ
空中線高	30m
空中線指向特性	指向性 図１２
雑音指数	５ｄＢ
許容干渉量	-101.8ｄＢｍ／ＭＨｚ（170MHz） -104.0ｄＢｍ／ＭＨｚ（202.5MHz）

表１４　公共ブロードバンド移動通信システムの検討諸元（移動局）

	移動局 （可搬型基地局を除く）	移動局 （可搬型基地局）	
中心周波数	175MHz、200MHz		
占有周波数帯幅	5MHz		
空中線利得及び給電線損失	Ｇ＝０ｄＢｉ Ｌ＝０ｄＢ	Ｇ＝10ｄＢｉ	
		Ｌ＝０ｄＢ	Ｌ＝1.5ｄＢ
空中線高	1.5m	３m	10m
空中線指向特性	無指向性 図１３	指向性 図１４	
雑音指数	８ｄＢ	８ｄＢ	
許容干渉量	-101.8ｄＢｍ／ＭＨｚ（170MHz） -104.0ｄＢｍ／ＭＨｚ（202.5MHz）		

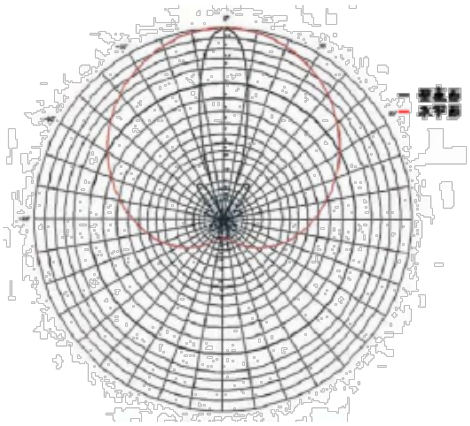


図１２　公共ブロードバンド移動通信システムの基地局の空中線指向特性

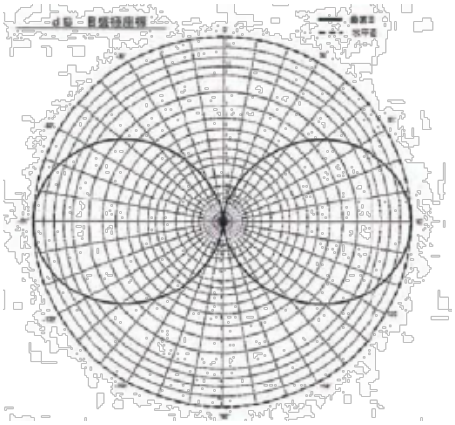


図１３　公共ブロードバンド移動通信システムの移動局（可搬型基地局を除く）の空中線指向特性(無指向性アンテナの場合)

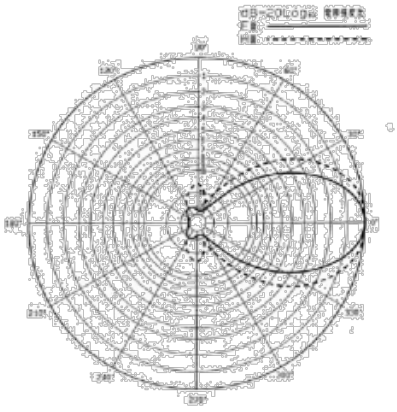


図１４　公共ブロードバンド移動通信システムの移動局（可搬型基地局）の空中線指向特性（指向性アンテナの場合）

４．共用検討の考え方

（１）検討対象の無線局

隣接する他の無線局との共用検討については、ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬと表１５のシステムとの与干渉、被干渉を検討対象とする。

表１５　与干渉／被干渉対象システム

周波数帯	無線システム	分類（大／小分類）	
60MHz 帯	公共業務用 固定局	デジタル （１６ＱＡＭ）	① 屋外子局、② 戸別受信ロッド、 ③ 戸別受信八木、④ 基地受信
		アナログ	① 屋外子局、② 戸別受信ロッド、 ③ 戸別受信八木、④ 基地受信
160MHz 帯	放送事業用 連絡用無線	① 基地局、② 移動局（中継車）、 ③ 移動局（携帯）	
	放送事業用 ワイドバンド無線	① 基地受信、② 移動局（中継車）、 ③ 移動局（携帯）	
200MHz 帯	公共 ブロードバンド 移動通信システム	① 基地局、② 移動局、③ 可搬型基地局３ｍ、 ④ 可搬型基地局ポール 10m	

（２）判定基準

ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬの送信所をモデル置局した場合における各無線システムとの離調周波数とＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬの帯域外漏洩電力から到達雑音電力を求め、それぞれのシステムにおいて想定外来雑音と受信機熱雑音からなる総合雑音より３ｄＢ低い値となれば共用可能と判断する。想定外来雑音については、次の値を用いることとする。

① 60MHz 帯

電波法関係審査基準により、外来雑音-113ｄＢｍ／11.25ｋＨｚとする。

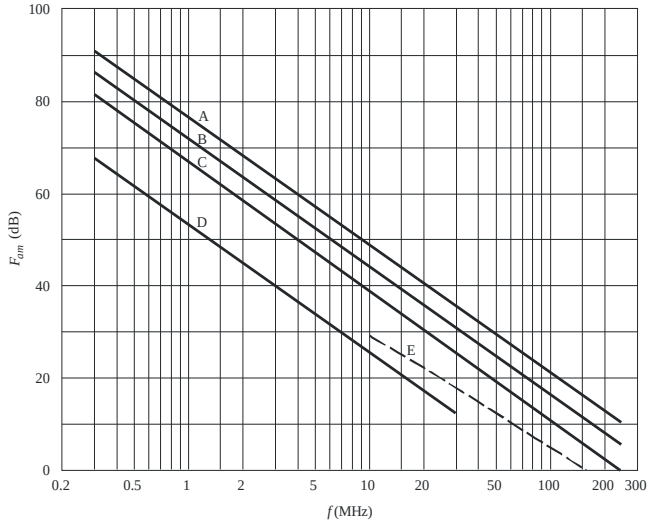
② 160MHz 帯及び 200MHz 帯

ＩＴＵ-Ｒ勧告　Ｐ．372－11 により算出する。都市雑音の中央値は、次式のＦａｍ相当のＮＦが熱雑音に加算された値として表現できる。

Ｆａｍ＝Ｃ－Ｄ×log（ｆ）MHz　（Ｃ及びＤについてはＴＡＢＬＥ11 参照）

FIGURE 10

Median values of man-made noise power for a short vertical lossless grounded monopole antenna



Environmental category:

Curves A: city
B: residential
C: rural
D: quiet rural
E: galactic (see § 6)

TABLE 11

VALUES OF THE CONSTANTS *C* AND *D*

ENVIRONMENTAL CATEGORY	***C***	***D***
CITY (CURVE A)	76.8	27.7
RESIDENTIAL (CURVE B)	72.5	27.7
RURAL (CURVE C)	67.2	27.7
QUIET RURAL (CURVE D)	53.6	28.6
GALACTIC NOISE (CURVE E)	52.0	23.0

【170MHz における都市雑音量の計算値】

・熱雑音（25℃）　-113.8ｄＢｍ／ＭＨｚ

・カーブＡ（都市部）-98.8ｄＢｍ／ＭＨｚ

（Ｆａｍ＝15.0）

放送事業用無線システム（連絡用無線、ワイドバンド無線）の基地局（又は基地受信）については、ＩＴＵ－Ｒ勧告 Ｐ．372－11 のＲＥＳＩＤＥＮＴＩＡＬ（ＣＵＲＶＥ　Ｂ）を用いて、干渉雑音増加分を考慮し３ｄＢ低い値として干渉検討を行うこととする。また、移動局（中継車）、移動局（携帯）については、ＡＲＩＢ　ＴＲ－Ｂ２１「技術資料 放送事業用連絡無線運用規定」により、1MHz 当たりの想定外来雑音として-100.7ｄＢｍ／ＭＨｚ（ＣＵＲＶＥＡより若干低い値）を許容干渉量として干渉検討を行うこととする。

200MHz 帯公共ブロードバンド移動通信システムへの干渉検討については、ＩＴＵ－Ｒ勧告　Ｐ．372－11 のＣＩＴＹ（ＣＵＲＶＥ　Ａ）を用いて、干渉雑音増加分を考慮し３ｄＢ低い値として干渉検討を行うこととする。したがって、-98.8-３＝-101.8ｄＢｍ／ＭＨｚの値を用いることとする。

（３）干渉検討条件

①　干渉検討距離

ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬと他の無線システムが現実的に置局されるモデルについて、水平直線距離 10m、50m、100m、300m及び 500mの５つのパターンで検討する。

なお、水平直線距離 10m については、アンテナ高差による実際の空間伝搬距離にて伝搬損失の計算を行った。

②　電波伝搬モデル

電波伝搬モデルは、ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬが固定地点間での送信となること及び近距離における置局間に与える影響を検討することから自由空間伝搬とする。

③　空中線指向特性

今回の検討モデルは、水平面上では与干渉、被干渉それぞれの無線局が正対した場合の雑音到達電力を算出した。（最悪モデル）

ただし、高低差の影響については、相互の垂直面角度（俯角、仰角）における空中線指向特性の減衰量を用いて計算する。

④　スペクトル特性

ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬの帯域端からの離調周波数を±50kHz、±150kHz、±3MHz、±5MHz 及び±10MHz の５つのパターンによるスペクトル特性値を用いて検討する。

⑤　ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬの送信空中線高

ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬの送信空中線高については、20m及び50mの２つのパターンで検討する。

⑥　許容干渉量と所要改善量

各無線システムの許容干渉量は、３．（１）～３．（３）に示す値に対して、到達雑音電力と比較し所要改善量を検討する。

５．検討結果

（１）60MHz 帯公共業務用固定局への与干渉

①　検討結果

ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬが 60MHz 帯公共業務用固定局に与える干渉（与干渉）について計算した検討結果は、表１６～表２３のとおり。

表１６　60MHz 帯公共業務用固定局への干渉検討結果（デジタル１６ＱＡＭ）
周波数差±150kHz、水平直線距離 50m、送信高 20m

与干渉	被干渉	許容干渉量（ｄＢｍ／ＭＨｚ）	到達雑音電力（ｄＢｍ／ＭＨｚ）	所要改善量（ｄＢ）
デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ	屋外子局	-96.3	-51.7	44.6
	戸別受信機（ロッド）	-96.3	-65.2	31.1
	戸別受信機（３素子）	-96.3	-52.3	44.0
	基地受信	-96.3	-57.1	39.2

表１７　60MHz 帯公共業務用固定局への干渉検討結果（デジタル１６ＱＡＭ）
周波数差±150kHz、水平直線距離 50m、送信高 50m

与干渉	被干渉	許容干渉量（ｄＢｍ／ＭＨｚ）	到達雑音電力（ｄＢｍ／ＭＨｚ）	所要改善量（ｄＢ）
デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ	屋外子局	-96.3	-65.2	31.1
	戸別受信機（ロッド）	-96.3	-72.4	23.9
	戸別受信機（３素子）	-96.3	-66.4	29.9
	基地受信	-96.3	-62.9	33.4

表１８　60MHz 帯公共業務用固定局への干渉検討結果（デジタル１６ＱＡＭ）
周波数差±3MHz（※）、水平直線距離 50m、送信高 20m

与干渉	被干渉	許容干渉量（ｄＢｍ／ＭＨｚ）	到達雑音電力（ｄＢｍ／ＭＨｚ）	所要改善量（ｄＢ）
デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ	屋外子局	-96.3	-61.7	34.6
	戸別受信機（ロッド）	-96.3	-75.2	21.1
	戸別受信機（３素子）	-96.3	-62.3	34.0
	基地受信	-96.3	-67.1	29.2

（※）与干渉の送受信高周波ろ波特性（3MHz 以上）及び等価送信ろ波特性を考慮した範囲。（以下、表１９、表２２、表２３、表４４、表４５、表６２、表６３において同じ。）

表１９　60MHz 帯公共業務用固定局への干渉検討結果（デジタル１６ＱＡＭ）
周波数差±3MHz、水平直線距離 50m、送信高 50m

与干渉	被干渉	許容干渉量（ｄＢｍ／ＭＨｚ）	到達雑音電力（ｄＢｍ／ＭＨｚ）	所要改善量（ｄＢ）
デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ	屋外子局	-96.3	-75.2	21.1
	戸別受信機（ロッド）	-96.3	-82.4	13.9
	戸別受信機（３素子）	-96.3	-76.4	19.9
	基地受信	-96.3	-72.9	23.4

表２０　60MHz 帯公共業務用固定局への干渉検討結果（アナログ）
周波数差±150kHz、水平直線距離 50m、送信高 20m

与干渉	被干渉	許容干渉量（ｄＢｍ／ＭＨｚ）	到達雑音電力（ｄＢｍ／ＭＨｚ）	所要改善量（ｄＢ）
デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ	屋外子局	-96.5	-51.7	44.8
	戸別受信機（ロッド）	-96.5	-65.2	31.3
	戸別受信機（３素子）	-96.5	-52.3	44.2
	基地受信	-96.5	-57.1	39.4

表２１　60MHz 帯公共業務用固定局への干渉検討結果（アナログ）
周波数差±150kHz、水平直線距離 50m、送信高 50m

与干渉	被干渉	許容干渉量（ｄＢｍ／ＭＨｚ）	到達雑音電力（ｄＢｍ／ＭＨｚ）	所要改善量（ｄＢ）
デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ	屋外子局	-96.5	-65.2	31.3
	戸別受信機（ロッド）	-96.5	-72.4	24.1
	戸別受信機（３素子）	-96.5	-66.4	30.1
	基地受信	-96.5	-62.9	33.6

表２２　60MHz 帯公共業務用固定局への干渉検討結果（アナログ）
周波数差±3MHz、水平直線距離 50m、送信高 20m

与干渉	被干渉	許容干渉量（ｄＢｍ／ＭＨｚ）	到達雑音電力（ｄＢｍ／ＭＨｚ）	所要改善量（ｄＢ）
デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ	屋外子局	-96.5	-61.7	34.8
	戸別受信機（ロッド）	-96.5	-75.2	21.3
	戸別受信機（３素子）	-96.5	-62.3	34.2
	基地受信	-96.5	-67.1	29.4

表２３　60MHz 帯公共業務用固定局への干渉検討結果（アナログ）
周波数差±3MHz、水平直線距離 50m、送信高 50m

与干渉	被干渉	許容干渉量（ｄＢｍ／ＭＨｚ）	到達雑音電力（ｄＢｍ／ＭＨｚ）	所要改善量（ｄＢ）
デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ	屋外子局	-96.5	-75.2	21.3
	戸別受信機（ロッド）	-96.5	-82.4	14.1
	戸別受信機（３素子）	-96.5	-76.4	20.1
	基地受信	-96.5	-72.9	23.6

②　所要改善量

干渉各条件における所要改善量は、表２４及び表２５のとおり。

表２４　60MHz 帯公共業務用固定局への干渉各条件における所要改善量（ｄＢ）

（デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ：送信高 50m、空中線電力５W、利得８ｄＢｉ、給電線損失２ｄＢ）

被干渉条件		帯域端からの Δｆ（kHz）	離隔距離（ｋｍ）				
			0.01	0.05	0.1	0.3	0.5
1	デジタル同報無線（屋外子局） 受信アンテナ：３素子八木アンテナ 受信空中線利得：8.15ｄＢｉ 給電線損失：1.5ｄＢ 受信高：５ｍ	50	15.0	42.1	47.1	41.8	37.8
		150	4.0	31.1	36.1	30.8	26.8
		3000	−6.0	21.1	26.1	20.8	16.8
		5000	−16.0	11.1	16.1	10.8	6.8
		10000	−36.0	−8.9	−3.9	−9.2	−13.2
2	デジタル同報無線（戸別受信） 受信アンテナ：ロッドアンテナ 受信空中線利得：−7.85ｄＢｉ 給電線損失：０ｄＢ 受信高：２ｍ	50	17.8	34.9	34.9	27.8	23.6
		150	6.8	23.9	23.9	16.8	12.6
		3000	−3.2	13.9	13.9	6.8	2.6
		5000	−13.2	3.9	3.9	−3.2	−7.4
		10000	−33.2	−16.1	−16.1	−23.2	−27.4
3	デジタル同報無線（戸別受信） 受信アンテナ：３素子八木アンテナ 受信空中線利得：8.15ｄＢｉ 給電線損失：1.5ｄＢ 受信高：３ｍ	50	13.5	40.9	46.7	41.8	37.8
		150	2.5	29.9	35.7	30.8	26.8
		3000	−7.5	19.9	25.7	20.8	16.8
		5000	−17.5	9.9	15.7	10.8	6.8
		10000	−37.5	−10.1	−4.3	−9.2	−13.2
4	デジタル同報無線（基地受信） 受信アンテナ：ダイポール 受信空中線利得：2.15ｄＢｉ 給電線損失：3.5ｄＢ 受信高：20m	50	9.1	44.4	42.5	34.5	30.1
		150	−1.9	33.4	31.5	23.5	19.1
		3000	−11.9	23.4	21.5	13.5	9.1
		5000	−21.9	13.4	11.5	3.5	−0.9
		10000	−41.9	−6.6	−8.5	−16.5	−20.9
5	アナログ同報無線（屋外子局） 受信アンテナ：３素子八木アンテナ 受信空中線利得：8.15ｄＢｉ 給電線損失：1.5ｄＢ 受信高：５ｍ	50	15.2	42.3	47.3	42.0	38.0
		150	4.2	31.3	36.3	31.0	27.0
		3000	−5.8	21.3	26.3	21.0	17.0
		5000	−15.8	11.3	16.3	11.0	7.0
		10000	−35.8	−8.7	−3.7	−9.0	−13.0
6	アナログ同報無線（戸別受信） 受信アンテナ：ロッドアンテナ 受信空中線利得：−7.85ｄＢｉ 給電線損失：０ｄＢ 受信高：２ｍ	50	18.0	35.1	35.1	28.0	23.8
		150	7.0	24.1	24.1	17.0	12.8
		3000	−3.0	14.1	14.1	7.0	2.8
		5000	−13.0	4.1	4.1	−3.0	−7.2
		10000	−33.0	−15.9	−15.9	−23.0	−27.2
7	アナログ同報無線（戸別受信） 受信アンテナ：３素子八木アンテナ 受信空中線利得：8.15ｄＢｉ 給電線損失：1.5ｄＢ 受信高：３ｍ	50	13.7	41.1	46.9	42.0	38.0
		150	2.7	30.1	35.9	31.0	27.0
		3000	−7.3	20.1	25.9	21.0	17.0
		5000	−17.3	10.1	15.9	11.0	7.0
		10000	−37.3	−9.9	−4.1	−9.0	−13.0
8	アナログ同報無線（基地受信） 受信アンテナ：ダイポール 受信空中線利得：2.15ｄＢｉ 給電線損失：3.5ｄＢ 受信高：20m	50	9.3	44.6	42.7	34.7	30.3
		150	−1.7	33.6	31.7	23.7	19.3
		3000	−11.7	23.6	21.7	13.7	9.3
		5000	−21.7	13.6	11.7	3.7	−0.7
		10000	−41.7	−6.4	−8.3	−16.3	−20.7

表中、デジタル同報無線は、１６ＱＡＭ方式である。

表２５　60MHz 帯公共業務用固定局への干渉各条件における所要改善量（ｄＢ）

（デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ：送信高 20m、空中線電力５Ｗ、利得８ｄＢｉ、給電線損失２ｄＢ）

被干渉条件		帯域端からの Δｆ（kHz）	離隔距離（ｋｍ）				
			0.01	0.05	0.1	0.3	0.5
1	デジタル同報無線（屋外子局） 受信アンテナ：３素子八木アンテナ 受信空中線利得：8.15ｄＢｉ 給電線損失：1.5ｄＢ 受信高：５ｍ	50	39.4	55.6	51.4	42.4	38.0
		150	28.4	44.6	40.4	31.4	27.0
		3000	18.4	34.6	30.4	21.4	17.0
		5000	8.4	24.6	20.4	11.4	7.0
		10000	−11.6	4.6	0.4	−8.6	−13.0
2	デジタル同報無線（戸別受信） 受信アンテナ：ロッドアンテナ 受信空中線利得：−7.85ｄＢｉ 給電線損失：０ｄＢ 受信高：２ｍ	50	30.7	42.1	37.2	28.1	23.6
		150	19.7	31.1	26.2	17.1	12.6
		3000	9.7	21.1	16.2	7.1	2.6
		5000	−0.3	11.1	6.2	−2.9	−7.4
		10000	−20.3	−8.9	−13.8	−22.9	−27.4
3	デジタル同報無線（戸別受信） 受信アンテナ：３素子八木アンテナ 受信空中線利得：8.15ｄＢｉ 給電線損失：1.5ｄＢ 受信高：３ｍ	50	36.3	55.0	51.2	42.4	38.0
		150	25.3	44.0	40.2	31.4	27.0
		3000	15.3	34.0	30.2	21.4	17.0
		5000	5.3	24.0	20.2	11.4	7.0
		10000	−14.7	4.0	0.2	−8.6	−13.0
4	デジタル同報無線（基地受信） 受信アンテナ：ダイポール 受信空中線利得：2.15ｄＢｉ 給電線損失：3.5ｄＢ 受信高：20m	50	64.1	50.2	44.1	34.6	30.2
		150	53.1	39.2	33.1	23.6	19.2
		3000	43.1	29.2	23.1	13.6	9.2
		5000	33.1	19.2	13.1	3.6	−0.8
		10000	13.1	−0.8	−6.9	−16.4	−20.8
5	アナログ同報無線（屋外子局） 受信アンテナ：３素子八木アンテナ 受信空中線利得：8.15ｄＢｉ 給電線損失：1.5ｄＢ 受信高：５ｍ	50	39.6	55.8	51.6	42.6	38.2
		150	28.6	44.8	40.6	31.6	27.2
		3000	18.6	34.8	30.6	21.6	17.2
		5000	8.6	24.8	20.6	11.6	7.2
		10000	−11.4	4.8	0.6	−8.4	−12.8
6	アナログ同報無線（戸別受信） 受信アンテナ：ロッドアンテナ 受信空中線利得：−7.85ｄＢｉ 給電線損失：０ｄＢ 受信高：２ｍ	50	30.9	42.3	37.4	28.3	23.8
		150	19.9	31.3	26.4	17.3	12.8
		3000	9.9	21.3	16.4	7.3	2.8
		5000	−0.1	11.3	6.4	−2.7	−7.2
		10000	−20.1	−8.7	−13.6	−22.7	−27.2
7	アナログ同報無線（戸別受信） 受信アンテナ：３素子八木アンテナ 受信空中線利得：8.15ｄＢｉ 給電線損失：1.5ｄＢ 受信高：３ｍ	50	36.5	55.2	51.4	42.6	38.2
		150	25.5	44.2	40.4	31.6	27.2
		3000	15.5	34.2	30.4	21.6	17.2
		5000	5.5	24.2	20.4	11.6	7.2
		10000	−14.5	4.2	0.4	−8.4	−12.8
8	アナログ同報無線（基地受信） 受信アンテナ：ダイポール 受信空中線利得：2.15ｄＢｉ 給電線損失：3.5ｄＢ 受信高：20m	50	64.3	50.4	44.3	34.8	30.4
		150	53.3	39.4	33.3	23.8	19.4
		3000	43.3	29.4	23.3	13.8	9.4
		5000	33.3	19.4	13.3	3.8	−0.6
		10000	13.3	−0.6	−6.7	−16.2	−20.6

表中、デジタル同報無線は、１６ＱＡＭ方式である。

③　検討結果と考察

計算結果のとおり、水平直線距離 50ｍの関係で最も厳しい条件は基地受信の場合で、150kHz 離れで 33.4ｄＢの改善量が必要になり、3MHz 離れでは 23.4ｄＢの改善が必要になる。

しかし､水平直線距離 100ｍの関係になると屋外子局の 150kHz 離れで 36.1ｄＢの改善量が必要になり、3MHz 離れでは 26.1ｄＢの改善が必要になる。これは相互の無線システムの送信空中線指向特性の影響が現れる結果となった。水平直線距離 50ｍについては、60MHz 帯公共業務用固定局の低い空中線高（２ｍ～５ｍ）における水平直線距離 10ｍの伝搬距離に近似する関係となる。また、比較的緩めな干渉条件としては、戸別受信のロッドアンテナのモデルであり、最悪条件となる基地受信に比べ約 10ｄＢ緩和される結果となった。

アナログシステムとデジタルシステムを比較すると､等価受信帯域幅の差分によりアナログシステムが 0.2ｄＢ改善量を多く必要とする結果となった。

今回の検討で用いた値は、計算値として試験装置の実力値よりも３～13ｄＢ厳しい値を用いて計算したものであり、実力値を考慮すると周波数差 3MHz までの周波数については 10ｄＢ以上の改善を期待することができる。

また、今回の検討では、相互の無線システムが固定の設置を基本とし、それぞれの空中線が正対する最悪条件モデルによる検討であるが､試験装置の実力値を考慮した上で離調周波数及び離隔距離を相互に十分確保することや､ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬの送信空中線の指向性主方向に正対しない位置関係や､建物等による遮へい等の工夫など､ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ側のサイトエンジニアリングにより共用可能と考えられる。また､個別検討において所要改善量が確保できない場合はフィルタ（20～30ｄＢ程度）を使用することで共用可能と考えられる。

④　60MHz 帯公共業務用の固定局への干渉計算結果（例）

ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬの送信高が 50m、20mにおける計算結果を表２６～表４１に示す。

表２６　デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ送信高 50m、空中線電力５Ｗの場合

被干渉条件	デジタル同報無線（屋外子局）
受信アンテナ	３素子八木アンテナ
受信空中線利得	8.15ｄＢｉ
給電線損失	1.5ｄＢ
受信高	５ｍ

距離 (km)	俯角 (°)	送信指向性損失（ｄＢ）	受信指向性損失（ｄＢ）	帯域端からのΔｆ (kHz)	帯域外漏洩電力 Pi（ｄＢm／ＭＨｚ）	到達雑音電力 Pr（ｄＢm／ＭＨｚ）	許容干渉量（ｄＢm／ＭＨｚ）	所要改善量（ｄＢ）
0.01	77.5	21.5	22.3	50	-9.6	-81.3	-96.3	15.0
				150	-20.6	-92.3		4.0
				3000	-30.6	-102.3		-6.0
				5000	-40.6	-112.3		-16.0
				10000	-60.6	-132.3		-36.0
0.05	42.0	11.6	4.4	50	-9.6	-54.2	-96.3	42.1
				150	-20.6	-65.2		31.1
				3000	-30.6	-75.2		21.1
				5000	-40.6	-85.2		11.1
				10000	-60.6	-105.2		-8.9
0.1	24.2	3.6	1.5	50	-9.6	-49.2	-96.3	47.1
				150	-20.6	-60.2		36.1
				3000	-30.6	-70.2		26.1
				5000	-40.6	-80.2		16.1
				10000	-60.6	-100.2		-3.9
0.3	8.5	0.5	0.3	50	-9.6	-54.5	-96.3	41.8
				150	-20.6	-65.5		30.8
				3000	-30.6	-75.5		20.8
				5000	-40.6	-85.5		10.8
				10000	-60.6	-105.5		-9.2
0.5	5.1	0.2	0.2	50	-9.6	-58.5	-96.3	37.8
				150	-20.6	-69.5		26.8
				3000	-30.6	-79.5		16.8
				5000	-40.6	-89.5		6.8
				10000	-60.6	-109.5		-13.2
1.5	1.7	0.1	0.1	50	-9.6	-67.8	-96.3	28.5
				150	-20.6	-78.8		17.5
				3000	-30.6	-88.8		7.5
				5000	-40.6	-98.8		-2.5
				10000	-60.6	-118.8		-22.5

表２７　デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ送信高 50m、空中線電力５Ｗの場合

被干渉条件	デジタル同報無線（戸別受信）
受信アンテナ	ロッドアンテナ
受信空中線利得	-7.85ｄＢｉ
給電線損失	０ｄＢ
受信高	２ｍ

距離 (km)	俯角 (°)	送信指向性損失 （ｄＢ）	受信指向性損失 （ｄＢ）	帯域端からの Δｆ (kHz)	帯域外漏洩電力 Pi （ｄＢm／ＭＨｚ）	到達雑音電力 Pr （ｄＢm／ＭＨｚ）	許容干渉量 （ｄＢm／ＭＨｚ）	所要改善量 （ｄＢ）
0.01	78.2	26.0	0.0	50	-9.6	-78.5	-96.3	17.8
				150	-20.6	-89.5		6.8
				3000	-30.6	-99.5		-3.2
				5000	-40.6	-109.5		-13.2
				10000	-60.6	-129.5		-33.2
0.05	43.8	8.8	0.0	50	-9.6	-61.4	-96.3	34.9
				150	-20.6	-72.4		23.9
				3000	-30.6	-82.4		13.9
				5000	-40.6	-92.4		3.9
				10000	-60.6	-112.4		-16.1
0.1	25.6	2.7	0.0	50	-9.6	-61.4	-96.3	34.9
				150	-20.6	-72.4		23.9
				3000	-30.6	-82.4		13.9
				5000	-40.6	-92.4		3.9
				10000	-60.6	-112.4		-16.1
0.3	9.1	0.3	0.0	50	-9.6	-68.5	-96.3	27.8
				150	-20.6	-79.5		16.8
				3000	-30.6	-89.5		6.8
				5000	-40.6	-99.5		-3.2
				10000	-60.6	-119.5		-23.2
0.5	5.5	0.1	0.0	50	-9.6	-72.7	-96.3	23.6
				150	-20.6	-83.7		12.6
				3000	-30.6	-93.7		2.6
				5000	-40.6	-103.7		-7.4
				10000	-60.6	-123.7		-27.4
1.5	1.8	0.0	0.0	50	-9.6	-82.2	-96.3	14.1
				150	-20.6	-93.2		3.1
				3000	-30.6	-103.2		-6.9
				5000	-40.6	-113.2		-16.9
				10000	-60.6	-133.2		-36.9

表２８　デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ送信高 50m、空中線電力５Ｗの場合

被干渉条件	デジタル同報無線（戸別受信）
受信アンテナ	３素子八木アンテナ
受信空中線利得	8.15ｄＢｉ
給電線損失	1.5ｄＢ
受信高	３ｍ

距離 (km)	俯角 (°)	送信指向性損失 （ｄＢ）	受信指向性損失 （ｄＢ）	帯域端からの Δｆ (kHz)	帯域外漏洩電力 Pi （ｄＢm／MHｚ）	到達雑音電力 Pr （ｄＢm／MHｚ）	許容干渉量 （ｄＢm／MHｚ）	所要改善量 （ｄＢ）
0.01	78.0	21.7	23.4	50	-9.6	-82.8	-96.3	13.5
				150	-20.6	-93.8		2.5
				3000	-30.6	-103.8		-7.5
				5000	-40.6	-113.8		-17.5
				10000	-60.6	-133.8		-37.5
0.05	43.2	12.5	4.8	50	-9.6	-55.4	-96.3	40.9
				150	-20.6	-66.4		29.9
				3000	-30.6	-76.4		19.9
				5000	-40.6	-86.4		9.9
				10000	-60.6	-106.4		-10.1
0.1	25.2	3.8	1.6	50	-9.6	-49.6	-96.3	46.7
				150	-20.6	-60.6		35.7
				3000	-30.6	-70.6		25.7
				5000	-40.6	-80.6		15.7
				10000	-60.6	-100.6		-4.3
0.3	8.9	0.5	0.3	50	-9.6	-54.5	-96.3	41.8
				150	-20.6	-65.5		30.8
				3000	-30.6	-75.5		20.8
				5000	-40.6	-85.5		10.8
				10000	-60.6	-105.5		-9.2
0.5	5.4	0.2	0.2	50	-9.6	-58.5	-96.3	37.8
				150	-20.6	-69.5		26.8
				3000	-30.6	-79.5		16.8
				5000	-40.6	-89.5		6.8
				10000	-60.6	-109.5		-13.2
1.5	1.8	0.1	0.1	50	-9.6	-67.8	-96.3	28.5
				150	-20.6	-78.8		17.5
				3000	-30.6	-88.8		7.5
				5000	-40.6	-98.8		-2.5
				10000	-60.6	-118.8		-22.5

表２９　デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ送信高 50m、空中線電力５Ｗの場合

被干渉条件	デジタル同報無線（基地受信）
受信アンテナ	ダイポール
受信空中線利得	2.15ｄＢｉ
給電線損失	3.5ｄＢ
受信高	20m

距離 (km)	俯角 (°)	送信指向性損失 （ｄＢ）	受信指向性損失 （ｄＢ）	帯域端からの Δｆ (kHz)	帯域外漏洩電力 Pi （ｄＢm／MHｚ）	到達雑音電力 Pr （ｄＢm／MHｚ）	許容干渉量 （ｄＢm／MHｚ）	所要改善量 （ｄＢ）
0.01	71.6	26.0	19.0	50	−9.6	−87.2	−96.3	9.1
				150	−20.6	−98.2		−1.9
				3000	−30.6	−108.2		−11.9
				5000	−40.6	−118.2		−21.9
				10000	−60.6	−138.2		−41.9
0.05	31.0	4.0	1.8	50	−9.6	−51.9	−96.3	44.4
				150	−20.6	−62.9		33.4
				3000	−30.6	−72.9		23.4
				5000	−40.6	−82.9		13.4
				10000	−60.6	−102.9		−6.6
0.1	16.7	1.1	0.5	50	−9.6	−53.8	−96.3	42.5
				150	−20.6	−64.8		31.5
				3000	−30.6	−74.8		21.5
				5000	−40.6	−84.8		11.5
				10000	−60.6	−104.8		−8.5
0.3	5.7	0.1	0.0	50	−9.6	−61.8	−96.3	34.5
				150	−20.6	−72.8		23.5
				3000	−30.6	−82.8		13.5
				5000	−40.6	−92.8		3.5
				10000	−60.6	−112.8		−16.5
0.5	3.4	0.0	0.0	50	−9.6	−66.2	−96.3	30.1
				150	−20.6	−77.2		19.1
				3000	−30.6	−87.2		9.1
				5000	−40.6	−97.2		−0.9
				10000	−60.6	−117.2		−20.9
1.5	1.1	0.0	0.0	50	−9.6	−75.7	−96.3	20.6
				150	−20.6	−86.7		9.6
				3000	−30.6	−96.7		−0.4
				5000	−40.6	−106.7		−10.4
				10000	−60.6	−126.7		−30.4

表３０　デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ送信高 50m、空中線電力５Ｗの場合

被干渉条件	アナログ同報無線（屋外子局）
受信アンテナ	３素子八木アンテナ
受信空中線利得	8.15ｄＢｉ
給電線損失	1.5ｄＢ
受信高	５ｍ

距離 (km)	俯角 (°)	送信指向性損失 （ｄＢ）	受信指向性損失 （ｄＢ）	帯域端からの Δｆ (kHz)	帯域外漏洩電力 Pi （ｄＢm／ＭＨｚ）	到達雑音電力 Pr （ｄＢm／ＭＨｚ）	許容干渉量 （ｄＢm／ＭＨｚ）	所要改善量 （ｄＢ）
0.01	77.5	21.5	22.3	50	-9.6	-81.3	-96.5	15.2
				150	-20.6	-92.3		4.2
				3000	-30.6	-102.3		-5.8
				5000	-40.6	-112.3		-15.8
				10000	-60.6	-132.3		-35.8
0.05	42.0	11.6	4.4	50	-9.6	-54.2	-96.5	42.3
				150	-20.6	-65.2		31.3
				3000	-30.6	-75.2		21.3
				5000	-40.6	-85.2		11.3
				10000	-60.6	-105.2		-8.7
0.1	24.2	3.6	1.5	50	-9.6	-49.2	-96.5	47.3
				150	-20.6	-60.2		36.3
				3000	-30.6	-70.2		26.3
				5000	-40.6	-80.2		16.3
				10000	-60.6	-100.2		-3.7
0.3	8.5	0.5	0.3	50	-9.6	-54.5	-96.5	42.0
				150	-20.6	-65.5		31.0
				3000	-30.6	-75.5		21.0
				5000	-40.6	-85.5		11.0
				10000	-60.6	-105.5		-9.0
0.5	5.1	0.2	0.2	50	-9.6	-58.5	-96.5	38.0
				150	-20.6	-69.5		27.0
				3000	-30.6	-79.5		17.0
				5000	-40.6	-89.5		7.0
				10000	-60.6	-109.5		-13.0
1.5	1.7	0.1	0.1	50	-9.6	-67.8	-96.5	28.7
				150	-20.6	-78.8		17.7
				3000	-30.6	-88.8		7.7
				5000	-40.6	-98.8		-2.3
				10000	-60.6	-118.8		-22.3

表３１　デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ送信高 50m、空中線電力５Ｗの場合

被干渉条件	アナログ同報無線（戸別受信）
受信アンテナ	ロッドアンテナ
受信空中線利得	-7.85ｄＢｉ
給電線損失	０ｄＢ
受信高	２ｍ

距離 (km)	俯角 (°)	送信指向性損失 （ｄＢ）	受信指向性損失 （ｄＢ）	帯域端からの Δｆ (kHz)	帯域外漏洩電力 Pi （ｄＢm／MHｚ）	到達雑音電力 Pr （ｄＢm／MHｚ）	許容干渉量 （ｄＢm／MHｚ）	所要改善量 （ｄＢ）
0.01	78.2	26.0	0.0	50	-9.6	-78.5	-96.5	18.0
				150	-20.6	-89.5		7.0
				3000	-30.6	-99.5		-3.0
				5000	-40.6	-109.5		-13.0
				10000	-60.6	-129.5		-33.0
0.05	43.8	8.8	0.0	50	-9.6	-61.4	-96.5	35.1
				150	-20.6	-72.4		24.1
				3000	-30.6	-82.4		14.1
				5000	-40.6	-92.4		4.1
				10000	-60.6	-112.4		-15.9
0.1	25.6	2.7	0.0	50	-9.6	-61.4	-96.5	35.1
				150	-20.6	-72.4		24.1
				3000	-30.6	-82.4		14.1
				5000	-40.6	-92.4		4.1
				10000	-60.6	-112.4		-15.9
0.3	9.1	0.3	0.0	50	-9.6	-68.5	-96.5	28.0
				150	-20.6	-79.5		17.0
				3000	-30.6	-89.5		7.0
				5000	-40.6	-99.5		-3.0
				10000	-60.6	-119.5		-23.0
0.5	5.5	0.1	0.0	50	-9.6	-72.7	-96.5	23.8
				150	-20.6	-83.7		12.8
				3000	-30.6	-93.7		2.8
				5000	-40.6	-103.7		-7.2
				10000	-60.6	-123.7		-27.2
1.5	1.8	0.0	0.0	50	-9.6	-82.2	-96.5	14.3
				150	-20.6	-93.2		3.3
				3000	-30.6	-103.2		-6.7
				5000	-40.6	-113.2		-16.7
				10000	-60.6	-133.2		-36.7

表３２　デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ送信高 50m、空中線電力５Ｗの場合

被干渉条件	アナログ同報無線（戸別受信）
受信アンテナ	３素子八木アンテナ
受信空中線利得	8.15ｄＢｉ
給電線損失	1.5ｄＢ
受信高	３ｍ

距離 (km)	俯角 (°)	送信指向性損失 （ｄＢ）	受信指向性損失 （ｄＢ）	帯域端からの Δｆ (kHz)	帯域外漏洩電力 Pi （ｄＢm／ＭＨｚ）	到達雑音電力 Pr （ｄＢm／ＭＨｚ）	許容干渉量 （ｄＢm／ＭＨｚ）	所要改善量 （ｄＢ）
0.01	78.0	21.7	23.4	50	-9.6	-82.8	-96.5	13.7
				150	-20.6	-93.8		2.7
				3000	-30.6	-103.8		-7.3
				5000	-40.6	-113.8		-17.3
				10000	-60.6	-133.8		-37.3
0.05	43.2	12.5	4.8	50	-9.6	-55.4	-96.5	41.1
				150	-20.6	-66.4		30.1
				3000	-30.6	-76.4		20.1
				5000	-40.6	-86.4		10.1
				10000	-60.6	-106.4		-9.9
0.1	25.2	3.8	1.6	50	-9.6	-49.6	-96.5	46.9
				150	-20.6	-60.6		35.9
				3000	-30.6	-70.6		25.9
				5000	-40.6	-80.6		15.9
				10000	-60.6	-100.6		-4.1
0.3	8.9	0.5	0.3	50	-9.6	-54.5	-96.5	42.0
				150	-20.6	-65.5		31.0
				3000	-30.6	-75.5		21.0
				5000	-40.6	-85.5		11.0
				10000	-60.6	-105.5		-9.0
0.5	5.4	0.2	0.2	50	-9.6	-58.5	-96.5	38.0
				150	-20.6	-69.5		27.0
				3000	-30.6	-79.5		17.0
				5000	-40.6	-89.5		7.0
				10000	-60.6	-109.5		-13.0
1.5	1.8	0.1	0.1	50	-9.6	-67.8	-96.5	28.7
				150	-20.6	-78.8		17.7
				3000	-30.6	-88.8		7.7
				5000	-40.6	-98.8		-2.3
				10000	-60.6	-118.8		-22.3

表３３　デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ送信高 50m、空中線電力５Ｗの場合

被干渉条件	アナログ同報無線（基地受信）
受信アンテナ	ダイポール
受信空中線利得	2.15ｄＢｉ
給電線損失	3.5ｄＢ
受信高	20m

距離 (km)	俯角 (°)	送信指向性損失 （ｄＢ）	受信指向性損失 （ｄＢ）	帯域端からの Δｆ (kHz)	帯域外漏洩電力 Pi （ｄＢm／MHｚ）	到達雑音電力 Pr （ｄＢm／MHｚ）	許容干渉量 （ｄＢm／MHｚ）	所要改善量 （ｄＢ）
0.01	71.6	26.0	19.0	50	−9.6	−87.2	−96.5	9.3
				150	−20.6	−98.2		−1.7
				3000	−30.6	−108.2		−11.7
				5000	−40.6	−118.2		−21.7
				10000	−60.6	−138.2		−41.7
0.05	31.0	4.0	1.8	50	−9.6	−51.9	−96.5	44.6
				150	−20.6	−62.9		33.6
				3000	−30.6	−72.9		23.6
				5000	−40.6	−82.9		13.6
				10000	−60.6	−102.9		−6.4
0.1	16.7	1.1	0.5	50	−9.6	−53.8	−96.5	42.7
				150	−20.6	−64.8		31.7
				3000	−30.6	−74.8		21.7
				5000	−40.6	−84.8		11.7
				10000	−60.6	−104.8		−8.3
0.3	5.7	0.1	0.0	50	−9.6	−61.8	−96.5	34.7
				150	−20.6	−72.8		23.7
				3000	−30.6	−82.8		13.7
				5000	−40.6	−92.8		3.7
				10000	−60.6	−112.8		−16.3
0.5	3.4	0.0	0.0	50	−9.6	−66.2	−96.5	30.3
				150	−20.6	−77.2		19.3
				3000	−30.6	−87.2		9.3
				5000	−40.6	−97.2		−0.7
				10000	−60.6	−117.2		−20.7
1.5	1.1	0.0	0.0	50	−9.6	−75.7	−96.5	20.8
				150	−20.6	−86.7		9.8
				3000	−30.6	−96.7		−0.2
				5000	−40.6	−106.7		−10.2
				10000	−60.6	−126.7		−30.2

表３４　デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ送信高 20m、空中線電力５Ｗの場合

被干渉条件	デジタル同報無線（屋外子局）
受信アンテナ	３素子八木アンテナ
受信空中線利得	8.15ｄＢｉ
給電線損失	1.5ｄＢ
受信高	５ｍ

距離 (km)	俯角 (°)	送信指向性損失 （ｄＢ）	受信指向性損失 （ｄＢ）	帯域端からの Δｆ (kHz)	帯域外漏洩電力 Pi （ｄＢm／ＭＨｚ）	到達雑音電力 Pr （ｄＢm／ＭＨｚ）	許容干渉量 （ｄＢm／ＭＨｚ）	所要改善量 （ｄＢ）
0.01	56.3	18.8	8.8	50	-9.6	-56.9	-96.3	39.4
				150	-20.6	-67.9		28.4
				3000	-30.6	-77.9		18.4
				5000	-40.6	-87.9		8.4
				10000	-60.6	-107.9		-11.6
0.05	16.7	1.8	0.8	50	-9.6	-40.7	-96.3	55.6
				150	-20.6	-51.7		44.6
				3000	-30.6	-61.7		34.6
				5000	-40.6	-71.7		24.6
				10000	-60.6	-91.7		4.6
0.1	8.5	0.5	0.3	50	-9.6	-44.9	-96.3	51.4
				150	-20.6	-55.9		40.4
				3000	-30.6	-65.9		30.4
				5000	-40.6	-75.9		20.4
				10000	-60.6	-95.9		0.4
0.3	2.9	0.1	0.1	50	-9.6	-53.9	-96.3	42.4
				150	-20.6	-64.9		31.4
				3000	-30.6	-74.9		21.4
				5000	-40.6	-84.9		11.4
				10000	-60.6	-104.9		-8.6
0.5	1.7	0.1	0.1	50	-9.6	-58.3	-96.3	38.0
				150	-20.6	-69.3		27.0
				3000	-30.6	-79.3		17.0
				5000	-40.6	-89.3		7.0
				10000	-60.6	-109.3		-13.0
1.5	0.6	0.0	0.0	50	-9.6	-67.7	-96.3	28.6
				150	-20.6	-78.7		17.6
				3000	-30.6	-88.7		7.6
				5000	-40.6	-98.7		-2.4
				10000	-60.6	-118.7		-22.4

表３５　デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ送信高 20m、空中線電力５Ｗの場合

被干渉条件	デジタル同報無線（戸別受信）
受信アンテナ	ロッドアンテナ
受信空中線利得	-7.85ｄＢｉ
給電線損失	０ｄＢ
受信高	２ｍ

距離 (km)	俯角 (°)	送信指向性損失 （ｄＢ）	受信指向性損失 （ｄＢ）	帯域端からの Δｆ (kHz)	帯域外漏洩電力 Pi （ｄＢm／ＭＨｚ）	到達雑音電力 Pr （ｄＢm／ＭＨｚ）	許容干渉量 （ｄＢm／ＭＨｚ）	所要改善量 （ｄＢ）
0.01	60.9	20.7	0.0	50	-9.6	-65.6	-96.3	30.7
				150	-20.6	-76.6		19.7
				3000	-30.6	-86.6		9.7
				5000	-40.6	-96.6		-0.3
				10000	-60.6	-116.6		-20.3
0.05	19.8	1.6	0.0	50	-9.6	-54.2	-96.3	42.1
				150	-20.6	-65.2		31.1
				3000	-30.6	-75.2		21.1
				5000	-40.6	-85.2		11.1
				10000	-60.6	-105.2		-8.9
0.1	10.2	0.4	0.0	50	-9.6	-59.1	-96.3	37.2
				150	-20.6	-70.1		26.2
				3000	-30.6	-80.1		16.2
				5000	-40.6	-90.1		6.2
				10000	-60.6	-110.1		-13.8
0.3	3.4	0.0	0.0	50	-9.6	-68.2	-96.3	28.1
				150	-20.6	-79.2		17.1
				3000	-30.6	-89.2		7.1
				5000	-40.6	-99.2		-2.9
				10000	-60.6	-119.2		-22.9
0.5	2.1	0.0	0.0	50	-9.6	-72.7	-96.3	23.6
				150	-20.6	-83.7		12.6
				3000	-30.6	-93.7		2.6
				5000	-40.6	-103.7		-7.4
				10000	-60.6	-123.7		-27.4
1.5	0.7	0.0	0.0	50	-9.6	-82.2	-96.3	14.1
				150	-20.6	-93.2		3.1
				3000	-30.6	-103.2		-6.9
				5000	-40.6	-113.2		-16.9
				10000	-60.6	-133.2		-36.9

表３６　デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ送信高 20m、空中線電力５Ｗの場合

被干渉条件	デジタル同報無線（戸別受信）
受信アンテナ	３素子八木アンテナ
受信空中線利得	8.15ｄＢｉ
給電線損失	1.5ｄＢ
受信高	３ｍ

距離 (km)	俯角 (°)	送信指向性損失 （ｄＢ）	受信指向性損失 （ｄＢ）	帯域端からの Δｆ (kHz)	帯域外漏洩電力 Pi （ｄＢm／ＭＨｚ）	到達雑音電力 Pr （ｄＢm／ＭＨｚ）	許容干渉量 （ｄＢm／ＭＨｚ）	所要改善量 （ｄＢ）
0.01	59.5	19.2	10.7	50	-9.6	-60.0	-96.3	36.3
				150	-20.6	-71.0		25.3
				3000	-30.6	-81.0		15.3
				5000	-40.6	-91.0		5.3
				10000	-60.6	-111.0		-14.7
0.05	18.8	2.2	0.9	50	-9.6	-41.3	-96.3	55.0
				150	-20.6	-52.3		44.0
				3000	-30.6	-62.3		34.0
				5000	-40.6	-72.3		24.0
				10000	-60.6	-92.3		4.0
0.1	9.6	0.6	0.3	50	-9.6	-45.1	-96.3	51.2
				150	-20.6	-56.1		40.2
				3000	-30.6	-66.1		30.2
				5000	-40.6	-76.1		20.2
				10000	-60.6	-96.1		0.2
0.3	3.2	0.1	0.1	50	-9.6	-53.9	-96.3	42.4
				150	-20.6	-64.9		31.4
				3000	-30.6	-74.9		21.4
				5000	-40.6	-84.9		11.4
				10000	-60.6	-104.9		-8.6
0.5	1.9	0.1	0.1	50	-9.6	-58.3	-96.3	38.0
				150	-20.6	-69.3		27.0
				3000	-30.6	-79.3		17.0
				5000	-40.6	-89.3		7.0
				10000	-60.6	-109.3		-13.0
1.5	0.6	0.0	0.0	50	-9.6	-67.7	-96.3	28.6
				150	-20.6	-78.7		17.6
				3000	-30.6	-88.7		7.6
				5000	-40.6	-98.7		-2.4
				10000	-60.6	-118.7		-22.4

表３７　デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ送信高 20m、空中線電力５Ｗの場合

被干渉条件	デジタル同報無線（基地受信）
受信アンテナ	ダイポール
受信空中線利得	2.15ｄＢｉ
給電線損失	3.5ｄＢ
受信高	20m

距離 (km)	俯角 (°)	送信指向性損失 （ｄＢ）	受信指向性損失 （ｄＢ）	帯域端からの Δｆ (kHz)	帯域外漏洩電力 Pi （ｄＢm／ＭＨｚ）	到達雑音電力 Pr （ｄＢm／ＭＨｚ）	許容干渉量 （ｄＢm／ＭＨｚ）	所要改善量 （ｄＢ）
0.01	0.0	0.0	0.0	50	-9.6	-32.2	-96.3	64.1
				150	-20.6	-43.2		53.1
				3000	-30.6	-53.2		43.1
				5000	-40.6	-63.2		33.1
				10000	-60.6	-83.2		13.1
0.05	0.0	0.0	0.0	50	-9.6	-46.1	-96.3	50.2
				150	-20.6	-57.1		39.2
				3000	-30.6	-67.1		29.2
				5000	-40.6	-77.1		19.2
				10000	-60.6	-97.1		-0.8
0.1	0.0	0.0	0.0	50	-9.6	-52.2	-96.3	44.1
				150	-20.6	-63.2		33.1
				3000	-30.6	-73.2		23.1
				5000	-40.6	-83.2		13.1
				10000	-60.6	-103.2		-6.9
0.3	0.0	0.0	0.0	50	-9.6	-61.7	-96.3	34.6
				150	-20.6	-72.7		23.6
				3000	-30.6	-82.7		13.6
				5000	-40.6	-92.7		3.6
				10000	-60.6	-112.7		-16.4
0.5	0.0	0.0	0.0	50	-9.6	-66.1	-96.3	30.2
				150	-20.6	-77.1		19.2
				3000	-30.6	-87.1		9.2
				5000	-40.6	-97.1		-0.8
				10000	-60.6	-117.1		-20.8
1.5	0.0	0.0	0.0	50	-9.6	-75.7	-96.3	20.6
				150	-20.6	-86.7		9.6
				3000	-30.6	-96.7		-0.4
				5000	-40.6	-106.7		-10.4
				10000	-60.6	-126.7		-30.4

表３８　デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ送信高 20m、空中線電力５Ｗの場合

被干渉条件	アナログ同報無線（屋外子局）
受信アンテナ	３素子八木アンテナ
受信空中線利得	8.15ｄＢｉ
給電線損失	1.5ｄＢ
受信高	５ｍ

距離 (km)	俯角 (°)	送信指向性損失 （ｄＢ）	受信指向性損失 （ｄＢ）	帯域端からの Δｆ (kHz)	帯域外漏洩電力 Pi （ｄＢm／ＭＨｚ）	到達雑音電力 Pr （ｄＢm／ＭＨｚ）	許容干渉量 （ｄＢm／ＭＨｚ）	所要改善量 （ｄＢ）
0.01	56.3	18.8	8.8	50	-9.6	-56.9	-96.5	39.6
				150	-20.6	-67.9		28.6
				3000	-30.6	-77.9		18.6
				5000	-40.6	-87.9		8.6
				10000	-60.6	-107.9		-11.4
0.05	16.7	1.8	0.8	50	-9.6	-40.7	-96.5	55.8
				150	-20.6	-51.7		44.8
				3000	-30.6	-61.7		34.8
				5000	-40.6	-71.7		24.8
				10000	-60.6	-91.7		4.8
0.1	8.5	0.5	0.3	50	-9.6	-44.9	-96.5	51.6
				150	-20.6	-55.9		40.6
				3000	-30.6	-65.9		30.6
				5000	-40.6	-75.9		20.6
				10000	-60.6	-95.9		0.6
0.3	2.9	0.1	0.1	50	-9.6	-53.9	-96.5	42.6
				150	-20.6	-64.9		31.6
				3000	-30.6	-74.9		21.6
				5000	-40.6	-84.9		11.6
				10000	-60.6	-104.9		-8.4
0.5	1.7	0.1	0.1	50	-9.6	-58.3	-96.5	38.2
				150	-20.6	-69.3		27.2
				3000	-30.6	-79.3		17.2
				5000	-40.6	-89.3		7.2
				10000	-60.6	-109.3		-12.8
1.5	0.6	0.0	0.0	50	-9.6	-67.7	-96.5	28.8
				150	-20.6	-78.7		17.8
				3000	-30.6	-88.7		7.8
				5000	-40.6	-98.7		-2.2
				10000	-60.6	-118.7		-22.2

表３９　デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ送信高 20m、空中線電力５Ｗの場合

被干渉条件	アナログ同報無線（戸別受信）
受信アンテナ	ロッドアンテナ
受信空中線利得	-7.85ｄＢｉ
給電線損失	０ｄＢ
受信高	２ｍ

距離 (km)	俯角 (°)	送信指向性損失 （ｄＢ）	受信指向性損失 （ｄＢ）	帯域端からの Δｆ (kHz)	帯域外漏洩電力 Pi （ｄＢm／ＭＨｚ）	到達雑音電力 Pr （ｄＢm／ＭＨｚ）	許容干渉量 （ｄＢm／ＭＨｚ）	所要改善量 （ｄＢ）
0.01	60.9	20.7	0.0	50	-9.6	-65.6	-96.5	30.9
				150	-20.6	-76.6		19.9
				3000	-30.6	-86.6		9.9
				5000	-40.6	-96.6		-0.1
				10000	-60.6	-116.6		-20.1
0.05	19.8	1.6	0.0	50	-9.6	-54.2	-96.5	42.3
				150	-20.6	-65.2		31.3
				3000	-30.6	-75.2		21.3
				5000	-40.6	-85.2		11.3
				10000	-60.6	-105.2		-8.7
0.1	10.2	0.4	0.0	50	-9.6	-59.1	-96.5	37.4
				150	-20.6	-70.1		26.4
				3000	-30.6	-80.1		16.4
				5000	-40.6	-90.1		6.4
				10000	-60.6	-110.1		-13.6
0.3	3.4	0.0	0.0	50	-9.6	-68.2	-96.5	28.3
				150	-20.6	-79.2		17.3
				3000	-30.6	-89.2		7.3
				5000	-40.6	-99.2		-2.7
				10000	-60.6	-119.2		-22.7
0.5	2.1	0.0	0.0	50	-9.6	-72.7	-96.5	23.8
				150	-20.6	-83.7		12.8
				3000	-30.6	-93.7		2.8
				5000	-40.6	-103.7		-7.2
				10000	-60.6	-123.7		-27.2
1.5	0.7	0.0	0.0	50	-9.6	-82.2	-96.5	14.3
				150	-20.6	-93.2		3.3
				3000	-30.6	-103.2		-6.7
				5000	-40.6	-113.2		-16.7
				10000	-60.6	-133.2		-36.7

表４０　デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ送信高 20m、空中線電力５Ｗの場合

被干渉条件	アナログ同報無線（戸別受信）
受信アンテナ	３素子八木アンテナ
受信空中線利得	8.15ｄＢｉ
給電線損失	1.5ｄＢ
受信高	３ｍ

距離 (km)	俯角 (°)	送信指向性損失 （ｄＢ）	受信指向性損失 （ｄＢ）	帯域端からの Δｆ (kHz)	帯域外漏洩電力 Pi （ｄＢm／ＭＨｚ）	到達雑音電力 Pr （ｄＢm／ＭＨｚ）	許容干渉量 （ｄＢm／ＭＨｚ）	所要改善量 （ｄＢ）
0.01	59.5	19.2	10.7	50	-9.6	-60.0	-96.5	36.5
				150	-20.6	-71.0		25.5
				3000	-30.6	-81.0		15.5
				5000	-40.6	-91.0		5.5
				10000	-60.6	-111.0		-14.5
0.05	18.8	2.2	0.9	50	-9.6	-41.3	-96.5	55.2
				150	-20.6	-52.3		44.2
				3000	-30.6	-62.3		34.2
				5000	-40.6	-72.3		24.2
				10000	-60.6	-92.3		4.2
0.1	9.6	0.6	0.3	50	-9.6	-45.1	-96.5	51.4
				150	-20.6	-56.1		40.4
				3000	-30.6	-66.1		30.4
				5000	-40.6	-76.1		20.4
				10000	-60.6	-96.1		0.4
0.3	3.2	0.1	0.1	50	-9.6	-53.9	-96.5	42.6
				150	-20.6	-64.9		31.6
				3000	-30.6	-74.9		21.6
				5000	-40.6	-84.9		11.6
				10000	-60.6	-104.9		-8.4
0.5	1.9	0.1	0.1	50	-9.6	-58.3	-96.5	38.2
				150	-20.6	-69.3		27.2
				3000	-30.6	-79.3		17.2
				5000	-40.6	-89.3		7.2
				10000	-60.6	-109.3		-12.8
1.5	0.6	0.0	0.0	50	-9.6	-67.7	-96.5	28.8
				150	-20.6	-78.7		17.8
				3000	-30.6	-88.7		7.8
				5000	-40.6	-98.7		-2.2
				10000	-60.6	-118.7		-22.2

表４１　デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ送信高 20m、空中線電力５Ｗの場合

被干渉条件	アナログ同報無線（基地受信）
受信アンテナ	ダイポール
受信空中線利得	2.15ｄＢｉ
給電線損失	3.5ｄＢ
受信高	20m

距離 (km)	俯角 (°)	送信指向性損失 （ｄＢ）	受信指向性損失 （ｄＢ）	帯域端からの Δｆ (kHz)	帯域外漏洩電力 Pi （ｄＢm／MHｚ）	到達雑音電力 Pr （ｄＢm／MHｚ）	許容干渉量 （ｄＢm／MHｚ）	所要改善量 （ｄＢ）
0.01	0.0	0.0	0.0	50	-9.6	-32.2	-96.5	64.3
				150	-20.6	-43.2		53.3
				3000	-30.6	-53.2		43.3
				5000	-40.6	-63.2		33.3
				10000	-60.6	-83.2		13.3
0.05	0.0	0.0	0.0	50	-9.6	-46.1	-96.5	50.4
				150	-20.6	-57.1		39.4
				3000	-30.6	-67.1		29.4
				5000	-40.6	-77.1		19.4
				10000	-60.6	-97.1		-0.6
0.1	0.0	0.0	0.0	50	-9.6	-52.2	-96.5	44.3
				150	-20.6	-63.2		33.3
				3000	-30.6	-73.2		23.3
				5000	-40.6	-83.2		13.3
				10000	-60.6	-103.2		-6.7
0.3	0.0	0.0	0.0	50	-9.6	-61.7	-96.5	34.8
				150	-20.6	-72.7		23.8
				3000	-30.6	-82.7		13.8
				5000	-40.6	-92.7		3.8
				10000	-60.6	-112.7		-16.2
0.5	0.0	0.0	0.0	50	-9.6	-66.1	-96.5	30.4
				150	-20.6	-77.1		19.4
				3000	-30.6	-87.1		9.4
				5000	-40.6	-97.1		-0.6
				10000	-60.6	-117.1		-20.6
1.5	0.0	0.0	0.0	50	-9.6	-75.7	-96.5	20.8
				150	-20.6	-86.7		9.8
				3000	-30.6	-96.7		-0.2
				5000	-40.6	-106.7		-10.2
				10000	-60.6	-126.7		-30.2

（２）放送事業用連絡用無線及び放送事業用ワイドバンド無線への与干渉

①　検討結果

ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬが放送事業用連絡用無線及び放送事業用ワイドバンド無線に与える干渉（与干渉）について計算した検討結果は、表４２～表４５のとおり。

表４２　放送事業用連絡用無線への干渉検討結果
周波数差±150kHz、水平直線距離 50m、送信高 20m

与干渉	被干渉	許容干渉量（ｄＢｍ／ＭＨｚ）	到達雑音電力（ｄＢｍ／ＭＨｚ）	所要改善量（ｄＢ）
デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ	連絡用無線基地	-106.1	-64.5	41.6
	連絡用無線中継車	-100.7	-62.6	38.1
	連絡用無線携帯	-100.7	-64.6	36.1

表４３　放送事業用連絡用無線への干渉検討結果
周波数差±150kHz、水平直線距離 50m、送信高 50m

与干渉	被干渉	許容干渉量（ｄＢｍ／ＭＨｚ）	到達雑音電力（ｄＢｍ／ＭＨｚ）	所要改善量（ｄＢ）
デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ	連絡用無線基地	-106.1	-56.2	49.9
	連絡用無線中継車	-100.7	-75.9	24.8
	連絡用無線携帯	-100.7	-78.5	22.2

表４４　放送事業用ワイドバンド無線への干渉検討結果
周波数差±3MHz、水平直線距離 50m、送信高 20m

与干渉	被干渉	許容干渉量（ｄＢｍ／ＭＨｚ）	到達雑音電力（ｄＢｍ／ＭＨｚ）	所要改善量（ｄＢ）
デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ	ワイドバンド無線基地	-106.1	-72.9	33.2
	ワイドバンド無線中継車	-100.7	-75.0	25.7
	ワイドバンド無線携帯	-100.7	-76.7	24.0

表４５　放送事業用ワイドバンド無線への干渉検討結果
周波数差±3MHz、水平直線距離 50m、送信高 50m

与干渉	被干渉	許容干渉量（ｄＢｍ／ＭＨｚ）	到達雑音電力（ｄＢｍ／ＭＨｚ）	所要改善量（ｄＢ）
デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ	ワイドバンド無線基地	-106.1	-64.5	41.6
	ワイドバンド無線中継車	-100.7	-88.3	12.4
	ワイドバンド無線携帯	-100.7	-87.6	13.1

② 所要改善量

干渉各条件における所要改善量は、表４６～表４９のとおり。

表４６　放送事業用連絡用無線への干渉
各条件における所要改善量（ｄＢ）

（デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ：送信高 50m、空中線電力５W、利得 10ｄＢｉ、給電線損失２ｄＢ）

被干渉条件		帯域端からの Δｆ（kHz）	離隔距離（ｋｍ）				
			0.01	0.05	0.1	0.3	0.5
１	放送事業用連絡用無線 （基地局） 受信アンテナ：５素子八木アンテナ 受信空中線利得：10.2ｄＢｉ 給電線損失：３ｄＢ ＢＰＦ損：4.5ｄＢ 受信高：50m	50	74.9	60.9	54.9	45.4	40.9
		150	63.9	49.9	43.9	34.4	29.9
		3000	53.9	39.9	33.9	24.4	19.9
		5000	43.9	29.9	23.9	14.4	9.9
		10000	23.9	9.9	3.9	−5.6	−10.1
２	放送事業用連絡用無線 （移動局（中継車）） 受信アンテナ：車載無指向 受信空中線利得：4.65ｄＢｉ 給電線損失：１ｄＢ ＢＰＦ損：０ｄＢ 受信高：３m	50	4.5	35.8	40.8	35.7	31.7
		150	−6.5	24.8	29.8	24.7	20.7
		3000	−16.5	14.8	19.8	14.7	10.7
		5000	−26.5	4.8	9.8	4.7	0.7
		10000	−46.5	−15.2	−10.2	−15.3	−19.3
３	放送事業用連絡用無線 （移動局（携帯）） 受信アンテナ：無指向 受信空中線利得：2.15ｄＢｉ 給電線損失：０ｄＢ ＢＰＦ損：０ｄＢ 受信高：1.5m	50	2.7	33.2	39.2	34.2	30.1
		150	−8.3	22.2	28.2	23.2	19.1
		3000	−18.3	12.2	18.2	13.2	9.1
		5000	−28.3	2.2	8.2	3.2	−0.9
		10000	−48.3	−17.8	−11.8	−16.8	−20.9

表４７　放送事業用連絡用無線への干渉
各条件における所要改善量（ｄＢ）

（デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ：送信高 20m、空中線電力５W、利得 10ｄＢｉ、給電線損失２ｄＢ）

被干渉条件		帯域端からの Δｆ（kHz）	離隔距離（ｋｍ）				
			0.01	0.05	0.1	0.3	0.5
１	放送事業用連絡用無線 （基地局） 受信アンテナ：５素子八木アンテナ 受信空中線利得：10.2ｄＢｉ 給電線損失：３ｄＢ ＢＰＦ損：4.5ｄＢ 受信高：50m	50	12.9	52.6	52.6	45.1	40.8
		150	1.9	41.6	41.6	34.1	29.8
		3000	−8.1	31.6	31.6	24.1	19.8
		5000	−18.1	21.6	21.6	14.1	9.8
		10000	−38.1	1.6	1.6	−5.9	−10.2
２	放送事業用連絡用無線 （移動局（中継車）） 受信アンテナ：車載無指向 受信空中線利得：4.65ｄＢｉ 給電線損失：１ｄＢ ＢＰＦ損：０ｄＢ 受信高：３m	50	32.7	49.1	45.1	36.2	31.8
		150	21.7	38.1	34.1	25.2	20.8
		3000	11.7	28.1	24.1	15.2	10.8
		5000	1.7	18.1	14.1	5.2	0.8
		10000	−18.3	−1.9	−5.9	−14.8	−19.2
３	放送事業用連絡用無線 （移動局（携帯）） 受信アンテナ：無指向 受信空中線利得：2.15ｄＢｉ 給電線損失：０ｄＢ ＢＰＦ損：０ｄＢ 受信高：1.5m	50	29.6	47.1	43.5	34.7	30.3
		150	18.6	36.1	32.5	23.7	19.3
		3000	8.6	26.1	22.5	13.7	9.3
		5000	−1.4	16.1	12.5	3.7	−0.7
		10000	−21.4	−3.9	−7.5	−16.3	−20.7

表４８　放送事業用ワイドバンド無線への干渉
各条件における所要改善量（ｄＢ）

（デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ：送信高 50m、空中線電力５W、利得 10ｄＢｉ、給電線損失２ｄＢ）

被干渉条件		帯域端からの Δｆ（kHz）	離隔距離（ｋｍ）				
			0.01	0.05	0.1	0.3	0.5
1	放送事業用ワイドバンド無線（基地局） 受信アンテナ：５素子八木アンテナ 受信空中線利得：10.5ｄＢｉ 給電線損失：1.7ｄＢ 受信高：50m	50	76.6	62.6	56.6	47.0	42.6
		150	65.6	51.6	45.6	36.0	31.6
		3000	55.6	41.6	35.6	26.0	21.6
		5000	45.6	31.6	25.6	16.0	11.6
		10000	25.6	11.6	5.6	−4.0	−8.4
2	放送事業用ワイドバンド無線（移動局（中継車）） 受信アンテナ：ダイポールアンテナ 受信空中線利得：2.14ｄＢｉ 給電線損失：１ｄＢ 受信高：３m	50	2.2	33.4	38.5	33.4	29.3
		150	−8.8	22.4	27.5	22.4	18.3
		3000	−18.8	12.4	17.5	12.4	8.3
		5000	−28.8	2.4	7.5	2.4	−1.7
		10000	−48.8	−17.6	−12.5	−17.6	−21.7
3	放送事業用ワイドバンド無線（移動局（中継車）） 受信アンテナ：ロッドアンテナ 受信空中線利得：−0.85ｄＢｉ 給電線損失：０ｄＢ 受信高：1.5m	50	25.8	34.1	37.5	31.4	27.3
		150	14.8	23.1	26.5	20.4	16.3
		3000	4.8	13.1	16.5	10.4	6.3
		5000	−5.2	3.1	6.5	0.4	−3.7
		10000	−25.2	−16.9	−13.5	−19.6	−23.7

表４９　放送事業用ワイドバンド無線への干渉
各条件における所要改善量（ｄＢ）

（デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ：送信高 20m、空中線電力５W、利得 10ｄＢｉ、給電線損失２ｄＢ）

被干渉条件		帯域端からの Δｆ（kHz）	離隔距離（ｋｍ）				
			0.01	0.05	0.1	0.3	0.5
1	放送事業用ワイドバンド無線（基地局） 受信アンテナ：５素子八木アンテナ 受信空中線利得：10.5ｄＢｉ 給電線損失：1.7ｄＢ 受信高：50m	50	14.6	54.2	54.2	46.7	42.5
		150	3.6	43.2	43.2	35.7	31.5
		3000	−6.4	33.2	33.2	25.7	21.5
		5000	−16.4	23.2	23.2	15.7	11.5
		10000	−36.4	3.2	3.2	−4.3	−8.5
2	放送事業用ワイドバンド無線（移動局（中継車）） 受信アンテナ：ダイポールアンテナ 受信空中線利得：2.14ｄＢｉ 給電線損失：１ｄＢ 受信高：３m	50	30.4	46.7	42.8	33.8	29.5
		150	19.4	35.7	31.8	22.8	18.5
		3000	9.4	25.7	21.8	12.8	8.5
		5000	−0.6	15.7	11.8	2.8	−1.5
		10000	−20.6	−4.3	−8.2	−17.2	−21.5
3	放送事業用ワイドバンド無線（移動局（中継車）） 受信アンテナ：ロッドアンテナ 受信空中線利得：−0.85ｄＢｉ 給電線損失：０ｄＢ 受信高：1.5m	50	35.5	45.0	40.8	31.8	27.4
		150	24.5	34.0	29.8	20.8	16.4
		3000	14.5	24.0	19.8	10.8	6.4
		5000	4.5	14.0	9.8	0.8	−3.6
		10000	−15.5	−6.0	−10.2	−19.2	−23.6

③ 検討結果と考察

計算結果のとおり、水平直線距離 50mの関係で最も厳しい条件は連絡用無線の基地局の場合で、49.9ｄＢの改善量が必要になる。また、比較的緩めな干渉条件としては、ワイドバンド無線の中継車モデルであり、最悪条件となる連絡用無線の基地局に比べて 30ｄＢ以上緩和される結果となった。

今回検討で用いた値は、計算値として試験装置の実力値よりも３～13ｄＢ厳しい値を用いて計算したものであり、実力値を考慮すると周波数差 3MHz までの周波数については 10ｄＢ以上の改善を期待することができる。

今回の検討は、相互の無線システムが固定の設置を基本とし、それぞれの空中線が正対する最悪条件モデルによる検討であるが、試験装置の実力値を考慮した上で離調周波数及び離隔距離を相互に十分確保することや、ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬの送信空中線の指向性主方向に正対しない位置関係や、建物等による遮へい等の工夫など、ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ側のサイトエンジニアリングにより共用可能と考えられる。

特に、連絡用無線の基地局及びワイドバンド無線の基地受信については、高ロケーションとなる受信となるため、同一地点にＳＴＬ送信所を設置するケースはほとんど無いと思われる。一方、ＴＴＬの設置については送信所が連絡用無線の基地局及びワイドバンド無線の基地受信と近傍となる場合が考えられるため、個別検討において所要改善量が確保できない場合は、ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ側にフィルタ（20～30ｄＢ程度）を使用することで共用可能と考えられる。

④ 放送事業用連絡用無線への干渉計算結果（例）

ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬの送信高が 50m、20mにおける計算結果を表５０～表５５に示す。

表５０　デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ送信高 50m、空中線電力５Ｗの場合

被干渉条件	放送事業用連絡用無線（基地局）
受信アンテナ	５素子八木アンテナ
受信空中線利得	10.2ｄＢｉ
給電線損失	３ｄＢ
ＢＰＦ損	4.5ｄＢ
受信高	50m

距離 (km)	俯角 (°)	送信指向性損失（ｄＢ）	受信指向性損失（ｄＢ）	帯域端からのΔｆ (kHz)	帯域外漏洩電力 Pi（ｄＢm／ＭＨｚ）	到達雑音電力 Pr（ｄＢm／ＭＨｚ）	許容干渉量（ｄＢm／ＭＨｚ）	所要改善量（ｄＢ）
0.01	0.0	0.0	0.0	50	-9.6	-31.2	-106.1	74.9
				150	-20.6	-42.2		63.9
				3000	-30.6	-52.2		53.9
				5000	-40.6	-62.2		43.9
				10000	-60.6	-82.2		23.9
0.05	0.0	0.0	0.0	50	-9.6	-45.2	-106.1	60.9
				150	-20.6	-56.2		49.9
				3000	-30.6	-66.2		39.9
				5000	-40.6	-76.2		29.9
				10000	-60.6	-96.2		9.9
0.1	0.0	0.0	0.0	50	-9.6	-51.2	-106.1	54.9
				150	-20.6	-62.2		43.9
				3000	-30.6	-72.2		33.9
				5000	-40.6	-82.2		23.9
				10000	-60.6	-102.2		3.9
0.3	0.0	0.0	0.0	50	-9.6	-60.7	-106.1	45.4
				150	-20.6	-71.7		34.4
				3000	-30.6	-81.7		24.4
				5000	-40.6	-91.7		14.4
				10000	-60.6	-111.7		-5.6
0.5	0.0	0.0	0.0	50	-9.6	-65.2	-106.1	40.9
				150	-20.6	-76.2		29.9
				3000	-30.6	-86.2		19.9
				5000	-40.6	-96.2		9.9
				10000	-60.6	-116.2		-10.1
1.5	0.0	0.0	0.0	50	-9.6	-74.7	-106.1	31.4
				150	-20.6	-85.7		20.4
				3000	-30.6	-95.7		10.4
				5000	-40.6	-105.7		0.4
				10000	-60.6	-125.7		-19.6

表５１　デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ送信高 50m、空中線電力５Ｗの場合

被干渉条件	放送事業用連絡用無線（移動局（中継車））
受信アンテナ	車載無指向
受信空中線利得	4.65ｄＢｉ
給電線損失	１ｄＢ
ＢＰＦ損	０ｄＢ
受信高	３ｍ

距離 (km)	俯角 (°)	送信指向性損失 （ｄＢ）	受信指向性損失 （ｄＢ）	帯域端からの Δｆ (kHz)	帯域外漏洩電力 Pi （ｄＢｍ／ＭＨｚ）	到達雑音電力 Pr （ｄＢｍ／ＭＨｚ）	許容干渉量 （ｄＢｍ／ＭＨｚ）	所要改善量 （ｄＢ）
0.01	78.0	21.7	26.0	50	−9.6	−96.2	−100.7	4.5
				150	−20.6	−107.2		−6.5
				3000	−30.6	−117.2		−16.5
				5000	−40.6	−127.2		−26.5
				10000	−60.6	−147.2		−46.5
0.05	43.2	12.5	3.6	50	−9.6	−64.9	−100.7	35.8
				150	−20.6	−75.9		24.8
				3000	−30.6	−85.9		14.8
				5000	−40.6	−95.9		4.8
				10000	−60.6	−115.9		−15.2
0.1	25.2	3.8	1.2	50	−9.6	−59.9	−100.7	40.8
				150	−20.6	−70.9		29.8
				3000	−30.6	−80.9		19.8
				5000	−40.6	−90.9		9.8
				10000	−60.6	−110.9		−10.2
0.3	8.9	0.5	0.1	50	−9.6	−65.0	−100.7	35.7
				150	−20.6	−76.0		24.7
				3000	−30.6	−86.0		14.7
				5000	−40.6	−96.0		4.7
				10000	−60.6	−116.0		−15.3
0.5	5.4	0.2	0.0	50	−9.6	−69.0	−100.7	31.7
				150	−20.6	−80.0		20.7
				3000	−30.6	−90.0		10.7
				5000	−40.6	−100.0		0.7
				10000	−60.6	−120.0		−19.3
1.5	1.8	0.1	0.0	50	−9.6	−78.4	−100.7	22.3
				150	−20.6	−89.4		11.3
				3000	−30.6	−99.4		1.3
				5000	−40.6	−109.4		−8.7
				10000	−60.6	−129.4		−28.7

表５２　デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ送信高 50m、空中線電力５Ｗの場合

被干渉条件	放送事業用連絡用無線（移動局（携帯））
受信アンテナ	無指向
受信空中線利得	2.15ｄＢｉ
給電線損失	０ｄＢ
ＢＰＦ損	０ｄＢ
受信高	1.5m

距離 (km)	俯角 (°)	送信指向性損失 （ｄＢ）	受信指向性損失 （ｄＢ）	帯域端からの Δｆ (kHz)	帯域外漏洩電力 Pi （ｄＢm／ＭＨｚ）	到達雑音電力 Pr （ｄＢm／ＭＨｚ）	許容干渉量 （ｄＢm／ＭＨｚ）	所要改善量 （ｄＢ）
0.01	78.3	21.8	0.0	50	-9.6	-98.0	-100.7	2.7
				150	-20.6	-109.0		-8.3
				3000	-30.6	-119.0		-18.3
				5000	-40.6	-129.0		-28.3
				10000	-60.6	-149.0		-48.3
0.05	44.1	13.4	0.0	50	-9.6	-67.5	-100.7	33.2
				150	-20.6	-78.5		22.2
				3000	-30.6	-88.5		12.2
				5000	-40.6	-98.5		2.2
				10000	-60.6	-118.5		-17.8
0.1	25.9	4.0	0.0	50	-9.6	-61.5	-100.7	39.2
				150	-20.6	-72.5		28.2
				3000	-30.6	-82.5		18.2
				5000	-40.6	-92.5		8.2
				10000	-60.6	-112.5		-11.8
0.3	9.2	0.5	0.0	50	-9.6	-66.5	-100.7	34.2
				150	-20.6	-77.5		23.2
				3000	-30.6	-87.5		13.2
				5000	-40.6	-97.5		3.2
				10000	-60.6	-117.5		-16.8
0.5	5.5	0.2	0.0	50	-9.6	-70.6	-100.7	30.1
				150	-20.6	-81.6		19.1
				3000	-30.6	-91.6		9.1
				5000	-40.6	-101.6		-0.9
				10000	-60.6	-121.6		-20.9
1.5	1.9	0.1	0.0	50	-9.6	-79.9	-100.7	20.8
				150	-20.6	-90.9		9.8
				3000	-30.6	-100.9		-0.2
				5000	-40.6	-110.9		-10.2
				10000	-60.6	-130.9		-30.2

表５３　デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ送信高 20m、空中線電力５Ｗの場合

被干渉条件	放送事業用連絡用無線（基地局）
受信アンテナ	５素子八木アンテナ
受信空中線利得	10.2ｄＢｉ
給電線損失	３ｄＢ
ＢＰＦ損	4.5ｄＢ
受信高	50m

距離 (km)	俯角 (°)	送信指向性損失 （ｄＢ）	受信指向性損失 （ｄＢ）	帯域端からの Δｆ (kHz)	帯域外漏洩電力 Pi （ｄＢm／ＭＨｚ）	到達雑音電力 Pr （ｄＢm／ＭＨｚ）	許容干渉量 （ｄＢm／ＭＨｚ）	所要改善量 （ｄＢ）
0.01	-71.6	26.0	26.0	50	-9.6	-93.2	-106.1	12.9
				150	-20.6	-104.2		1.9
				3000	-30.6	-114.2		-8.1
				5000	-40.6	-124.2		-18.1
				10000	-60.6	-144.2		-38.1
0.05	-31.0	4.2	4.2	50	-9.6	-53.5	-106.1	52.6
				150	-20.6	-64.5		41.6
				3000	-30.6	-74.5		31.6
				5000	-40.6	-84.5		21.6
				10000	-60.6	-104.5		1.6
0.1	-16.7	1.2	1.2	50	-9.6	-53.5	-106.1	52.6
				150	-20.6	-64.5		41.6
				3000	-30.6	-74.5		31.6
				5000	-40.6	-84.5		21.6
				10000	-60.6	-104.5		1.6
0.3	-5.7	0.1	0.1	50	-9.6	-61.0	-106.1	45.1
				150	-20.6	-72.0		34.1
				3000	-30.6	-82.0		24.1
				5000	-40.6	-92.0		14.1
				10000	-60.6	-112.0		-5.9
0.5	-3.4	0.0	0.0	50	-9.6	-65.3	-106.1	40.8
				150	-20.6	-76.3		29.8
				3000	-30.6	-86.3		19.8
				5000	-40.6	-96.3		9.8
				10000	-60.6	-116.3		-10.2
1.5	-1.1	0.0	0.0	50	-9.6	-74.7	-106.1	31.4
				150	-20.6	-85.7		20.4
				3000	-30.6	-95.7		10.4
				5000	-40.6	-105.7		0.4
				10000	-60.6	-125.7		-19.6

表５４　デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ送信高 20m、空中線電力５Ｗの場合

被干渉条件	放送事業用連絡用無線（移動局（中継車））
受信アンテナ	車載無指向
受信空中線利得	4.65ｄＢｉ
給電線損失	１ｄＢ
ＢＰＦ損	０ｄＢ
受信高	３ｍ

距離 (km)	俯角 (°)	送信指向性損失 （ｄＢ）	受信指向性損失 （ｄＢ）	帯域端からの Δｆ (kHz)	帯域外漏洩電力 Pi （ｄＢｍ／ＭＨｚ）	到達雑音電力 Pr （ｄＢｍ／ＭＨｚ）	許容干渉量 （ｄＢｍ／ＭＨｚ）	所要改善量 （ｄＢ）
0.01	59.5	19.2	8.0	50	-9.6	-68.0	-100.7	32.7
				150	-20.6	-79.0		21.7
				3000	-30.6	-89.0		11.7
				5000	-40.6	-99.0		1.7
				10000	-60.6	-119.0		-18.3
0.05	18.8	2.2	0.6	50	-9.6	-51.6	-100.7	49.1
				150	-20.6	-62.6		38.1
				3000	-30.6	-72.6		28.1
				5000	-40.6	-82.6		18.1
				10000	-60.6	-102.6		-1.9
0.1	9.6	0.6	0.1	50	-9.6	-55.6	-100.7	45.1
				150	-20.6	-66.6		34.1
				3000	-30.6	-76.6		24.1
				5000	-40.6	-86.6		14.1
				10000	-60.6	-106.6		-5.9
0.3	3.2	0.1	0.0	50	-9.6	-64.5	-100.7	36.2
				150	-20.6	-75.5		25.2
				3000	-30.6	-85.5		15.2
				5000	-40.6	-95.5		5.2
				10000	-60.6	-115.5		-14.8
0.5	1.9	0.1	0.0	50	-9.6	-68.9	-100.7	31.8
				150	-20.6	-79.9		20.8
				3000	-30.6	-89.9		10.8
				5000	-40.6	-99.9		0.8
				10000	-60.6	-119.9		-19.2
1.5	0.6	0.0	0.0	50	-9.6	-78.4	-100.7	22.3
				150	-20.6	-89.4		11.3
				3000	-30.6	-99.4		1.3
				5000	-40.6	-109.4		-8.7
				10000	-60.6	-129.4		-28.7

表５５　デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ送信高 20m、空中線電力５Ｗの場合

被干渉条件	放送事業用連絡用無線（移動局（携帯））
受信アンテナ	無指向
受信空中線利得	2.15ｄＢｉ
給電線損失	０ｄＢ
ＢＰＦ損	０ｄＢ
受信高	1.5m

距離 (km)	俯角 (°)	送信指向性損失 （ｄＢ）	受信指向性損失 （ｄＢ）	帯域端からの Δｆ (kHz)	帯域外漏洩電力 Pi （ｄＢm／ＭＨｚ）	到達雑音電力 Pr （ｄＢm／ＭＨｚ）	許容干渉量 （ｄＢm／ＭＨｚ）	所要改善量 （ｄＢ）
0.01	61.6	19.5	0.0	50	-9.6	-71.1	-100.7	29.6
				150	-20.6	-82.1		18.6
				3000	-30.6	-92.1		8.6
				5000	-40.6	-102.1		-1.4
				10000	-60.6	-122.1		-21.4
0.05	20.3	2.5	0.0	50	-9.6	-53.6	-100.7	47.1
				150	-20.6	-64.6		36.1
				3000	-30.6	-74.6		26.1
				5000	-40.6	-84.6		16.1
				10000	-60.6	-104.6		-3.9
0.1	10.5	0.7	0.0	50	-9.6	-57.2	-100.7	43.5
				150	-20.6	-68.2		32.5
				3000	-30.6	-78.2		22.5
				5000	-40.6	-88.2		12.5
				10000	-60.6	-108.2		-7.5
0.3	3.5	0.1	0.0	50	-9.6	-66.0	-100.7	34.7
				150	-20.6	-77.0		23.7
				3000	-30.6	-87.0		13.7
				5000	-40.6	-97.0		3.7
				10000	-60.6	-117.0		-16.3
0.5	2.1	0.1	0.0	50	-9.6	-70.4	-100.7	30.3
				150	-20.6	-81.4		19.3
				3000	-30.6	-91.4		9.3
				5000	-40.6	-101.4		-0.7
				10000	-60.6	-121.4		-20.7
1.5	0.7	0.0	0.0	50	-9.6	-79.9	-100.7	20.8
				150	-20.6	-90.9		9.8
				3000	-30.6	-100.9		-0.2
				5000	-40.6	-110.9		-10.2
				10000	-60.6	-130.9		-30.2

⑤ 放送事業用ワイドバンド無線への干渉計算結果（例）

ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬの送信高が 50m、20mにおける計算結果を表５６～表６１に示す。

表５６　デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ送信高 50m、空中線電力５Ｗの場合

被干渉条件	放送事業用ワイドバンド無線（基地受信）
受信アンテナ	５素子八木アンテナ
受信空中線利得	10.5ｄＢｉ
給電線損失	1.7ｄＢ
受信高	50m

距離 (km)	俯角 (°)	送信指向性損失 （ｄＢ）	受信指向性損失 （ｄＢ）	帯域端からの Δｆ (kHz)	帯域外漏洩電力 Pi （ｄＢm／ＭＨｚ）	到達雑音電力 Pr （ｄＢm／ＭＨｚ）	許容干渉量 （ｄＢm／ＭＨｚ）	所要改善量 （ｄＢ）
0.01	0.0	0.0	0.0	50	-9.6	-29.5	-106.1	76.6
				150	-20.6	-40.5		65.6
				3000	-30.6	-50.5		55.6
				5000	-40.6	-60.5		45.6
				10000	-60.6	-80.5		25.6
0.05	0.0	0.0	0.0	50	-9.6	-43.5	-106.1	62.6
				150	-20.6	-54.5		51.6
				3000	-30.6	-64.5		41.6
				5000	-40.6	-74.5		31.6
				10000	-60.6	-94.5		11.6
0.1	0.0	0.0	0.0	50	-9.6	-49.5	-106.1	56.6
				150	-20.6	-60.5		45.6
				3000	-30.6	-70.5		35.6
				5000	-40.6	-80.5		25.6
				10000	-60.6	-100.5		5.6
0.3	0.0	0.0	0.0	50	-9.6	-59.1	-106.1	47.0
				150	-20.6	-70.1		36.0
				3000	-30.6	-80.1		26.0
				5000	-40.6	-90.1		16.0
				10000	-60.6	-110.1		-4.0
0.5	0.0	0.0	0.0	50	-9.6	-63.5	-106.1	42.6
				150	-20.6	-74.5		31.6
				3000	-30.6	-84.5		21.6
				5000	-40.6	-94.5		11.6
				10000	-60.6	-114.5		-8.4
1.5	0.0	0.0	0.0	50	-9.6	-73.1	-106.1	33.0
				150	-20.6	-84.1		22.0
				3000	-30.6	-94.1		12.0
				5000	-40.6	-104.1		2.0
				10000	-60.6	-124.1		-18.0

表５７　デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ送信高 50m、空中線電力５Ｗの場合

被干渉条件	放送事業用ワイドバンド無線（移動局（中継車））
受信アンテナ	ダイポールアンテナ
受信空中線利得	2.14ｄＢｉ
給電線損失	１ｄＢ
受信高	３ｍ

距離 (km)	俯角 (°)	送信指向性損失 （ｄＢ）	受信指向性損失 （ｄＢ）	帯域端からの Δｆ (kHz)	帯域外漏洩電力 Pi （ｄＢm／ＭＨｚ）	到達雑音電力 Pr （ｄＢm／ＭＨｚ）	許容干渉量 （ｄＢm／ＭＨｚ）	所要改善量 （ｄＢ）
0.01	78.0	21.7	26.0	50	-9.6	-98.5	-100.7	2.2
				150	-20.6	-109.5		-8.8
				3000	-30.6	-119.5		-18.8
				5000	-40.6	-129.5		-28.8
				10000	-60.6	-149.5		-48.8
0.05	43.2	12.5	3.6	50	-9.6	-67.3	-100.7	33.4
				150	-20.6	-78.3		22.4
				3000	-30.6	-88.3		12.4
				5000	-40.6	-98.3		2.4
				10000	-60.6	-118.3		-17.6
0.1	25.2	3.8	1.2	50	-9.6	-62.2	-100.7	38.5
				150	-20.6	-73.2		27.5
				3000	-30.6	-83.2		17.5
				5000	-40.6	-93.2		7.5
				10000	-60.6	-113.2		-12.5
0.3	8.9	0.5	0.1	50	-9.6	-67.3	-100.7	33.4
				150	-20.6	-78.3		22.4
				3000	-30.6	-88.3		12.4
				5000	-40.6	-98.3		2.4
				10000	-60.6	-118.3		-17.6
0.5	5.4	0.2	0.0	50	-9.6	-71.4	-100.7	29.3
				150	-20.6	-82.4		18.3
				3000	-30.6	-92.4		8.3
				5000	-40.6	-102.4		-1.7
				10000	-60.6	-122.4		-21.7
1.5	1.8	0.1	0.0	50	-9.6	-80.8	-100.7	19.9
				150	-20.6	-91.8		8.9
				3000	-30.6	-101.8		-1.1
				5000	-40.6	-111.8		-11.1
				10000	-60.6	-131.8		-31.1

表５８　デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ送信高 50m、空中線電力５Ｗの場合

被干渉条件	放送事業用ワイドバンド無線（移動局（中継車））
受信アンテナ	ロッドアンテナ
受信空中線利得	-0.85ｄＢｉ
給電線損失	０ｄＢ
受信高	1.5m

距離 (km)	俯角 (°)	送信指向性損失 （ｄＢ）	受信指向性損失 （ｄＢ）	帯域端からの Δｆ (kHz)	帯域外漏洩電力 Pi （ｄＢm／MHｚ）	到達雑音電力 Pr （ｄＢm／MHｚ）	許容干渉量 （ｄＢm／MHｚ）	所要改善量 （ｄＢ）
0.01	78.3	21.8	0.0	50	-9.6	-74.9	-100.7	25.8
				150	-20.6	-85.9		14.8
				3000	-30.6	-95.9		4.8
				5000	-40.6	-105.9		-5.2
				10000	-60.6	-125.9		-25.2
0.05	44.1	13.4	0.0	50	-9.6	-66.6	-100.7	34.1
				150	-20.6	-77.6		23.1
				3000	-30.6	-87.6		13.1
				5000	-40.6	-97.6		3.1
				10000	-60.6	-117.6		-16.9
0.1	25.9	4.0	0.0	50	-9.6	-63.2	-100.7	37.5
				150	-20.6	-74.2		26.5
				3000	-30.6	-84.2		16.5
				5000	-40.6	-94.2		6.5
				10000	-60.6	-114.2		-13.5
0.3	9.2	0.5	0.0	50	-9.6	-69.3	-100.7	31.4
				150	-20.6	-80.3		20.4
				3000	-30.6	-90.3		10.4
				5000	-40.6	-100.3		0.4
				10000	-60.6	-120.3		-19.6
0.5	5.5	0.2	0.0	50	-9.6	-73.4	-100.7	27.3
				150	-20.6	-84.4		16.3
				3000	-30.6	-94.4		6.3
				5000	-40.6	-104.4		-3.7
				10000	-60.6	-124.4		-23.7
1.5	1.9	0.1	0.0	50	-9.6	-82.8	-100.7	17.9
				150	-20.6	-93.8		6.9
				3000	-30.6	-103.8		-3.1
				5000	-40.6	-113.8		-13.1
				10000	-60.6	-133.8		-33.1

表５９　デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ送信高 20m、空中線電力５Ｗの場合

被干渉条件	放送事業用ワイドバンド無線（基地受信）
受信アンテナ	５素子八木アンテナ
受信空中線利得	10.5ｄＢｉ
給電線損失	1.7ｄＢ
受信高	50m

距離 (km)	俯角 (°)	送信指向性損失 （ｄＢ）	受信指向性損失 （ｄＢ）	帯域端からの Δｆ (kHz)	帯域外漏洩電力 Pi （ｄＢm／MHｚ）	到達雑音電力 Pr （ｄＢm／MHｚ）	許容干渉量 （ｄＢm／MHｚ）	所要改善量 （ｄＢ）
0.01	-71.6	26.0	26.0	50	-9.6	-91.5	-106.1	14.6
				150	-20.6	-102.5		3.6
				3000	-30.6	-112.5		-6.4
				5000	-40.6	-122.5		-16.4
				10000	-60.6	-142.5		-36.4
0.05	-31	4.2	4.2	50	-9.6	-51.9	-106.1	54.2
				150	-20.6	-62.9		43.2
				3000	-30.6	-72.9		33.2
				5000	-40.6	-82.9		23.2
				10000	-60.6	-102.9		3.2
0.1	-16.7	1.2	1.2	50	-9.6	-51.9	-106.1	54.2
				150	-20.6	-62.9		43.2
				3000	-30.6	-72.9		33.2
				5000	-40.6	-82.9		23.2
				10000	-60.6	-102.9		3.2
0.3	-5.7	0.1	0.1	50	-9.6	-59.4	-106.1	46.7
				150	-20.6	-70.4		35.7
				3000	-30.6	-80.4		25.7
				5000	-40.6	-90.4		15.7
				10000	-60.6	-110.4		-4.3
0.5	-3.4	0.0	0.0	50	-9.6	-63.6	-106.1	42.5
				150	-20.6	-74.6		31.5
				3000	-30.6	-84.6		21.5
				5000	-40.6	-94.6		11.5
				10000	-60.6	-114.6		-8.5
1.5	-1.1	0.0	0.0	50	-9.6	-73.1	-106.1	33.0
				150	-20.6	-84.1		22.0
				3000	-30.6	-94.1		12.0
				5000	-40.6	-104.1		2.0
				10000	-60.6	-124.1		-18.0

表６０　デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ送信高 20m、空中線電力５Ｗの場合

被干渉条件	放送事業用ワイドバンド無線（移動局（中継車））
受信アンテナ	ダイポールアンテナ
受信空中線利得	2.14ｄＢｉ
給電線損失	１ｄＢ
受信高	３ｍ

距離 (km)	俯角 (°)	送信指向性損失 （ｄＢ）	受信指向性損失 （ｄＢ）	帯域端からの Δｆ (kHz)	帯域外漏洩電力 Pi （ｄＢm／MHｚ）	到達雑音電力 Pr （ｄＢm／MHｚ）	許容干渉量 （ｄＢm／MHｚ）	所要改善量 （ｄＢ）
0.01	59.5	19.2	8.0	50	-9.6	-70.3	-100.7	30.4
				150	-20.6	-81.3		19.4
				3000	-30.6	-91.3		9.4
				5000	-40.6	-101.3		-0.6
				10000	-60.6	-121.3		-20.6
0.05	18.8	2.2	0.6	50	-9.6	-54.0	-100.7	46.7
				150	-20.6	-65.0		35.7
				3000	-30.6	-75.0		25.7
				5000	-40.6	-85.0		15.7
				10000	-60.6	-105.0		-4.3
0.1	9.6	0.6	0.1	50	-9.6	-57.9	-100.7	42.8
				150	-20.6	-68.9		31.8
				3000	-30.6	-78.9		21.8
				5000	-40.6	-88.9		11.8
				10000	-60.6	-108.9		-8.2
0.3	3.2	0.1	0.0	50	-9.6	-66.9	-100.7	33.8
				150	-20.6	-77.9		22.8
				3000	-30.6	-87.9		12.8
				5000	-40.6	-97.9		2.8
				10000	-60.6	-117.9		-17.2
0.5	1.9	0.1	0.0	50	-9.6	-71.2	-100.7	29.5
				150	-20.6	-82.2		18.5
				3000	-30.6	-92.2		8.5
				5000	-40.6	-102.2		-1.5
				10000	-60.6	-122.2		-21.5
1.5	0.6	0.0	0.0	50	-9.6	-80.8	-100.7	19.9
				150	-20.6	-91.8		8.9
				3000	-30.6	-101.8		-1.1
				5000	-40.6	-111.8		-11.1
				10000	-60.6	-131.8		-31.1

表６１　デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ送信高 20m、空中線電力５Ｗの場合

被干渉条件	放送事業用ワイドバンド無線（移動局（中継車））
受信アンテナ	ロッドアンテナ
受信空中線利得	-0.85ｄＢｉ
給電線損失	０ｄＢ
受信高	1.5m

距離 (km)	俯角 (°)	送信指向性損失 （ｄＢ）	受信指向性損失 （ｄＢ）	帯域端からの Δｆ (kHz)	帯域外漏洩電力 Pi （ｄＢm／MHｚ）	到達雑音電力 Pr （ｄＢm／MHｚ）	許容干渉量 （ｄＢm／MHｚ）	所要改善量 （ｄＢ）
0.01	61.6	19.5	0.0	50	-9.6	-65.2	-100.7	35.5
				150	-20.6	-76.2		24.5
				3000	-30.6	-86.2		14.5
				5000	-40.6	-96.2		4.5
				10000	-60.6	-116.2		-15.5
0.05	20.3	2.5	0.0	50	-9.6	-55.7	-100.7	45.0
				150	-20.6	-66.7		34.0
				3000	-30.6	-76.7		24.0
				5000	-40.6	-86.7		14.0
				10000	-60.6	-106.7		-6.0
0.1	10.5	0.7	0.0	50	-9.6	-59.9	-100.7	40.8
				150	-20.6	-70.9		29.8
				3000	-30.6	-80.9		19.8
				5000	-40.6	-90.9		9.8
				10000	-60.6	-110.9		-10.2
0.3	3.5	0.1	0.0	50	-9.6	-68.9	-100.7	31.8
				150	-20.6	-79.9		20.8
				3000	-30.6	-89.9		10.8
				5000	-40.6	-99.9		0.8
				10000	-60.6	-119.9		-19.2
0.5	2.1	0.1	0.0	50	-9.6	-73.3	-100.7	27.4
				150	-20.6	-84.3		16.4
				3000	-30.6	-94.3		6.4
				5000	-40.6	-104.3		-3.6
				10000	-60.6	-124.3		-23.6
1.5	0.7	0.0	0.0	50	-9.6	-82.7	-100.7	18.0
				150	-20.6	-93.7		7.0
				3000	-30.6	-103.7		-3.0
				5000	-40.6	-113.7		-13.0
				10000	-60.6	-133.7		-33.0

（３）200MHz 帯公共ブロードバンド移動通信システムへの与干渉

① 検討結果

ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬが 200MHz 帯公共ブロードバンド移動通信システム（公共ＢＢシステム）に与える干渉（与干渉）について計算した検討結果は、表６２及び表６３のとおり。

表６２　200MHz 帯公共ブロードバンド移動通信システムへの干渉検討結果
周波数差±3MHz、水平直線距離 50m、送信高 20m

与干渉	被干渉	許容干渉量（ｄＢｍ／ＭＨｚ）	到達雑音電力（ｄＢｍ／ＭＨｚ）	所要改善量（ｄＢ）
デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ	公共ＢＢシステム基地局	-101.8	-70.5	31.3
	公共ＢＢシステム移動局（可搬型基地局以外）	-101.8	-76.9	24.9
	公共ＢＢシステム移動局（可搬型基地局）	-101.8	-67.2	34.6
	公共ＢＢシステム移動局（可搬型基地局ポール）	-101.8	-66.4	35.4

表６３　200MHz 帯公共ブロードバンド移動通信システムへの干渉検討結果
周波数差±3MHz、水平直線距離 50m、送信高 50m

与干渉	被干渉	許容干渉量（ｄＢｍ／ＭＨｚ）	到達雑音電力（ｄＢｍ／ＭＨｚ）	所要改善量（ｄＢ）
デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ	公共ＢＢシステム基地局	-101.8	-94.5	7.3
	公共ＢＢシステム移動局（可搬型基地局以外）	-101.8	-90.8	11.0
	公共ＢＢシステム移動局（可搬型基地局）	-101.8	-85.0	16.8
	公共ＢＢシステム移動局（可搬型基地局ポール）	-101.8	-81.5	20.3

② 所要改善量

干渉各条件における所要改善量は、表６４及び表６５のとおり。

表６４　200MHz 帯公共ブロードバンド移動通信システムへの干渉
各条件における所要改善量（ｄＢ）

（デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ：送信高 50m、空中線電力５W、利得 10ｄＢｉ、給電線損失２ｄＢ）

被干渉条件		帯域端からの Δｆ（kHz）	離隔距離（ｋｍ）				
			0.01	0.05	0.1	0.3	0.5
１	公共ＢＢシステム（基地局） 受信アンテナ：セクタ 受信空中線利得：10ｄＢｉ 給電線損失：２ｄＢ 受信高：30m	50	18.5	28.3	46.9	41.2	36.9
		150	7.5	17.3	35.9	30.2	25.9
		3000	−2.5	7.3	25.9	20.2	15.9
		5000	−12.5	−2.7	15.9	10.2	5.9
		10000	−32.5	−22.7	−4.1	−9.8	−14.1
２	公共ＢＢシステム（移動局） 受信アンテナ：無指向 受信空中線利得：０ｄＢｉ 給電線損失：０ｄＢ 受信高：1.5m	50	1.5	32.0	38.0	33.0	29.0
		150	−9.5	21.0	27.0	22.0	18.0
		3000	−19.5	11.0	17.0	12.0	8.0
		5000	−29.5	1.0	7.0	2.0	−2.0
		10000	−49.5	−19.0	−13.0	−18.0	−22.0
３	公共ＢＢシステム（可搬型基地局） 受信アンテナ：５素子八木アンテナ 受信空中線利得：10ｄＢｉ 給電線損失：０ｄＢ 受信高：３m	50	11.9	37.8	46.8	42.9	38.9
		150	0.9	26.8	35.8	31.9	27.9
		3000	−9.1	16.8	25.8	21.9	17.9
		5000	−19.1	6.8	15.8	11.9	7.9
		10000	−39.1	−13.2	−4.2	−8.1	−12.1
４	公共ＢＢシステム（可搬型基地局ポール） 受信アンテナ：５素子八木アンテナ 受信空中線利得：10ｄＢｉ 給電線損失：1.5ｄＢ 受信高：10m	50	12.1	41.3	46.9	41.5	37.5
		150	1.1	30.3	35.9	30.5	26.5
		3000	−8.9	20.3	25.9	20.5	16.5
		5000	−18.9	10.3	15.9	10.5	6.5
		10000	−38.9	−9.7	−4.1	−9.5	−13.5

表６５　200MHz 帯公共ブロードバンド移動通信システムへの干渉
各条件における所要改善量（ｄＢ）

（デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ：送信高 20m、空中線電力５W、利得 10ｄＢｉ、給電線損失２ｄＢ）

被干渉条件		帯域端からの Δｆ（kHz）	離隔距離（ｋｍ）				
			0.01	0.05	0.1	0.3	0.5
1	公共ＢＢシステム（基地局） 受信アンテナ：セクタ 受信空中線利得：10ｄＢｉ 給電線損失：２ｄＢ 受信高：30m	50	27.2	52.3	50.1	41.4	37.0
		150	16.2	41.3	39.1	30.4	26.0
		3000	6.2	31.3	29.1	20.4	16.0
		5000	−3.8	21.3	19.1	10.4	6.0
		10000	−23.8	1.3	−0.9	−9.6	−14.0
2	公共ＢＢシステム（移動局） 受信アンテナ：無指向 受信空中線利得：０ｄＢｉ 給電線損失：０ｄＢ 受信高：1.5m	50	28.4	45.9	42.3	33.5	29.1
		150	17.4	34.9	31.3	22.5	18.1
		3000	7.4	24.9	21.3	12.5	8.1
		5000	−2.6	14.9	11.3	2.5	−1.9
		10000	−22.6	−5.1	−8.7	−17.5	−21.9
3	公共ＢＢシステム（可搬型基地局） 受信アンテナ：５素子八木アンテナ 受信空中線利得：10ｄＢｉ 給電線損失：０ｄＢ 受信高：３ｍ	50	26.1	55.6	52.2	43.5	39.1
		150	15.1	44.6	41.2	32.5	28.1
		3000	5.1	34.6	31.2	22.5	18.1
		5000	−4.9	24.6	21.2	12.5	8.1
		10000	−24.9	4.6	1.2	−7.5	−11.9
4	公共ＢＢシステム（可搬型基地局ポール） 受信アンテナ：５素子八木アンテナ 受信空中線利得：10ｄＢｉ 給電線損失：1.5ｄＢ 受信高：10m	50	43.8	56.4	51.4	42.1	37.7
		150	32.8	45.4	40.4	31.1	26.7
		3000	22.8	35.4	30.4	21.1	16.7
		5000	12.8	25.4	20.4	11.1	6.7
		10000	−7.2	5.4	0.4	−8.9	−13.3

③ 検討結果と考察

計算結果のとおり、水平直線距離 50mの関係で最も厳しい条件は公共ブロードバンド移動通信システムの移動局（可搬型基地局ポール）受信の場合で、35.4ｄＢの改善量が必要になる。

しかし、水平直線距離 100mの関係になると公共ブロードバンド移動通信システムの移動局（可搬型基地局ポール）受信の場合は 30.4ｄＢの改善が必要になる。これは相互の無線システムの送信空中線指向特性の影響が現れる結果となった。

水平直線距離 50mについては、公共ブロードバンド移動通信システムの低い空中線高（1.5m）における水平直線距離 10mの伝搬距離に近似する関係となる。

また、比較的緩めな干渉条件としては、基地局モデルであり、最悪条件となる基地受信に比べ約 30ｄＢ緩和される結果となった。

今回検討で用いた値は、計算値として試験装置の実力値よりも３～13ｄＢ厳しい値を用いて計算したものであり、実力値を考慮すると周波数差 3MHz までの周波数については 10ｄＢ以上の改善を期待することができる。

また、今回の検討では、相互の無線システムが固定の設置を基本とし、それぞれの空中線が正対する最悪条件モデルによる検討であるが、試験装置の実力値を考慮した上で離調周波数及び離隔距離を相互に十分確保することや、ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬの送信空中線の指向性主方向に正対しない位置関係や、建物等による遮へい等の工夫など、ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ側のサイトエンジニアリングにより共用可能と考えられる。

④ 200MHz 帯公共ブロードバンド移動通信システムへの干渉計算結果（例）

ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬの送信高が 50m、20mにおける計算結果を表６６～表７３に示す。

表６６　デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ送信高 50m、空中線電力５Ｗの場合

被干渉条件	公共ＢＢシステム（基地局）
受信アンテナ	セクタ
受信空中線利得	10ｄＢｉ
給電線損失	２ｄＢ
受信高	30m
ＮＦ	５ｄＢ

距離 (km)	俯角 (°)	送信指向性損失（ｄＢ）	受信指向性損失（ｄＢ）	帯域端からのΔｆ (kHz)	帯域外漏洩電力 Pi（ｄＢm／ＭＨｚ）	到達雑音電力 Pr（ｄＢm／ＭＨｚ）	許容干渉量（ｄＢm／ＭＨｚ）	所要改善量（ｄＢ）
0.01	63.4	19.7	26.0	50	-9.6	-83.3	-101.8	18.5
				150	-20.6	-94.3		7.5
				3000	-30.6	-104.3		-2.5
				5000	-40.6	-114.3		-12.5
				10000	-60.6	-134.3		-32.5
0.05	21.8	2.9	26.0	50	-9.6	-73.5	-101.8	28.3
				150	-20.6	-84.5		17.3
				3000	-30.6	-94.5		7.3
				5000	-40.6	-104.5		-2.7
				10000	-60.6	-124.5		-22.7
0.1	11.3	0.8	3.5	50	-9.6	-54.9	-101.8	46.9
				150	-20.6	-65.9		35.9
				3000	-30.6	-75.9		25.9
				5000	-40.6	-85.9		15.9
				10000	-60.6	-105.9		-4.1
0.3	3.8	0.1	0.3	50	-9.6	-60.6	-101.8	41.2
				150	-20.6	-71.6		30.2
				3000	-30.6	-81.6		20.2
				5000	-40.6	-91.6		10.2
				10000	-60.6	-111.6		-9.8
0.5	2.3	0.1	0.2	50	-9.6	-64.9	-101.8	36.9
				150	-20.6	-75.9		25.9
				3000	-30.6	-85.9		15.9
				5000	-40.6	-95.9		5.9
				10000	-60.6	-115.9		-14.1
1.5	0.8	0.0	0.0	50	-9.6	-74.2	-101.8	27.6
				150	-20.6	-85.2		16.6
				3000	-30.6	-95.2		6.6
				5000	-40.6	-105.2		-3.4
				10000	-60.6	-125.2		-23.4

表６７　デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ送信高 50m、空中線電力５Ｗの場合

被干渉条件	公共ＢＢシステム（移動局）
受信アンテナ	無指向
受信空中線利得	０ｄＢｉ
給電線損失	０ｄＢ
受信高	1.5m
ＮＦ	８ｄＢ

距離 (km)	俯角 (°)	送信指向性損失 （ｄＢ）	受信指向性損失 （ｄＢ）	帯域端からの Δｆ (kHz)	帯域外漏洩電力 Pi （ｄＢm／ＭＨｚ）	到達雑音電力 Pr （ｄＢm／ＭＨｚ）	許容干渉量 （ｄＢm／ＭＨｚ）	所要改善量 （ｄＢ）
0.01	78.3	21.8	26.0	50	-9.6	-100.3	-101.8	1.5
				150	-20.6	-111.3		-9.5
				3000	-30.6	-121.3		-19.5
				5000	-40.6	-131.3		-29.5
				10000	-60.6	-151.3		-49.5
0.05	44.1	13.4	3.8	50	-9.6	-69.8	-101.8	32.0
				150	-20.6	-80.8		21.0
				3000	-30.6	-90.8		11.0
				5000	-40.6	-100.8		1.0
				10000	-60.6	-120.8		-19.0
0.1	25.9	4.0	1.2	50	-9.6	-63.8	-101.8	38.0
				150	-20.6	-74.8		27.0
				3000	-30.6	-84.8		17.0
				5000	-40.6	-94.8		7.0
				10000	-60.6	-114.8		-13.0
0.3	9.2	0.5	0.1	50	-9.6	-68.8	-101.8	33.0
				150	-20.6	-79.8		22.0
				3000	-30.6	-89.8		12.0
				5000	-40.6	-99.8		2.0
				10000	-60.6	-119.8		-18.0
0.5	5.5	0.2	0.0	50	-9.6	-72.8	-101.8	29.0
				150	-20.6	-83.8		18.0
				3000	-30.6	-93.8		8.0
				5000	-40.6	-103.8		-2.0
				10000	-60.6	-123.8		-22.0
1.5	1.9	0.1	0.0	50	-9.6	-82.2	-101.8	19.6
				150	-20.6	-93.2		8.6
				3000	-30.6	-103.2		-1.4
				5000	-40.6	-113.2		-11.4
				10000	-60.6	-133.2		-31.4

表６８　デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ送信高 50m、空中線電力５Ｗの場合

被干渉条件	公共ＢＢシステム（可搬型基地局）
受信アンテナ	５素子八木アンテナ
受信空中線利得	10ｄＢｉ
給電線損失	０ｄＢ
受信高	３ｍ
ＮＦ	８ｄＢ

距離 (km)	俯角 (°)	送信指向性損失 （ｄＢ）	受信指向性損失 （ｄＢ）	帯域端からの Δｆ (kHz)	帯域外漏洩電力 Pi （ｄＢm／ＭＨｚ）	到達雑音電力 Pr （ｄＢm／ＭＨｚ）	許容干渉量 （ｄＢm／ＭＨｚ）	所要改善量 （ｄＢ）
0.01	78.0	21.7	26.0	50	−9.6	−89.9	−101.8	11.9
				150	−20.6	−100.9		0.9
				3000	−30.6	−110.9		−9.1
				5000	−40.6	−120.9		−19.1
				10000	−60.6	−140.9		−39.1
0.05	43.2	12.5	8.9	50	−9.6	−64.0	−101.8	37.8
				150	−20.6	−75.0		26.8
				3000	−30.6	−85.0		16.8
				5000	−40.6	−95.0		6.8
				10000	−60.6	−115.0		−13.2
0.1	25.2	3.8	2.6	50	−9.6	−55.0	−101.8	46.8
				150	−20.6	−66.0		35.8
				3000	−30.6	−76.0		25.8
				5000	−40.6	−86.0		15.8
				10000	−60.6	−106.0		−4.2
0.3	8.9	0.5	0.3	50	−9.6	−58.9	−101.8	42.9
				150	−20.6	−69.9		31.9
				3000	−30.6	−79.9		21.9
				5000	−40.6	−89.9		11.9
				10000	−60.6	−109.9		−8.1
0.5	5.4	0.2	0.1	50	−9.6	−62.9	−101.8	38.9
				150	−20.6	−73.9		27.9
				3000	−30.6	−83.9		17.9
				5000	−40.6	−93.9		7.9
				10000	−60.6	−113.9		−12.1
1.5	1.8	0.1	0.0	50	−9.6	−72.2	−101.8	29.6
				150	−20.6	−83.2		18.6
				3000	−30.6	−93.2		8.6
				5000	−40.6	−103.2		−1.4
				10000	−60.6	−123.2		−21.4

表６９　デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ送信高 50m、空中線電力５Ｗの場合

被干渉条件	公共ＢＢシステム（可搬型基地局ポール）
受信アンテナ	５素子八木アンテナ
受信空中線利得	10ｄＢｉ
給電線損失	1.5ｄＢ
受信高	10m
ＮＦ	８ｄＢ

距離 (km)	俯角 (°)	送信指向性損失 （ｄＢ）	受信指向性損失 （ｄＢ）	帯域端からのΔｆ (kHz)	帯域外漏洩電力 Pi （ｄＢm／ＭＨｚ）	到達雑音電力 Pr （ｄＢm／ＭＨｚ）	許容干渉量 （ｄＢm／ＭＨｚ）	所要改善量 （ｄＢ）
0.01	76.0	21.3	26.0	50	-9.6	-89.7	-101.8	12.1
				150	-20.6	-100.7		1.1
				3000	-30.6	-110.7		-8.9
				5000	-40.6	-120.7		-18.9
				10000	-60.6	-140.7		-38.9
0.05	38.7	9.6	6.8	50	-9.6	-60.5	-101.8	41.3
				150	-20.6	-71.5		30.3
				3000	-30.6	-81.5		20.3
				5000	-40.6	-91.5		10.3
				10000	-60.6	-111.5		-9.7
0.1	21.8	2.9	1.9	50	-9.6	-54.9	-101.8	46.9
				150	-20.6	-65.9		35.9
				3000	-30.6	-75.9		25.9
				5000	-40.6	-85.9		15.9
				10000	-60.6	-105.9		-4.1
0.3	7.6	0.4	0.2	50	-9.6	-60.3	-101.8	41.5
				150	-20.6	-71.3		30.5
				3000	-30.6	-81.3		20.5
				5000	-40.6	-91.3		10.5
				10000	-60.6	-111.3		-9.5
0.5	4.6	0.1	0.1	50	-9.6	-64.3	-101.8	37.5
				150	-20.6	-75.3		26.5
				3000	-30.6	-85.3		16.5
				5000	-40.6	-95.3		6.5
				10000	-60.6	-115.3		-13.5
1.5	1.5	0.1	0.0	50	-9.6	-73.7	-101.8	28.1
				150	-20.6	-84.7		17.1
				3000	-30.6	-94.7		7.1
				5000	-40.6	-104.7		-2.9
				10000	-60.6	-124.7		-22.9

表７０　デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ送信高 20m、空中線電力５Ｗの場合

被干渉条件	公共ＢＢシステム（基地局）
受信アンテナ	セクタ
受信空中線利得	10ｄＢｉ
給電線損失	２ｄＢ
受信高	30m
ＮＦ	５ｄＢ

距離 (km)	俯角 (°)	送信指向性損失 （ｄＢ）	受信指向性損失 （ｄＢ）	帯域端からの Δｆ (kHz)	帯域外漏洩電力 Pi （ｄＢm／ＭＨｚ）	到達雑音電力 Pr （ｄＢm／ＭＨｚ）	許容干渉量 （ｄＢm／ＭＨｚ）	所要改善量 （ｄＢ）
0.01	-45	14.9	26.0	50	-9.6	-74.6	-101.8	27.2
				150	-20.6	-85.6		16.2
				3000	-30.6	-95.6		6.2
				5000	-40.6	-105.6		-3.8
				10000	-60.6	-125.6		-23.8
0.05	-11.3	0.9	4.0	50	-9.6	-49.5	-101.8	52.3
				150	-20.6	-60.5		41.3
				3000	-30.6	-70.5		31.3
				5000	-40.6	-80.5		21.3
				10000	-60.6	-100.5		1.3
0.1	-5.7	0.3	0.8	50	-9.6	-51.7	-101.8	50.1
				150	-20.6	-62.7		39.1
				3000	-30.6	-72.7		29.1
				5000	-40.6	-82.7		19.1
				10000	-60.6	-102.7		-0.9
0.3	-1.9	0.1	0.2	50	-9.6	-60.4	-101.8	41.4
				150	-20.6	-71.4		30.4
				3000	-30.6	-81.4		20.4
				5000	-40.6	-91.4		10.4
				10000	-60.6	-111.4		-9.6
0.5	-1.1	0.0	0.2	50	-9.6	-64.8	-101.8	37.0
				150	-20.6	-75.8		26.0
				3000	-30.6	-85.8		16.0
				5000	-40.6	-95.8		6.0
				10000	-60.6	-115.8		-14.0
1.5	-0.4	0.0	0.1	50	-9.6	-74.2	-101.8	27.6
				150	-20.6	-85.2		16.6
				3000	-30.6	-95.2		6.6
				5000	-40.6	-105.2		-3.4
				10000	-60.6	-125.2		-23.4

表７１　デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ送信高 20m、空中線電力５Ｗの場合

被干渉条件	公共ＢＢシステム（移動局）
受信アンテナ	無指向
受信空中線利得	０ｄＢｉ
給電線損失	０ｄＢ
受信高	1.5m
ＮＦ	８ｄＢ

距離 (km)	俯角 (°)	送信指向性損失 （ｄＢ）	受信指向性損失 （ｄＢ）	帯域端からの Δｆ (kHz)	帯域外漏洩電力 Pi （ｄＢm／ＭＨｚ）	到達雑音電力 Pr （ｄＢm／ＭＨｚ）	許容干渉量 （ｄＢm／ＭＨｚ）	所要改善量 （ｄＢ）
0.01	61.6	19.5	8.8	50	-9.6	-73.4	-101.8	28.4
				150	-20.6	-84.4		17.4
				3000	-30.6	-94.4		7.4
				5000	-40.6	-104.4		-2.6
				10000	-60.6	-124.4		-22.6
0.05	20.3	2.5	0.8	50	-9.6	-55.9	-101.8	45.9
				150	-20.6	-66.9		34.9
				3000	-30.6	-76.9		24.9
				5000	-40.6	-86.9		14.9
				10000	-60.6	-106.9		-5.1
0.1	10.5	0.7	0.2	50	-9.6	-59.5	-101.8	42.3
				150	-20.6	-70.5		31.3
				3000	-30.6	-80.5		21.3
				5000	-40.6	-90.5		11.3
				10000	-60.6	-110.5		-8.7
0.3	3.5	0.1	0.0	50	-9.6	-68.3	-101.8	33.5
				150	-20.6	-79.3		22.5
				3000	-30.6	-89.3		12.5
				5000	-40.6	-99.3		2.5
				10000	-60.6	-119.3		-17.5
0.5	2.1	0.1	0.0	50	-9.6	-72.7	-101.8	29.1
				150	-20.6	-83.7		18.1
				3000	-30.6	-93.7		8.1
				5000	-40.6	-103.7		-1.9
				10000	-60.6	-123.7		-21.9
1.5	0.7	0.0	0.0	50	-9.6	-82.2	-101.8	19.6
				150	-20.6	-93.2		8.6
				3000	-30.6	-103.2		-1.4
				5000	-40.6	-113.2		-11.4
				10000	-60.6	-133.2		-31.4

表７２　デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ送信高 20m、空中線電力５Ｗの場合

被干渉条件	公共ＢＢシステム（可搬型基地局）
受信アンテナ	５素子八木アンテナ
受信空中線利得	10ｄＢｉ
給電線損失	０ｄＢ
受信高	３ｍ
ＮＦ	８ｄＢ

距離 (km)	俯角 (°)	送信指向性損失 （ｄＢ）	受信指向性損失 （ｄＢ）	帯域端からのΔｆ (kHz)	帯域外漏洩電力 Pi （ｄＢｍ／ＭＨｚ）	到達雑音電力 Pr （ｄＢｍ／ＭＨｚ）	許容干渉量 （ｄＢｍ／ＭＨｚ）	所要改善量 （ｄＢ）
0.01	59.5	19.2	22.0	50	-9.6	-75.7	-101.8	26.1
				150	-20.6	-86.7		15.1
				3000	-30.6	-96.7		5.1
				5000	-40.6	-106.7		-4.9
				10000	-60.6	-126.7		-24.9
0.05	18.8	2.2	1.4	50	-9.6	-46.2	-101.8	55.6
				150	-20.6	-57.2		44.6
				3000	-30.6	-67.2		34.6
				5000	-40.6	-77.2		24.6
				10000	-60.6	-97.2		4.6
0.1	9.6	0.6	0.4	50	-9.6	-49.6	-101.8	52.2
				150	-20.6	-60.6		41.2
				3000	-30.6	-70.6		31.2
				5000	-40.6	-80.6		21.2
				10000	-60.6	-100.6		1.2
0.3	3.2	0.1	0.0	50	-9.6	-58.3	-101.8	43.5
				150	-20.6	-69.3		32.5
				3000	-30.6	-79.3		22.5
				5000	-40.6	-89.3		12.5
				10000	-60.6	-109.3		-7.5
0.5	1.9	0.1	0.0	50	-9.6	-62.7	-101.8	39.1
				150	-20.6	-73.7		28.1
				3000	-30.6	-83.7		18.1
				5000	-40.6	-93.7		8.1
				10000	-60.6	-113.7		-11.9
1.5	0.6	0.0	0.0	50	-9.6	-72.2	-101.8	29.6
				150	-20.6	-83.2		18.6
				3000	-30.6	-93.2		8.6
				5000	-40.6	-103.2		-1.4
				10000	-60.6	-123.2		-21.4

表７３　デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ送信高 20m、空中線電力５Ｗの場合

被干渉条件	公共ＢＢシステム（可搬型基地局ポール）
受信アンテナ	５素子八木アンテナ
受信空中線利得	10ｄＢｉ
給電線損失	1.5ｄＢ
受信高	10m
ＮＦ	８ｄＢ

距離 (km)	俯角 (°)	送信指向性損失 （ｄＢ）	受信指向性損失 （ｄＢ）	帯域端からのΔｆ (kHz)	帯域外漏洩電力 Pi （ｄＢm／ＭＨｚ）	到達雑音電力 Pr （ｄＢm／ＭＨｚ）	許容干渉量 （ｄＢm／ＭＨｚ）	所要改善量 （ｄＢ）
0.01	45.0	14.9	10.0	50	−9.6	−58.0	−101.8	43.8
				150	−20.6	−69.0		32.8
				3000	−30.6	−79.0		22.8
				5000	−40.6	−89.0		12.8
				10000	−60.6	−109.0		−7.2
0.05	11.3	0.8	0.5	50	−9.6	−45.4	−101.8	56.4
				150	−20.6	−56.4		45.4
				3000	−30.6	−66.4		35.4
				5000	−40.6	−76.4		25.4
				10000	−60.6	−96.4		5.4
0.1	5.7	0.2	0.1	50	−9.6	−50.4	−101.8	51.4
				150	−20.6	−61.4		40.4
				3000	−30.6	−71.4		30.4
				5000	−40.6	−81.4		20.4
				10000	−60.6	−101.4		0.4
0.3	1.9	0.1	0.0	50	−9.6	−59.7	−101.8	42.1
				150	−20.6	−70.7		31.1
				3000	−30.6	−80.7		21.1
				5000	−40.6	−90.7		11.1
				10000	−60.6	−110.7		−8.9
0.5	1.1	0.0	0.0	50	−9.6	−64.1	−101.8	37.7
				150	−20.6	−75.1		26.7
				3000	−30.6	−85.1		16.7
				5000	−40.6	−95.1		6.7
				10000	−60.6	−115.1		−13.3
1.5	0.4	0.0	0.0	50	−9.6	−73.6	−101.8	28.2
				150	−20.6	−84.6		17.2
				3000	−30.6	−94.6		7.2
				5000	−40.6	−104.6		−2.8
				10000	−60.6	−124.6		−22.8

６．共用条件のまとめ

今回の検討では、ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬと他の無線システムとの水平直線距離が 50ｍとなる場合において、相互の空中線指向特性が正対するという最悪モデルの条件で行った。また、ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬの送信高については 50m、20mの条件で検討を行った。その結果、

① 周波数割当てにおいては、導入する地域の周波数割当状況を調査し、可能な限り既存無線局との離調周波数を確保する。周波数が近接する場合はＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬの帯域端から 150kHz 以上確保することが望ましい。

② 既存局との近接距離については、可能な限り離隔距離を確保するよう、ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬの送信候補地を選定する。既存無線局との相互距離を300m以上確保することで50m地点に比べ10ｄＢ以上改善が可能となる。

③ ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬの送信空中線高については、可能な限り高い位置から送信することで空中線指向特性により改善量を確保することができることから、ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬの送信高を高い位置に選定する。

④ 空中線指向特性については、既存局の運用状況を考慮し、送信偏波面を隣接する無線局と異なる偏波面（特に水平偏波）を使用することで 10ｄＢ程度の改善が可能となる。また、干渉相手先が固定設置で運用する設備であって、空中線指向方向が相互で正対しない場合、最も減衰できる関係では 10～20ｄＢ程度の改善が可能となる。そのほか、改善量が必要な場合は指向性ロス確保のため、空中線指向特性を鋭くする工夫などにより影響を軽減することが可能となる。

⑤ 空中線電力については、最大５Ｗとしていることから１W運用時で７ｄＢ、0.5W運用時で 10ｄＢ改善が可能となる。

⑥ 製品実用化機のスペクトル特性により、今回の試験装置の実力値と同様な特性となる場合には、ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬの帯域端から 3MHz までにおいて 10ｄＢ以上改善が可能となる。

以上①～⑥のことから、実際の運用においてはトータル 10～30ｄＢ程度の干渉量を軽減することが可能であることから、隣接するその他の無線局とは共用可能と考えられる。

なお、ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬを導入する際には既存無線局の設置状況を十分調査・確認の上で技術検討を行う必要がある。

個別条件から所要改善量を確保することが難しい場合は、ＶＨＦ帯デジタル

ＳＴＬ／ＴＴＬの出力側にフィルタ（10～30ｄＢ）を使用することで共用可能である。個別システム毎の対応については、表７４のとおり。

表７４　他の無線システムとの共用検討の結果

1	60MHz 帯 公共業務用固定局 デジタル屋外子局	・固定設置で運用する設備同士の干渉のため、サイトエンジニアリングで共用可能。 ・さらに、所要改善量の確保が必要な場合は、フィルタにより改善。
2	60MHz 帯 公共業務用固定局 デジタル戸別受信 ロッド	・改善量が少ないため、サイトエンジニアリングで共用可能。 ・さらに、所要改善量の確保が必要な場合は、フィルタにより改善。
3	60MHz 帯 公共業務用固定局 デジタル戸別受信 八木	・固定設置で運用する設備同士の干渉のため、サイトエンジニアリングで共用可能。 ・さらに、所要改善量の確保が必要な場合は、フィルタにより改善。
4	60MHz 帯 公共業務用固定局 デジタル基地受信	・固定設置で運用する設備同士の干渉のため、サイトエンジニアリングで共用可能。 ・さらに、所要改善量の確保が必要な場合は、フィルタにより改善。
5	60MHz 帯 公共業務用固定局 アナログ屋外子局	・固定設置で運用する設備同士の干渉のため、サイトエンジニアリングで共用可能。 ・さらに、所要改善量の確保が必要な場合は、フィルタにより改善。
6	60MHz 帯 公共業務用固定局 アナログ戸別受信 ロッド	・改善量が少ないため、サイトエンジニアリングで共用可能。 ・さらに、所要改善量の確保が必要な場合は、フィルタにより改善。
7	60MHz 帯 公共業務用固定局 アナログ戸別受信 八木	・固定設置で運用する設備同士の干渉のため、サイトエンジニアリングで共用可能。 ・さらに、所要改善量の確保が必要な場合は、フィルタにより改善。
8	60MHz 帯 公共業務用固定局 アナログ基地受信	・固定設置で運用する設備同士の干渉のため、サイトエンジニアリングで共用可能。 ・さらに、所要改善量の確保が必要な場合は、フィルタにより改善。

９	放送事業用 連絡用無線 基地局	・固定設置で運用する設備同士の干渉のため、サイトエンジニアリングで共用可能。 ・同一送信所とならないＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬの送信地点を検討。 ・さらに、所要改善量の確保が必要な場合は、フィルタにより改善。
10	放送事業用 連絡用無線 移動局（中継車）	・改善量が少ないため、サイトエンジニアリングで共用可能。 ・さらに、所要改善量の確保が必要な場合は、フィルタにより改善。ただし、被干渉側が移動局であるため、フィルタの設置は原則ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬでの対応が望ましい。
11	放送事業用 連絡用無線 移動局（携帯）	・改善量が少ないため、サイトエンジニアリングで共用可能。 ・さらに、所要改善量の確保が必要な場合は、フィルタにより改善。ただし、被干渉側が移動局であるため、フィルタの設置は原則ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬでの対応が望ましい。
12	放送事業用 ワイドバンド無線 基地受信	・固定設置で運用する設備同士の干渉のため、サイトエンジニアリングで共用可能。 ・同一送信所とならないＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬの送信地点を検討。 ・さらに、所要改善量の確保が必要な場合は、フィルタにより改善。
13	放送事業用 ワイドバンド無線 移動局（中継車）	・改善量が少ないため、サイトエンジニアリングで共用可能。 ・さらに、所要改善量の確保が必要な場合は、フィルタにより改善。ただし、被干渉側が移動局であるため、フィルタの設置は原則ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬでの対応が望ましい。
14	放送事業用 ワイドバンド無線 移動局（携帯）	・改善量が少ないため、サイトエンジニアリングで共用可能。 ・さらに、所要改善量の確保が必要な場合は、フィルタにより改善。ただし、被干渉側が移動局であるため、フィルタの設置は原則ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬでの対応が望ましい。

15	200MHz 帯 公共ブロードバンド 移動通信システム 基地局	・改善量が少ないため、サイトエンジニアリングで共用可能。 ・さらに、所要改善量の確保が必要な場合は、フィルタにより改善。
16	200MHz 帯 公共ブロードバンド 移動通信システム 移動局	・改善量が少ないため、サイトエンジニアリングで共用可能。 ・さらに、所要改善量の確保が必要な場合は、フィルタにより改善。ただし、被干渉側が移動局であるため、フィルタの設置は原則ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬでの対応が望ましい。
17	200MHz 帯 公共ブロードバンド 移動通信システム 可搬型基地局３ｍ	・改善量が少ないため、サイトエンジニアリングで共用可能。 ・さらに、所要改善量の確保が必要な場合は、フィルタにより改善。ただし、被干渉側が移動局であるため、フィルタの設置は原則ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬでの対応が望ましい。
18	200MHz 帯 公共ブロードバンド 移動通信システム 可搬型基地局ポール 10ｍ	・改善量が少ないため、サイトエンジニアリングで共用可能。 ・さらに、所要改善量の確保が必要な場合は、フィルタにより改善。ただし、被干渉側が移動局であるため、フィルタの設置は原則ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬでの対応が望ましい。

７．ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬの被干渉の考え方

ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬと隣接帯域を使用する他の無線システムからの被干渉について共用検討を行った。

検討結果から、ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬが隣接する他の無線局から干渉を受ける場合もあるため、システムを導入する際には、隣接する既存無線局の運用状況を十分に調査し、干渉を受けないための技術検討が必要となる。

被干渉の影響度合いについては、技術検討を行った上で安定した回線が得られるよう、ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬの導入諸元を検討する必要がある。

（１）検討対象の諸元

ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬと他の無線システムが現実的に置局されるモデルについて、水平直線距離 10m、50m、100m、300m及び 500mの５つのパターンで検討する。

なお、水平直線距離 10m については、アンテナ高差による実際の空間伝搬距離にて伝搬損失の計算を行った。

他の無線システムは、放送事業用ワイドバンド無線以外は双方向の機器であり、ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ与干渉の検討諸元を用いる。

（２）ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬの空中線高

ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ被干渉において、ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬの空中線高 50mと 20mによる差は、距離が 300m以上離れる遠方では差が少ないが、各種条件を比較するため空中線高 50mと 20mについて検討を行う。

（３）検討手法

ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ与干渉の場合は、受信限界レベルに所要Ｃ／Ｎを加えた低い受信レベルで使用している他の無線システムへ影響を与えないよう、ＩＴＵ－Ｒ勧告　Ｐ．372－11 から算出した雑音と熱雑音を加算した総合雑音よりも３ｄＢ低い値を許容干渉量としている。

一方、ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬは、回線設計の段階で所要受信入力に対して、マージンを考慮した標準受信入力を用いることとするため、以下の条件とする。

参考資料５に示すように、160MHz 帯の場合、総合雑音-114.3ｄＢｍにスレッシホールドＣ／Ｎ31.5ｄＢを加えた値-82.8ｄＢｍから所要受信入力電力を-82ｄＢｍとし、この数値に 15ｄＢを加算した値の-67ｄＢｍを標準受信入力としている。

以上の観点から、160MHz 帯の許容干渉量は、図１５に示すように、総合雑音-114.3ｄＢｍから 15.8ｄＢ高い-98.5ｄＢｍ／80ｋＨｚとし、この数値を1MHz に換算した-87.5ｄＢｍ／ＭＨｚとする。

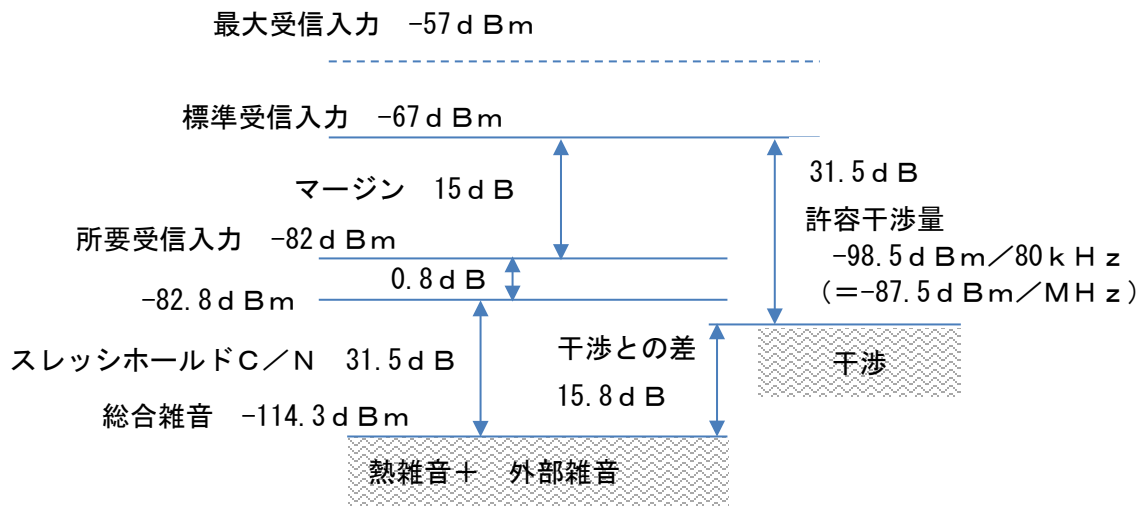


図１５　160MHz 帯ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬの許容干渉量の考え方

また、60MHz 帯の許容干渉量は、60MHz 帯と同様の算出手順により、総合雑音-107.5ｄＢｍから 15.8ｄＢ高い-91.7ｄＢｍ／80ｋＨｚとし、この数値を1MHz に換算した-80.7ｄＢｍ／ＭＨｚとする。

60MHz 帯及び 160MHz 帯の許容干渉量を表７５に示す。

表７５　ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬの許容干渉量

周波数帯	総合雑音電力（ｄＢｍ）	許容干渉量（ｄＢｍ）	許容干渉量（ｄＢｍ／ＭＨｚ）
60MHz 帯	-107.5	-91.7	-80.7
160MHz 帯	-114.3	-98.5	-87.5

８.他の無線システムの帯域外漏洩電力

（１）60MHz 帯公共業務用固定局

60MHz 帯公共業務用の固定局について、現行のデジタルシステム（１６ＱＡＭ)、アナログシステム及び今後導入予定のデジタルシステム（ＱＰＳＫナロー）を与干渉源として検討する。

デジタルシステムにおいては、市区町村の庁舎等の固定局から一斉送信し、同一市区町村内に配置される子局（屋外子局）は受信したことをアンサーバックのために送信する。

ア）１６ＱＡＭ方式

表７６に、60MHz 帯公共業務用の固定局の１６ＱＡＭ方式の諸元を示す。

表７６　60MHz 帯公共業務用の固定局の検討諸元(現行１６ＱＡＭ)

	屋外子局	親局
使用周波数帯	60MHz 帯（54～70MHz）	
空中線電力	10W(40ｄＢｍ)	
占有周波数帯幅	15kHz 以下	
チャネル間隔	15kHz	
等価受信帯域幅	11.25kHz	
空中線利得	8.15ｄＢｉ	2.15ｄＢｉ
給電線損失	1.5ｄＢ	3.5ｄＢ
空中線高	５ｍ	20ｍ
空中線指向特性	３素子八木 （指向性） 図６	ダイポール （無指向性）
隣接チャネル漏洩電力	-55ｄＢ以下	
帯域外領域におけるスプリアス発射 （～62.5kHz）	2.5μW 以下又は基本周波数の平均電力より 60dB 低い値	
スプリアス領域における不要発射 （62.5kHz～）	2.5μW 以下又は基本周波数の搬送波電力より 60dB 低い値	

ＢＮ＜25kHz のため、帯域外領域＝62.5kHz

10W出力の公共業務用の固定局の隣接チャネル漏洩電力は、出力＋40ｄＢｍ／11.25ｋＨｚ（±（伝送速度 45kbps／８））より-55ｄＢ以下の-15ｄＢ

ｍ／11.25ｋＨｚであり、この値を 1MHz 換算(10×log(1000 kHz／11.25 kHz)＝19.5) した、＋4.5ｄＢｍ／ＭＨｚになる。

それ以上の周波数域は、隣接チャネル漏洩電力の規定ではなく、スプリアス発射又は不要発射の数値で規定されているため、-60ｄＢ低い-0.5ｄＢｍ／ＭＨｚが帯域外漏洩電力となる。

離調周波数が1MHz以上の漏洩電力レベルとして、無線設備規則に規定されるスプリアス／不要発射の許容値の-60ｄＢから、一つの試算事例として、実現可能な20ｄＢ低い-80ｄＢとして算出した検討結果を示す。

なお、所要改善量の試算における帯域外漏洩電力-80ｄＢについては、参考事例を示すもので、変調時の無線機器の要件(要求条件) を示すものではない。

以上の隣接チャネル漏洩電力と帯域外領域及びスプリアス領域の仕様から、帯域外漏洩電力を計算した結果を表７７に示す。また、試算する周波数は、与干渉側システムのチャネル間隔である 15kHz と、ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ側の隣接チャネルに相当する±50kHz と隣々接チャネルに相当する±150kHz とする。

表７７　帯域外漏洩電力の計算と試算数値(現行１６ＱＡＭ)

	計算値（ｄＢｍ／11.25ｋＨｚ）	1MHz 換算（ｄＢｍ／ＭＨｚ）	試算数値（ｄＢｍ／ＭＨｚ）
帯域端±15kHz	-15	4.5	4.5
帯域端±50kHz	-20	-0.5	-0.5
帯域端±150kHz	-20	-0.5	-0.5
帯域端±1000kHz	-20	-0.5	-20.5

換算数値：10×log（1MHz／11.25kHz）＝19.5ｄＢ

試算数値：1MHz 離調したスプリアス領域の漏洩電力は 20ｄＢ低いとして試算

イ）アナログ方式

表７８に、60MHz 帯公共業務用の固定局のアナログ方式の諸元を示す。

表７８　60MHz 帯公共業務用の固定局の検討諸元(アナログ)

	屋外子局	親局
使用周波数帯	60MHz 帯（54～70MHz）	
空中線電力	10W(40ｄＢｍ)	
占有周波数帯幅	16kHz 以下	
チャネル間隔	30kHz	

等価受信帯域	12kHz	
空中線利得	8.15ｄＢｉ	2.15ｄＢｉ
給電線損失	1.5ｄＢ	3.5ｄＢ
空中線高	５ｍ	20m
空中線指向特性	３素子八木 （指向性） 図６	ダイポール （無指向性）
隣接チャネル漏洩電力	規定なし	
帯域外領域におけるスプリアス発射 （～62.5kHz）	-80ｄＢ以下 （無変調により規定）	
スプリアス領域における不要発射 (62.5kHz～)	-60ｄＢ以下	

ＢＮ＜25kHz のため、帯域外領域＝62.5kHz

現行１６ＱＡＭと同様な考え方から、アナログ方式の漏洩電力を計算した結果を表７９に示す。

表７９　帯域外漏洩電力の計算と試算数値（アナログ）

	計算値 （ｄＢｍ／16ｋＨｚ）	1MHz 換算 （ｄＢｍ／ＭＨｚ）	試算数値 （ｄＢｍ／ＭＨｚ）
帯域端±30kHz	-40	-22.0	-22.0
帯域端±50kHz	-20	-2.0	-2.0
帯域端±150kHz	-20	-2.0	-2.0
帯域端±1000kHz	-20	-2.0	-22.0

換算数値：10×log（1MHz／16kHz）＝18.0ｄＢ

試算数値：1MHz 離調したスプリアス領域の漏洩電力は 20ｄＢ低いとして試算

ウ）ＱＰＳＫナロー方式

表８０に、60MHz 帯公共業務用の固定局のＱＰＳＫナローの諸元を示す。

表８０　60MHz 帯公共業務用の固定局の検討諸元(ＱＰＳＫナロー)

	屋外子局	親局
使用周波数帯	60MHz 帯（54～70MHz）	
空中線電力	10W(40ｄＢｍ)	
占有周波数帯幅	7.1kHz 以下	
チャネル間隔	7.5kHz	

子局等価受信帯域	5.625kHz	
空中線利得	8.15ｄＢｉ	2.15ｄＢｉ
給電線損失	1.5ｄＢ	3.5ｄＢ
空中線高	５ｍ	20m
空中線指向特性	３素子八木 （指向性） 図６	ダイポール （無指向性）
隣接チャネル漏洩電力	-55ｄＢ以下	
帯域外領域におけるスプリアス発射 （～62.5kHz）	2.5μＷ以下又は基本周波数の平均電力より 60ｄＢ低い値	
スプリアス領域における不要発射 (62.5kHz～)	2.5μＷ以下又は基本周波数の搬送波電力より 60ｄＢ低い値	

ＢＮ＜25kHz のため、帯域外領域＝62.5kHz

現行１６ＱＡＭと同様な考え方から、ＱＰＳＫナローの漏洩電力を計算した結果を表８１に示す。帯域端±11.25kHz は、空中線電力＋40ｄＢｍの隣接チャネル漏洩電力の仕様-55ｄＢ以下から、計算値-15ｄＢｍ／5.625ｋＨｚとする。

表８１　帯域外漏洩電力の計算と試算数値(ＱＰＳＫナロー)

	計算値 （ｄＢｍ／5.625ｋＨｚ）	1MHz 換算 （ｄＢｍ／ＭＨｚ）	試算数値 （ｄＢｍ／ＭＨｚ）
帯域端±7.5kHz	-15	7.5	7.5
帯域端±50kHz	-20	2.5	2.5
帯域端±150kHz	-20	2.5	2.5
帯域端±1000kHz	-20	2.5	-17.5

換算数値：10×log（1MHz／5.625kHz）＝22.5ｄＢ

試算数値：1MHz 離調したスプリアス領域の漏洩電力は 20ｄＢ低いとして試算

（２）160MHz 帯放送事業用連絡用無線

放送事業用無線システムからの被干渉として､連絡用無線とワイドバンド無線とがあり、今回の検討では、デジタル方式について検討を行う。

連絡用無線について、基地局は放送局等のビル屋上を想定して高さ 50m、移動局（中継車）は、中継用のため、アンテナを高く上げるため地上高３ｍで想定している。また、移動局については、携帯をイメージしているため地上高 1.5ｍで想定した。

放送事業用連絡用無線のＡＲＩＢ　ＳＴＤ－Ｂ５４を参照した検討諸元を表８２に示す。また、空中線指向特性を図１０に示す。

表８２　ＶＨＦ帯放送事業用連絡用無線の検討諸元（４ＦＳＫ）

	放送事業用４ＦＳＫ連絡無線方式(ARIB STD-B54)		
	基地局	移動局（中継車）	移動局（携帯）
中心周波数	142～170MHz		
空中線電力	50W （47ｄＢｍ）	50W （47ｄＢｍ）	５W （37ｄＢｍ）
占有周波数帯幅	5.8kHz		
チャネル間隔	6.25kHz		
等価受信帯域幅	4.0kHz		
空中線利得 給電線損失及び フィルタ損失	G=10.2ｄＢｉ Ｌ=３ｄＢ ＢＰＦ=4.5ｄＢ	G=4.65ｄＢｉ Ｌ=１ｄＢ ＢＰＦ=０ｄＢ	G=2.15ｄＢｉ Ｌ=０ｄＢ ＢＰＦ=０ｄＢ
空中線高	50m	３m	1.5m
空中線指向特性	指向性 図１０	無指向性	無指向性
隣接チャネル漏洩電力	-55ｄＢ	-55ｄＢ	-52ｄＢ
帯域外領域における スプリアス発射 （～62.5kHz）	2.5μW 以下又は基本周波数の平均電力より 60ｄＢ低い値		
スプリアス領域における 不要発射 (62.5kHz～)	2.5μW 以下又は基本周波数の搬送波電力より 60ｄＢ低い値		

ＢＮ＜25kHz のため、帯域外領域＝62.5kHz

ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬの帯域と同程度の離調周波数における漏洩電力の試算に用いた放送事業用無線の移動局（携帯）と移動局（中継車）のサンプル例として、図１６に移動局（携帯）（５W）、図１７に移動局（中継車）（50W）の各スペクトル波形（サンプルデータ）を示す。

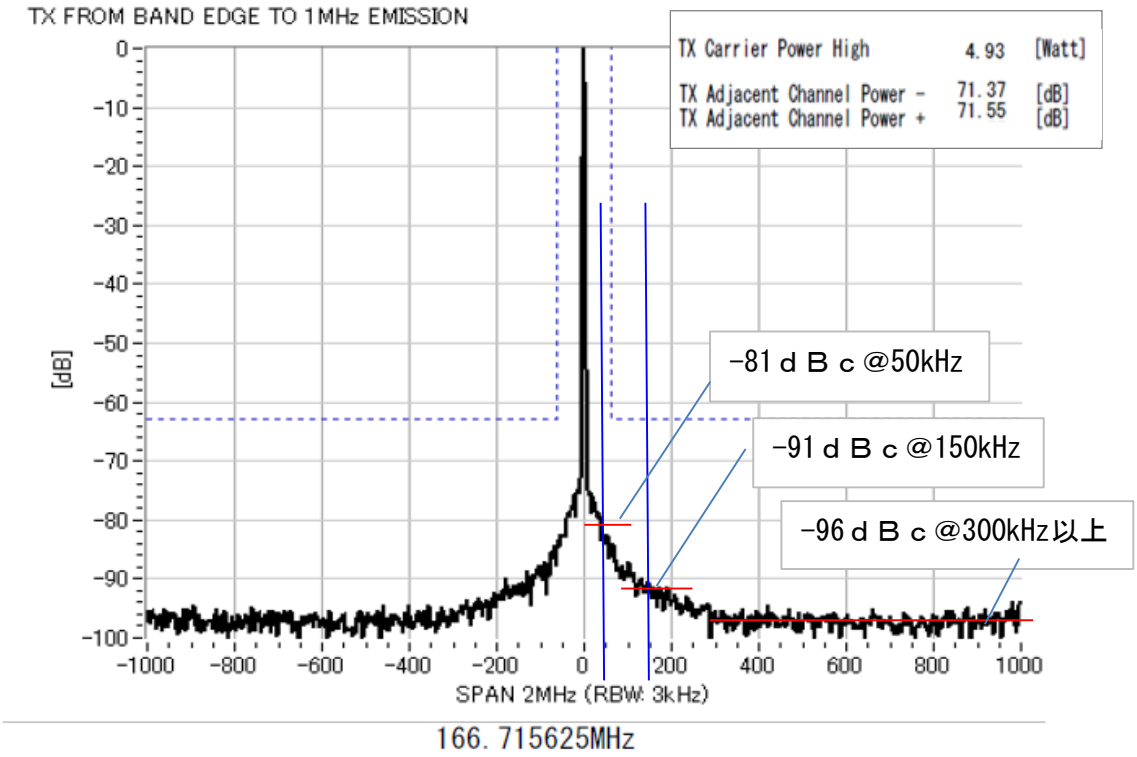


図１６　移動局（携帯）（５Ｗ）のスペクトル波形（サンプルデータ）

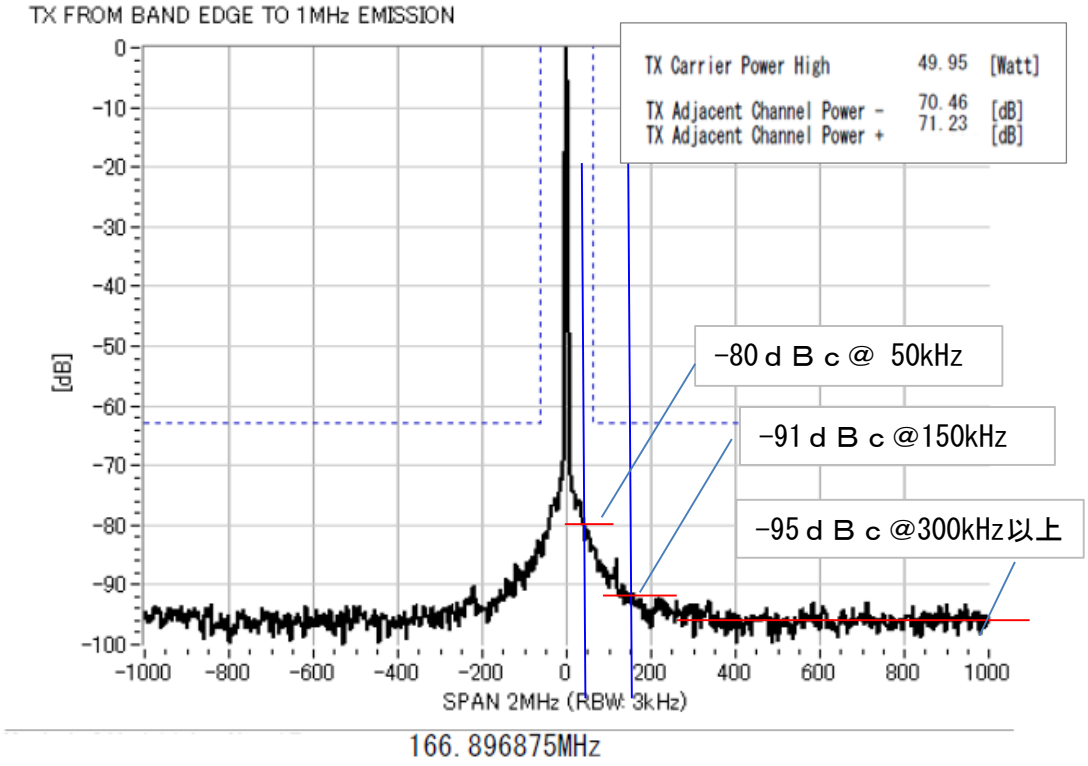


図１７　移動局（中継車）（50W）のスペクトル波形（サンプルデータ）

これらサンプル例から求めた帯域外漏洩電力を表８３及び表８４に示す。

図１７の隣接チャネル漏洩電力比 70.5ｄＢから 47ｄＢｍ－70.5ｄＢ＝-23.5ｄＢｍ／４ｋＨｚ、これを MHz 換算（10×log（1000kHz／4kHz）＝23.97ｄＢ）し 0.5ｄＢｍ／ＭＨｚ、また、50kHz 時のグラフ読取り値-80ｄＢｃをスペクトルアナライザＲＢW3kHz から等価受信帯域幅の 4kHz に換算（10×log（4kHz／3kHz）＝1.2ｄＢ）し、+47ｄＢｍ－80ｄＢ＋1.2ｄＢ＝-31.76ｄＢｍ／４ｋＨｚ。この値を 1MHz に換算（10×log（1000kHz／4kHz）＝24.0ｄＢ）し、-31.76ｄＢｍ＋24.0ｄＢ＝-7.8ｄＢｍ／ＭＨｚ。150kHz 時のグラフ読取り-91ｄＢｃも同様な換算により-18.8ｄＢｍ／ＭＨｚとする。

表８３　帯域外漏洩電力の計算と試算数値
（連絡用無線の移動局（中継車））

	計算値（ｄＢｍ／４ｋＨｚ）	1MHz 換算（ｄＢｍ／ＭＨｚ）	試算数値（ｄＢｍ／ＭＨｚ）
帯域端±6.25kHz	－８	16	0.5
帯域端±50kHz	-13	11	-7.8
帯域端±150kHz	-13	11	-18.8
帯域端±1000kHz	-13	11	-22.8

換算数値：10×log（1MHz／4kHz）＝24.0ｄＢ

試算数値：サンプルデータからの読取り数値を使用

表８４に、放送事業用連絡用無線の移動局(携帯)の帯域外漏洩電力を示す。

表８４　帯域外漏洩電力の計算値と試算数値
（連絡用無線の移動局（携帯））

	計算値（ｄＢｍ／４ｋＨｚ）	1MHz 換算（ｄＢｍ／ＭＨｚ）	試算数値（ｄＢｍ／ＭＨｚ）
帯域端±6.25kHz	-15	９	-10.4
帯域端±50kHz	-23	1	-18.8
帯域端±150kHz	-23	1	-28.8
帯域端±1000kHz	-23	1	-33.8

換算数値：10×log（1MHz／4kHz）＝24.0ｄＢ

試算数値：サンプルデータからの読取り数値を使用

（３）160MHz 帯放送事業用ワイドバンド無線

放送事業用ワイドバンド無線について、検討諸元を表８５に示す。

なお､放送事業用ワイドバンド無線の基地受信は､受信専用となることから、被干渉の検討対象から除外した。

表８５　放送事業用ワイドバンド無線の検討諸元

	ワイドバンド無線	
	移動局(中継車)	移動局(携帯)
中心周波数	160～170MHz	
空中線電力	50W (47ｄＢｍ)	５W (37ｄＢｍ)
占有周波数帯幅	100kHz	
空中線利得 給電線損失及び フィルタ損失	G=2.14ｄＢｉ Ｌ=１ｄＢ ＢＰＦ=０ｄＢ	G=-0.85ｄＢｉ Ｌ=０ｄＢ ＢＰＦ=０ｄＢ
空中線高	３ｍ	1.5m
空中線指向特性	無指向性	無指向性
等価受信帯域幅	120kHz	
隣接チャネル漏洩電力	－	－
帯域外領域における スプリアス発射 （～250kHz）	2.5μW 以下又は基本周波数の平均電力より 60dB 低い値	
スプリアス領域における 不要発射 (250kHz～)	2.5μW 以下又は基本周波数の搬送波電力より 60dB 低い値	

ＢＮ＝100kHz としてスプリアス領域を計算

表８６に、50W出力となる放送事業用ワイドバンド無線の移動局（中継車）の帯域外漏洩電力を示す｡隣接チャネル漏洩電力は帯域外領域におけるスプリアス発射の値として計算した。

表８６　帯域外漏洩電力の計算と試算数値
（ワイドバンド無線の移動局（中継車））

	計算値（ｄＢｍ／100ｋＨｚ）	1MHz 換算（ｄＢｍ／ＭＨｚ）	試算数値（ｄＢｍ／ＭＨｚ）
帯域端±150kHz	-13	-3	-3
帯域端±250kHz	-13	-3	-3
帯域端±1000kHz	-13	-3	-23

換算数値：10×log（1MHz／100kHz）＝10ｄＢ

試算数値：1MHz 離調したスプリアス領域の漏洩電力は 20ｄＢ低いとして試算

表８７に、５W出力となる放送事業用ワイドバンド無線の移動局（携帯）の漏洩電力を示す。

表８７　帯域外漏洩電力の計算と試算数値
（ワイドバンド無線の移動局（携帯））

	計算値（ｄＢｍ／100ｋＨｚ）	1MHz 換算（ｄＢｍ／ＭＨｚ）	試算数値（ｄＢｍ／ＭＨｚ）
帯域端±150kHz	-23	-13	-13
帯域端±250kHz	-23	-13	-13
帯域端±1000kHz	-23	-13	-33

換算数値：10×log（1MHz／100kHz）＝10ｄＢ

試算数値：1MHz 離調したスプリアス領域の漏洩電力は 20ｄＢ低いとして試算

（４）200MHz 帯公共ブロードバンド移動通信システム

公共ブロードバンド移動通信システムの使用周波数帯は 170 MHz～202.5MHz となる。検討対象となる設備については、基地局、現場での利用を想定した移動局及び移動局の一つとして可搬型基地局の三つを想定する。

空中線高について、ＳＴＬ与干渉と同条件とする。基地局は公共施設（市役所）等の屋上を想定し高さ 30ｍとしている。また、移動局については、車載を想定し、乗用車の高さを 1.5ｍとする。可搬型基地局については、現場に設置される基地局を想定し３ｍ、さらにポールを用いての 10ｍのケースも検討を行う。公共ブロードバンド移動通信システムの検討諸元は、情報通信審議会情報通信技術分科会公共無線システム委員会報告に基づき、表８８及び表８９に示すものとする。基地局及び移動局(可搬型基地局)については、指向性を持つ空中線、移動局については、無指向性の空中線とする。

表８８　公共ブロードバンド移動通信システムの検討諸元（基地局）

	基地局
中心周波数	175MHz、200MHz
空中線電力	20W(43ｄＢｍ)
占有周波数帯幅	5MHz
空中線利得及び給電線損失	Ｇ＝10ｄＢｉ Ｌ＝２ｄＢ
空中線高	30m
空中線指向特性	指向性 図１２
不要発射の強度	-44.0ｄＢｍ／ＭＨｚ(170MHz) -15.0ｄＢｍ／ＭＨｚ(202.5MHz)

表８９　公共ブロードバンド移動通信システムの検討諸元（移動局）

	移動局 （可搬型基地局を除く）	移動局 （可搬型基地局）	
中心周波数	175MHz、200MHz		
空中線電力	５W(37ｄＢｍ)		
占有周波数帯幅	5MHz		
空中線利得及び給電線損失	Ｇ＝０ｄＢｉ	Ｇ＝10ｄＢｉ	
	Ｌ＝０ｄＢ	Ｌ＝０ｄＢ	Ｌ＝1.5ｄＢ
空中線高	1.5m	３m	10m
空中線指向特性	無指向性 図１３	指向性 図１４	
不要発射の強度	-20.0ｄＢｍ／ＭＨｚ(170MHz) -20.0ｄＢｍ／ＭＨｚ(202.5MHz)		

なお、ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬは、公共ブロードバンド移動通信システムの下側に隣接する周波数帯を使用するため、表９０に示す不要発射の強度とする。

表９０　公共ブロードバンド移動通信システムの不要発射の強度

	20W基地局 不要発射の強度 （ｄＢｍ／ＭＨｚ）	５W移動局 不要発射の強度 （ｄＢｍ／ＭＨｚ）
下側隣接周波数帯（170MHz）	-44.0	-20.0

９．計算結果

（１）60MHz 帯公共業務用固定局

ア）１６ＱＡＭ方式

３．（１）の干渉検討諸元及び４．（１）の共用検討の基本的な考え方に基づき、所要改善量について計算を行った結果、ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬの受信高 20ｍでの、周波数差±150kHz 及び±1MHz、水平直線距離 50ｍ、送信高 20mにおける許容干渉量と到達雑音電力から求めた所要改善量は、表９１及び表９２のとおり。また、干渉各条件における所要改善量は、表９３のとおり。

表９１　60MHz 帯公共業務用固定局(１６ＱＡＭ)からの干渉検討結果
周波数差±150kHz、水平直線距離 50ｍ、送信高 20ｍ

与干渉	被干渉	許容干渉量（ｄＢｍ／ＭＨｚ）	到達雑音電力（ｄＢｍ／ＭＨｚ）	所要改善量（ｄＢ）
60MHz 同報屋外子局	デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ	-80.7	-31.6	49.1
60MHz 同報親局	デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ	-80.7	-37.0	43.7

表９２　60MHz 帯公共業務用固定局(１６ＱＡＭ)からの干渉検討結果
周波数差±1MHz（※)、水平直線距離 50ｍ、送信高 20ｍ

与干渉	被干渉	許容干渉量（ｄＢｍ／ＭＨｚ）	到達雑音電力（ｄＢｍ／ＭＨｚ）	所要改善量（ｄＢ）
60MHz 同報屋外子局	デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ	-80.7	-51.6	29.1
60MHz 同報親局	デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ	-80.7	-57.0	23.7

（※）与干渉の等価送信ろ波特性（150kHz 及び 3MHz において同一の減衰量）及び与干渉の帯域外漏洩電力（帯域端から 1MHz 以上の離調周波数の場合、規定値よりも減衰が見込めること）を考慮した範囲。（以下、表９５、表９８、表１０１、表１０４及び表１０６において同じ。）

表９３　60MHz 帯公共業務用固定局（１６ＱＡＭ）からの
ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ被干渉各条件における所要改善量（ｄＢ）

		デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ 受信高 50m		デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ 受信高 20m	
距離 (km)	帯域端からのΔｆ(kHz)	屋外子局	親局	屋外子局	親局
	空中線高さ	5	20	5	20
	空中線利得	8.15	2.15	8.15	2.15
	給電線損失	1.5	3.5	1.5	3.5
0.01	15	13.5	14.7	37.9	62.6
0.01	50	8.5	9.7	32.9	57.6
0.01	150	8.5	9.7	32.9	57.6
0.01	1000	−11.5	−10.3	12.9	37.6
0.05	15	40.6	40.6	54.1	48.7
0.05	50	35.6	35.6	49.1	43.7
0.05	150	35.6	35.6	49.1	43.7
0.05	1000	15.6	15.6	29.1	23.7
0.1	15	45.6	40.0	49.9	42.6
0.1	50	40.6	35.0	44.9	37.6
0.1	150	40.6	35.0	44.9	37.6
0.1	1000	20.6	15.0	24.9	17.6
0.3	15	40.3	32.7	40.9	33.1
0.3	50	35.3	27.7	35.9	28.1
0.3	150	35.3	27.7	35.9	28.1
0.3	1000	15.3	7.7	15.9	8.1
0.5	15	36.3	28.4	36.5	28.7
0.5	50	31.3	23.4	31.5	23.7
0.5	150	31.3	23.4	31.5	23.7
0.5	1000	11.3	3.4	11.5	3.7

イ）アナログ方式

ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬの受信高 20ｍでの、周波数差±150kHz 及び±1MHz、水平直線距離 50ｍ、送信高 20ｍにおける許容干渉量と到達雑音電力から求めた所要改善量は、表９４及び表９５のとおり。また、干渉各条件における所要改善量は、表９６のとおり。

表９４　60MHz 帯公共業務用固定局(アナログ)からの干渉検討結果
周波数差±150kHz、水平直線距離 50ｍ、送信高 20ｍ

与干渉	被干渉	許容干渉量（ｄＢｍ／ＭＨｚ）	到達雑音電力（ｄＢｍ／ＭＨｚ）	所要改善量（ｄＢ）
60MHz 同報屋外子局	デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ	-80.7	-33.1	47.6
60MHz 同報親局	デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ	-80.7	-38.5	42.2

表９５　60MHz 帯公共業務用固定局(アナログ)からの干渉検討結果
周波数差±1MHz、水平直線距離 50ｍ、送信高 20ｍ

与干渉	被干渉	許容干渉量（ｄＢｍ／ＭＨｚ）	到達雑音電力（ｄＢｍ／ＭＨｚ）	所要改善量（ｄＢ）
60MHz 同報屋外子局	デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ	-80.7	-53.1	27.6
60MHz 同報親局	デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ	-80.7	-58.5	22.2

表９６　60MHz 帯公共業務用固定局（アナログ）からの
ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ被干渉各条件における所要改善量（ｄＢ）

		デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ 受信高 50m		デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ 受信高 20m	
距離 (km)	帯域端からのΔｆ(kHz)	屋外子局	親局	屋外子局	親局
	空中線高さ	5	20	5	20
	空中線利得	8.15	2.15	8.15	2.15
	給電線損失	1.5	3.5	1.5	3.5
0.01	30	-13.0	-11.8	11.4	36.1
0.01	50	7.0	8.2	31.4	56.1
0.01	150	7.0	8.2	31.4	56.1
0.01	1000	-13.0	-11.8	11.4	36.1
0.05	30	14.1	14.1	27.6	22.2
0.05	50	34.1	34.1	47.6	42.2
0.05	150	34.1	34.1	47.6	42.2
0.05	1000	14.1	14.1	27.6	22.2
0.1	30	19.1	13.5	23.4	16.1
0.1	50	39.1	33.5	43.4	36.1
0.1	150	39.1	33.5	43.4	36.1
0.1	1000	19.1	13.5	23.4	16.1
0.3	30	13.8	6.2	14.4	6.6
0.3	50	33.8	26.2	34.4	26.6
0.3	150	33.8	26.2	34.4	26.6
0.3	1000	13.8	6.2	14.4	6.6
0.5	30	9.8	1.9	10.0	2.2
0.5	50	29.8	21.9	30.0	22.2
0.5	150	29.8	21.9	30.0	22.2
0.5	1000	9.8	1.9	10.0	2.2

ウ）ＱＰＳＫナロー方式

ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬの受信高 20ｍでの、周波数差±150kHz 及び±1MHz、水平直線距離 50ｍ、送信高 20ｍにおける許容干渉量と到達雑音電力から求めた所要改善量は、表９７及び表９８のとおり。また、干渉各条件における所要改善量は、表９９のとおり。

表９７　60MHz 帯公共業務用固定局(ＱＰＳＫナロー)からの干渉検討結果
周波数差±150kHz、水平直線距離 50ｍ、送信高 20ｍ

与干渉	被干渉	許容干渉量（ｄＢｍ／ＭＨｚ）	到達雑音電力（ｄＢｍ／ＭＨｚ）	所要改善量（ｄＢ）
60MHz 同報屋外子局	デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ	-80.7	-28.6	52.1
60MHz 同報親局	デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ	-80.7	-34.0	46.7

表９８　60MHz 帯公共業務用固定局(ＱＰＳＫナロー)からの干渉検討結果
周波数差±1MHz、水平直線距離 50ｍ、送信高 20ｍ

与干渉	被干渉	許容干渉量（ｄＢｍ／ＭＨｚ）	到達雑音電力（ｄＢｍ／ＭＨｚ）	所要改善量（ｄＢ）
60MHz 同報屋外子局	デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ	-80.7	-48.6	32.1
60MHz 同報親局	デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ	-80.7	-54.0	26.7

表９９　60MHz 帯公共業務用固定局（ＱＰＳＫナロー）からの
ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ被干渉各条件における所要改善量（ｄＢ）

		デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ 受信高 50m		デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ 受信高 20m	
距離 (km)	帯域端からのΔｆ(kHz)	屋外子局	親局	屋外子局	親局
	空中線高さ	5	20	5	20
	空中線利得	8.15	2.15	8.15	2.15
	給電線損失	1.5	3.5	1.5	3.5
0.01	7.5	16.5	17.7	40.9	65.6
0.01	50	11.5	12.7	35.9	60.6
0.01	150	11.5	12.7	35.9	60.6
0.01	1000	-8.5	-7.3	15.9	40.6
0.05	7.5	43.6	43.6	57.1	51.7
0.05	50	38.6	38.6	52.1	46.7
0.05	150	38.6	38.6	52.1	46.7
0.05	1000	18.6	18.6	32.1	26.7
0.1	7.5	48.6	43.0	52.9	45.6
0.1	50	43.6	38.0	47.9	40.6
0.1	150	43.6	38.0	47.9	40.6
0.1	1000	23.6	18.0	27.9	20.6
0.3	7.5	43.3	35.7	43.9	36.1
0.3	50	38.3	30.7	38.9	31.1
0.3	150	38.3	30.7	38.9	31.1
0.3	1000	18.3	10.7	18.9	11.1
0.5	7.5	39.3	31.4	39.5	31.7
0.5	50	34.3	26.4	34.5	26.7
0.5	150	34.3	26.4	34.5	26.7
0.5	1000	14.3	6.4	14.5	6.7

（２）160MHz 帯放送事業用連絡用無線

３.（２）の干渉検討諸元及び４.（１）の共用検討の基本的な考え方に基づき、所要改善量について計算を行った結果、ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬの受信高 20ｍでの、周波数差±150kHz 及び±1MHz、水平直線距離 50ｍ、送信高 20ｍにおける許容干渉量と到達雑音電力から求めた所要改善量は、表１００及び表１０１のとおり。また、干渉各条件における所要改善量は、表１０２のとおり。

表１００　160MHz 帯放送事業用連絡用無線からの干渉検討結果
周波数差±150kHz、水平直線距離 50ｍ、送信高 20ｍ

与干渉	被干渉	許容干渉量（ｄＢｍ／ＭＨｚ）	到達雑音電力（ｄＢｍ／ＭＨｚ）	所要改善量（ｄＢ）
160MHz 放送事業用 連絡用無線 基地局	デジタル ＳＴＬ／ ＴＴＬ	-87.5	-68.6	18.9
160MHz 放送事業用 連絡用無線 移動局（中継車）	デジタル ＳＴＬ／ ＴＴＬ	-87.5	-60.8	26.7
160MHz 放送事業用 連絡用無線 移動局（携帯）	デジタル ＳＴＬ／ ＴＴＬ	-87.5	-72.1	15.4

表１０１　160MHz 帯放送事業用連絡用無線からの干渉検討結果
周波数差±1MHz、水平直線距離 50ｍ、送信高 20ｍ

与干渉	被干渉	許容干渉量（ｄＢｍ／ＭＨｚ）	到達雑音電力（ｄＢｍ／ＭＨｚ）	所要改善量（ｄＢ）
160MHz 放送事業用 連絡用無線 基地局	デジタル ＳＴＬ／ ＴＴＬ	-87.5	-72.6	14.9
160MHz 放送事業用 連絡用無線 移動局（中継車）	デジタル ＳＴＬ／ ＴＴＬ	-87.5	-64.8	22.7
160MHz 放送事業用 連絡用無線 移動局（携帯）	デジタル ＳＴＬ／ ＴＴＬ	-87.5	-77.1	10.4

表１０２　160MHz 帯放送事業用連絡用無線からの
ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ被干渉各条件における所要改善量（ｄＢ）

		デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ 受信高 50m			デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ 受信高 20m		
距離 (km)	帯域端からのΔｆ(kHz)	基地局	移動局（中継車）	移動局（携帯）	基地局	移動局（中継車）	移動局（携帯）
	空中線高さ	50	3	1.5	50	3	1.5
	空中線利得	10.2	4.65	2.15	10.2	4.65	2.15
	給電線損失	3	1	0	3	1	0
	ＢＰＦ損失	4.5	0	0	4.5	0	0
0.01	6.25	0.1	1.4	14.7	5.2	29.6	24.4
0.01	50	-8.2	-6.9	6.3	-3.1	21.3	16.0
0.01	150	-19.2	-17.9	-3.7	-14.1	10.3	6.0
0.01	1000	-23.2	-21.9	-8.7	-18.1	6.3	1.0
0.05	6.25	25.1	32.7	23.0	38.2	46.0	33.8
0.05	50	16.8	24.4	14.6	29.9	37.7	25.4
0.05	150	5.8	13.4	4.6	18.9	26.7	15.4
0.05	1000	1.8	9.4	-0.4	14.9	22.7	10.4
0.1	6.25	35.0	37.7	26.4	39.0	42.0	29.7
0.1	50	26.7	29.4	18.0	30.7	33.7	21.3
0.1	150	15.7	18.4	8.0	19.7	22.7	11.3
0.1	1000	11.7	14.4	3.0	15.7	18.7	6.3
0.3	6.25	31.5	32.6	20.3	32.0	33.1	20.7
0.3	50	23.2	24.3	11.9	23.7	24.8	12.3
0.3	150	12.2	13.3	1.9	12.7	13.8	2.3
0.3	1000	8.2	9.3	-3.1	8.7	9.8	-2.7
0.5	6.25	27.6	28.6	16.2	27.8	28.7	16.3
0.5	50	19.3	20.3	7.8	19.5	20.4	7.9
0.5	150	8.3	9.3	-2.2	8.5	9.4	-2.1
0.5	1000	4.3	5.3	-7.2	4.5	5.4	-7.1

（３）160MHz 帯放送事業用ワイドバンド無線

３.（２）の干渉検討諸元及び４.（１）の共用検討の基本的な考え方に基づき、所要改善量について計算を行った結果、周波数差±150kHz 及び±1MHz、水平直線距離 50m、送信高 20mにおける許容干渉量と到達雑音電力から求めた所要改善量は、表１０３及び表１０４のとおり。また、干渉各条件における所要改善量は、表１０５のとおり。

表１０３　160MHz 帯放送事業用ワイドバンド無線からの干渉検討結果
周波数差±150kHz、水平直線距離 50m、送信高 20m

与干渉	被干渉	許容干渉量（ｄＢｍ／ＭＨｚ）	到達雑音電力（ｄＢｍ／ＭＨｚ）	所要改善量（ｄＢ）
160MHz 放送事業用ワイドバンド無線中継車	デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ	-87.5	-47.4	40.1
160MHz 放送事業用ワイドバンド無線携帯	デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ	-87.5	-59.1	28.4

表１０４　160MHz 帯放送事業用ワイドバンド無線からの干渉検討結果
周波数差±1MHz、水平直線距離 50m、送信高 20m

与干渉	被干渉	許容干渉量（ｄＢｍ／ＭＨｚ）	到達雑音電力（ｄＢｍ／ＭＨｚ）	所要改善量（ｄＢ）
160MHz 放送事業用ワイドバンド無線中継車	デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ	-87.5	-67.4	20.1
160MHz 放送事業用ワイドバンド無線携帯	デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ	-87.5	-79.1	8.4

表１０５　160MHz 帯放送事業用ワイドバンド無線からの
ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ被干渉各条件における所要改善量（ｄＢ）

		デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ 受信高 50m		デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ 受信高 20m	
距離 (km)	帯域端からのΔｆ(kHz)	移動局 (中継車)	移動局 (携帯)	移動局 (中継車)	移動局 (携帯)
	空中線高さ	3	1.5	3	1.5
	空中線利得	2.14	-0.85	2.14	-0.85
	給電線損失	1	0	1	0
0.01	150	-4.4	9.2	23.8	18.9
0.01	250	-4.4	9.2	23.8	18.9
0.01	1000	-24.4	-10.8	3.8	-1.1
0.05	150	26.8	17.5	40.1	28.4
0.05	250	26.8	17.5	40.1	28.4
0.05	1000	6.8	-2.5	20.1	8.4
0.1	150	31.9	20.9	36.2	24.2
0.1	250	31.9	20.9	36.2	24.2
0.1	1000	11.9	0.9	16.2	4.2
0.3	150	26.8	14.8	27.2	15.2
0.3	250	26.8	14.8	27.2	15.2
0.3	1000	6.8	-5.2	7.2	-4.8
0.5	150	22.7	10.7	22.9	10.8
0.5	250	22.7	10.7	22.9	10.8
0.5	1000	2.7	-9.3	2.9	-9.2

（４）200MHz 帯公共ブロードバンド移動通信システム

３．（３）の干渉検討諸元及び４．（１）の共用検討の基本的な考え方に基づき、所要改善量について計算を行った結果、周波数差-3MHz(下側)、水平直線距離 50m、送信高 20mにおける許容干渉量と到達雑音電力から求めた所要改善量は、表１０６のとおり。また、干渉各条件における所要改善量は、表１０７のとおり。

表１０６　公共ブロードバンド移動通信システムからの
干渉検討結果
周波数差-3MHz、水平直線距離 50m、送信高 20m

与干渉	被干渉	許容干渉量 （ｄＢｍ／ＭＨｚ）	到達雑音電力 （ｄＢｍ／ＭＨｚ）	所要改善量 （ｄＢ）
200MHz 帯 公共ブロードバンド 基地局	デジタル ＳＴＬ／ ＴＴＬ	-87.5	-83.3	4.2
200MHz 帯 公共ブロードバンド 移動局	デジタル ＳＴＬ／ ＴＴＬ	-87.5	-66.3	21.2
200MHz 帯 公共ブロードバンド 移動局(可搬型基地)	デジタル ＳＴＬ／ ＴＴＬ	-87.5	-56.6	30.9
200MHz 帯 公共ブロードバンド 移動局 (可搬型基地ポール)	デジタル ＳＴＬ／ ＴＴＬ	-87.5	-55.8	31.7

表１０７　公共ブロードバンド移動通信システムからの
ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ被干渉各条件における所要改善量（ｄＢ）

		デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ 受信高 50m				デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ 受信高 20m			
距離 (km)	帯域端からのΔｆ(kHz)	基地局	移動局	移動局（可搬型基地）	移動局（可搬型基地ポール）	基地局	移動局	移動局（可搬型基地）	移動局（可搬型基地ポール）
	空中線高さ	30	1.5	3	10	30	1.5	3	10
	空中線利得	10	0	10	10	10	0	10	10
	給電線損失	2	0	0	1.5	2	0	0	1.5
0.01	50	-30.2	-23.2	-12.8	-12.6	-21.4	3.7	1.4	19.1
0.01	150	-30.2	-23.2	-12.8	-12.6	-21.4	3.7	1.4	19.1
0.01	3000	-30.2	-23.2	-12.8	-12.6	-21.4	3.7	1.4	19.1
0.01	5000	-30.2	-23.2	-12.8	-12.6	-21.4	3.7	1.4	19.1
0.05	50	-20.4	7.3	13.1	13.8	4.2	21.2	30.9	31.7
0.05	150	-20.4	7.3	13.1	13.8	4.2	21.2	30.9	31.7
0.05	3000	-20.4	7.3	13.1	13.8	4.2	21.2	30.9	31.7
0.05	5000	-20.4	7.3	13.1	13.8	4.2	21.2	30.9	31.7
0.1	50	-1.8	13.3	22.1	21.2	1.8	17.6	27.5	26.7
0.1	150	-1.8	13.3	22.1	21.2	1.8	17.6	27.5	26.7
0.1	3000	-1.8	13.3	22.1	21.2	1.8	17.6	27.5	26.7
0.1	5000	-1.8	13.3	22.1	21.2	1.8	17.6	27.5	26.7
0.3	50	-7.5	8.3	18.2	16.7	-7.2	8.8	18.8	17.4
0.3	150	-7.5	8.3	18.2	16.7	-7.2	8.8	18.8	17.4
0.3	3000	-7.5	8.3	18.2	16.7	-7.2	8.8	18.8	17.4
0.3	5000	-7.5	8.3	18.2	16.7	-7.2	8.8	18.8	17.4
0.5	50	-11.8	4.3	14.2	12.7	-11.6	4.4	14.4	13.0
0.5	150	-11.8	4.3	14.2	12.7	-11.6	4.4	14.4	13.0
0.5	3000	-11.8	4.3	14.2	12.7	-11.6	4.4	14.4	13.0
0.5	5000	-11.8	4.3	14.2	12.7	-11.6	4.4	14.4	13.0

１０．検討結果と考察

（１）60MHz 帯公共業務用固定局

離調周波数 150kHz、距離 50ｍで、ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬアンテナ高 20ｍで正対する位置関係にあった場合のＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ被干渉は、屋外子局とは 49.1ｄＢ、親局とは 43.7ｄＢの改善が必要との結果となった。

ただし、屋外子局の指向性を持ったアンテナは親局へ向けて設置されるため、ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ回線の構築に当たって回線上に親局が正対しない配置を行うことで、屋外子局の指向性アンテナとＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ受信の指向性アンテナによる改善量が得られ、共用は可能と考えられる。

また、親局に対しては、距離 50ｍのような至近にＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ受信アンテナが正対する置局は行われないため、アンテナ指向性及び離隔距離にて回避できると考えられる。

（２）160MHz 帯放送事業用連絡用無線

ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ被干渉において、与干渉源が正対又は正対方向に位置するという最も厳しい条件で行った。離調周波数 150kHz、距離 50ｍで、ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬアンテナ高 20ｍで正対する位置関係にあった場合のＳＴＬ／ＴＴＬ被干渉は、基地局とは 18.9ｄＢ、移動局（中継車）とは 26.7ｄＢ、移動局（携帯）とは 15.4ｄＢの改善が必要との結果となった。

まず、与干渉側が 50W出力でかつ指向性アンテナを使う基地局と正対上にＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ回線を配置する状況は、サイトエンジニアリング上で回避できると考えられる。

次に、50Wで送信を行う移動局（中継車）が与干渉となるケースでは、ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ受信アンテナの正対指向性上に中継車が 50ｍの距離を確保できる想定において、離調周波数 1MHz で 22.7ｄＢの改善が必要になるため、正対のおそれがある場合は、離隔距離 930ｍ以上を確保する必要がある。

さらに、５W送信の携帯無線機を使う移動局（携帯）の場合は、離調周波数 1MHz では 10.4ｄＢとなるが離隔距離 220ｍを確保することで、許容干渉量以下となる。

移動局(中継車)が与干渉となる場合、改善量が現状データでは不足しているが、サンプルデータの漏洩電力は、測定器の限界もあるため、帯域端±300kHz

から±1MHz 程度は同一の漏洩電力と読み取った結果が上記である。機器の実力的には、周波数が離調するにつれて、さらなる漏洩電力の低減が期待できるため、離調周波数を確保することで、さらなる改善が期待される。したがって、離調周波数を十分確保することに加え、ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬの送信空中線の指向性主方向に正対しない位置関係や、建物等による遮へい等を工夫するなどのサイトエンジニアリングにより共用可能と考えられる。

（３）160MHz 帯放送事業用ワイドバンド無線

50Wで送信を行う移動局（中継車）が与干渉となるケースでは、ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ受信アンテナの正対指向性上に中継車が距離 50ｍの距離を確保できる想定において、離調周波数 1MHz における改善量は 20.1ｄＢである。したがって、正対のおそれがある場合は、離隔距離 700ｍを確保する必要がある。

また、５Ｗ送信の携帯無線機を使う移動局（携帯）の場合は、離調周波数 1MHz において所要改善量は 8.4ｄＢであるため、正対のおそれがある場合は、離隔距離 170ｍを確保する必要がある。

移動局（中継車）が与干渉となる場合、改善量が現状データでは不足しているが、帯域外漏洩電力は、離調周波数±1MHz 以上はスプリアスレベルから 20ｄＢ低減として計算した結果である。機器の実力的には、周波数が離調するにつれて、さらなる帯域外漏洩電力の低減が期待できるため、離調周波数の確保による改善が期待される。

現在の放送事業用無線システムの周波数配置においては、ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬとワイドバンド無線の最も近接する中心周波数の関係が約 1.5MHz であり、十分な離調周波数の確保ができることから、さらに離調周波数を確保するよりもＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ受信アンテナの正対方向の離隔距離を確保するなどのサイトエンジニアリングにより共用可能と考えられる。

（４）200MHz 帯公共ブロードバンド移動通信システム

ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ被干渉において、与干渉側が 20W出力かつ指向性アンテナを使う基地局からの干渉が最も良好な結果となった。これは、基地局用の機器は隣接チャネル漏洩電力が、携帯無線機と比べて 24ｄＢ低い -44ｄＢｍ／ＭＨｚであることに依存する。また、ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬの構築回線と公共業務用無線（ブロードバンド移動通信システム）の基地局とが、近距離で正対する状況は容易に想定できず、ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬの与干渉源として問題は無いと考えられる。

次に、隣接チャネル漏洩電力-20ｄＢｍ／ＭＨｚ、かつ、指向性を持ったアンテナを車載運用する移動局は、距離 50ｍでは所要改善量 31.7ｄＢとなる。このためＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ側の空中線偏波の変更や、ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ受信アンテナの正対方向での離隔距離を確保する等の運用上の工夫により改善が見込まれる。

１１．被干渉軽減対策

実際のＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ回線の設計において考えられる干渉軽減対策は、以下のとおりである。

（１）周波数選定を行う際は、ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬの離調周波数を可能な限り確保することにより許容干渉量を改善することが可能。

（２）ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬの離調周波数が不足する場合は、干渉回避に向けた改善量の確保のため、新たな機材側の指向特性を変更することで到達電界を軽減でき、合わせて高さ方向を調整するなどの対応で許容干渉量を確保することが可能。

（３）空中線偏波面を干渉源と異なるものを使用することで、許容干渉量を改善することが可能。

（４）固定運用の干渉源との方向を回線設計段階で検討し、ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬは受信アンテナ指向性を利用したサイトエンジニアリングにて、許容干渉量を改善することが可能。

（５）移動運用の干渉源に対しては、出力の大きな移動局（中継車）の影響を低減するため、ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ受信局の正対線上の路上における車載器運用方法を工夫することで、許容干渉量を改善することが可能。

参考資料８

ＳＴＬ／ＴＴＬシステム間等の干渉検討

１．検討概要

ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬを導入するにあたり、既存アナログＳＴＬ／ＴＴＬ、既存アナログ監視・制御回線及びＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ同士の干渉検討を行った。

希望波と干渉波の組合せを表１及び表２に示す。

干渉検討諸元については、ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬを実際に構築する場合を想定し、表３～表７に整理した。

干渉検討モデル条件については、伝搬距離、相互距離、受信角度差及び離調周波数等の関係から、図１のとおり検討する。受信点において希望波と干渉波が同一距離で角度差が無い場合は同一経路伝搬とし、希望波と干渉波の角度差があるもの及び角度差は無いが伝搬距離が異なるものについては異経路伝搬として整理する。判定については、希望波受信電力と干渉波受信電力を求め、これらの値からＣ／Ｉ値を算出し、混信保護値との比較により行うこととする。干渉波受信電力は、受信空中線の指向特性及び干渉軽減係数（ＩＲＦ）を考慮する。また、異経路伝搬については、混信保護値にフェージングマージンを加えて判定する。

希望波と干渉波の角度差のイメージを図２に示す。電波伝搬の計算は、固定局間での伝搬となるため、自由空間伝搬とする。

送信空中線高と受信空中線高の関係から、ＳＴＬ受信点における俯角及び仰角は変化するが、伝搬距離が 10ｋｍで送／受信点高差が 500ｍの場合、俯角及び仰角は約３度となる。受信空中線の垂直面指向特性から読み取ると 0.5ｄＢ以下となることから、本計算においては空中線の垂直面指向特性は考慮せずに計算することとする。（空中線の垂直指向特性は 10 度で１ｄＢ程度）

離調周波数については、干渉モデルにより干渉軽減係数（ＩＲＦ）が異なることから、干渉軽減係数（ＩＲＦ）が異なる離調周波数の組合せで検討を行うこととする。

表１　希望波と干渉波の組合せ（160MHz 帯）

	希望波	干渉波
①	デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ	デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ
②	デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ	アナログＳＴＬ／ＴＴＬ
③	デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ	アナログ監視・制御回線
④	アナログＳＴＬ／ＴＴＬ	デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ
⑤	アナログ監視・制御回線	デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ

表２　希望波と干渉波の組合せ（60MHz 帯）

	希望波	干渉波
⑥	デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ	デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ
⑦	デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ	アナログＳＴＬ／ＴＴＬ
⑧	アナログＳＴＬ／ＴＴＬ	デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ

表３　デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ同士の干渉検討諸元

（60MHz 帯及び 160MHz 帯）

		項目	検討諸元	
希望波	デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ	空中線電力	0.05W、0.1W、0.5W、５W	
		送信空中線利得	60MHz 帯	10ｄＢｉ（距離 10ｋｍ）、13ｄＢｉ（距離 20ｋｍ）
			160MHz 帯	10ｄＢｉ（距離 10ｋｍ）、13ｄＢｉ（距離 20ｋｍ）
		受信空中線利得	60MHz 帯	10ｄＢｉ（距離 10ｋｍ）、13ｄＢｉ（距離 20ｋｍ）
			160MHz 帯	10ｄＢｉ（距離 10ｋｍ）、13ｄＢｉ（距離 20ｋｍ）
		送信空中線指向性	60MHz 帯	５素子八木アンテナ及び８素子八木アンテナ
			160MHz 帯	５素子八木アンテナ及び８素子八木アンテナ
		受信空中線指向性	60MHz 帯	５素子八木アンテナ及び８素子八木アンテナ
			160MHz 帯	５素子八木アンテナ及び８素子八木アンテナ
		給電線損失	送信：２ｄＢ、受信２ｄＢ	
		送信フィルタ損失	１ｄＢ	
		受信フィルタ損失	４ｄＢ	
		送信高	50m	
		受信高	50m	
		距離	10ｋｍ、20ｋｍ	
妨害波	デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ	空中線電力	0.05W、５W	
		送信空中線利得	60MHz 帯	10ｄＢｉ（距離 10ｋｍ）、13ｄＢｉ（距離 20ｋｍ）
			160MHz 帯	10ｄＢｉ（距離 10ｋｍ）、13ｄＢｉ（距離 20ｋｍ）
		送信空中線指向性	５素子八木アンテナ及び８素子八木アンテナ	
		給電線損失	２ｄＢ	
		送信フィルタ損失	１ｄＢ	
		送信高	50m	
		距離	10ｋｍ、20ｋｍ	
干渉条件		受信空中線角度差	０度、30 度、45 度、90 度、180 度	
		離調周波数	0kHz、100kHz、200kHz、400kHz	

表４　希望波デジタルＳＴＬ／ＴＴＬと干渉波アナログＳＴＬ／ＴＴＬの
干渉検討諸元（60MHz 帯及び 160MHz 帯）

		項目	検討諸元	
希望波	デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ	空中線電力	0.05W、0.1W、5W	
		送信空中線利得	60MHz 帯	10ｄＢｉ（距離 10ｋｍ）、13ｄＢｉ（距離 20ｋｍ）
			160MHz 帯	10ｄＢｉ（距離 10ｋｍ）、13ｄＢｉ（距離 20ｋｍ）
		受信空中線利得	60MHz 帯	10ｄＢｉ（距離 10ｋｍ）、13ｄＢｉ（距離 20ｋｍ）
			160MHz 帯	10ｄＢｉ（距離 10ｋｍ）、13ｄＢｉ（距離 20ｋｍ）
		送信空中線指向性	60MHz 帯	５素子八木アンテナ及び８素子八木アンテナ
			160MHz 帯	５素子八木アンテナ及び８素子八木アンテナ
		受信空中線指向性	60MHz 帯	５素子八木アンテナ及び８素子八木アンテナ
			160MHz 帯	５素子八木アンテナ及び８素子八木アンテナ
		給電線損失	送信：２ｄＢ、受信２ｄＢ	
		送信フィルタ損失	１ｄＢ	
		受信フィルタ損失	４ｄＢ	
		送信高	50m	
		受信高	50m	
		距離	10ｋｍ、20ｋｍ	
妨害波	アナログＳＴＬ／ＴＴＬ	空中線電力	10W、50W	
		送信空中線利得	60MHz 帯	８ｄＢｉ
			160MHz 帯	10ｄＢｉ
		送信空中線指向性	３素子八木アンテナ及び５素子八木アンテナ	
		給電線損失	２ｄＢ	
		送信フィルタ損失	１ｄＢ	
		送信高	50m	
		距離	10ｋｍ、20ｋｍ、50ｋｍ	
干渉条件		受信空中線角度差	０度、30 度、45 度、90 度、180 度	
		離調周波数	0kHz、100kHz、200kHz、300kHz	

表５　希望波デジタルＳＴＬ／ＴＴＬと干渉波アナログ監視・制御回線の干渉検討諸元（160MHz 帯）

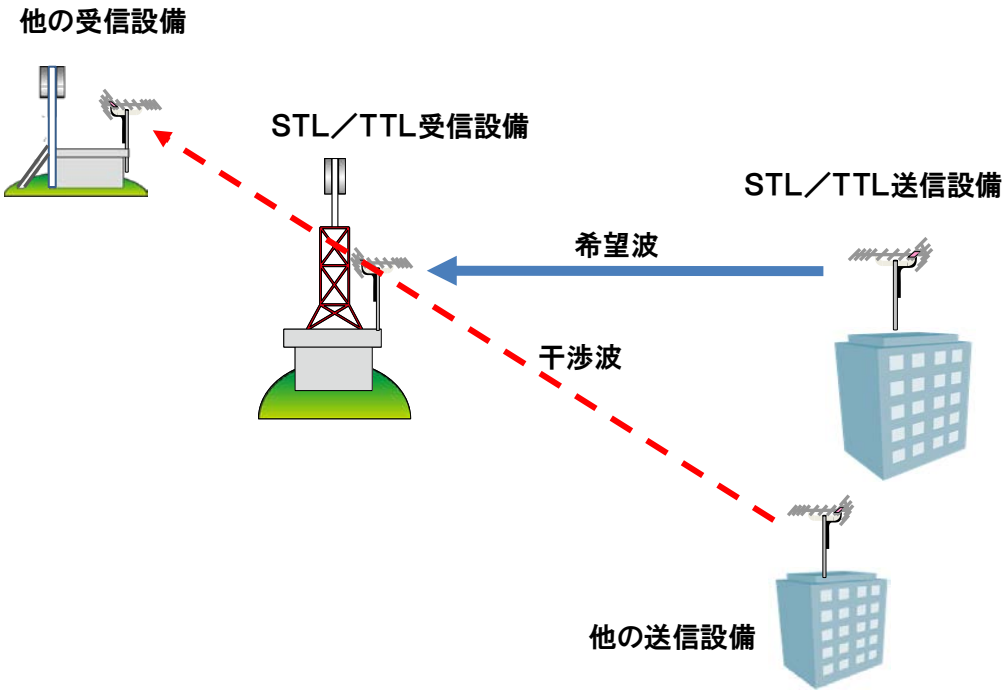
		項目	検討諸元
希望波	デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ	空中線電力	0.05W
		送信空中線利得	10ｄＢｉ（距離 10ｋｍ）、13ｄＢｉ（距離 20ｋｍ）
		受信空中線利得	10ｄＢｉ（距離 10ｋｍ）、13ｄＢｉ（距離 20ｋｍ）
		送信空中線指向性	５素子八木アンテナ及び８素子八木アンテナ
		受信空中線指向性	５素子八木アンテナ及び８素子八木アンテナ
		給電線損失	送信：２ｄＢ、受信２ｄＢ
		送信フィルタ損失	１ｄＢ
		受信フィルタ損失	４ｄＢ
		送信高	50m
		受信高	50m
		距離	10ｋｍ、20ｋｍ
妨害波	アナログ監視・制御回線	空中線電力	10W
		送信空中線利得	5.15ｄＢｉ
		送信空中線指向性	水平面無指向
		給電線損失	２ｄＢ
		送信フィルタ損失	１ｄＢ
		送信高	50m
		距離	10ｋｍ、20ｋｍ、50ｋｍ
干渉条件		受信空中線角度差	０度、30 度、45 度、90 度、180 度
		離調周波数	0kHz、100kHz、200kHz

表６　希望波アナログＳＴＬ／ＴＴＬと干渉波デジタルＳＴＬ／ＴＴＬの
干渉検討諸元（60MHz 帯及び 160MHz 帯）

		項目	検討諸元	
希望波	アナログＳＴＬ／ＴＴＬ	空中線電力	10W、50W	
		送信空中線利得	60MHz 帯	10ｄＢｉ
			160MHz 帯	10ｄＢｉ
		受信空中線利得	60MHz 帯	10ｄＢｉ
			160MHz 帯	10ｄＢｉ
		送信空中線指向性	５素子八木アンテナ	
		受信空中線指向性	５素子八木アンテナ	
		給電線損失	送信：２ｄＢ、受信２ｄＢ	
		送信フィルタ損失	１ｄＢ	
		受信フィルタ損失	４ｄＢ	
		送信高	50m	
		受信高	50m	
		距離	10ｋｍ、20ｋｍ、50ｋｍ	
妨害波	デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ	空中線電力	0.05W、0.1W、５W	
		送信空中線利得	60MHz 帯	10ｄＢｉ
			160MHz 帯	10ｄＢｉ
		送信空中線指向性	５素子八木アンテナ	
		給電線損失	２ｄＢ	
		送信フィルタ損失	１ｄＢ	
		送信高	50m	
		距離	10ｋｍ、20ｋｍ	
干渉条件		受信空中線角度差	０度、30 度、45 度、90 度、180 度	
		離調周波数	0kHz、100kHz、200kHz、300kHz	

表７　希望波アナログ監視・制御回線と干渉波デジタルＳＴＬ／ＴＴＬの干渉検討諸元（160MHz 帯）

		項目	検討諸元
希望波	アナログ監視・制御回線	空中線電力	10W
		送信空中線利得	5.15ｄＢｉ
		受信空中線利得	5.15ｄＢｉ
		送信空中線指向性	水平面無指向
		受信空中線指向性	水平面無指向
		給電線損失	送信：２ｄＢ、受信２ｄＢ
		送信フィルタ損失	１ｄＢ
		受信フィルタ損失	４ｄＢ
		送信高	50m
		受信高	50m
		距離	10ｋｍ、20ｋｍ、50ｋｍ
妨害波	デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ	空中線電力	0.05W、0.1W、５W
		送信空中線利得	10ｄＢｉ
		送信空中線指向性	５素子八木アンテナ
		給電線損失	１ｄＢ
		送信フィルタ損失	２ｄＢ
		送信高	50m
		距離	10ｋｍ、20ｋｍ
干渉条件		受信空中線角度差	０度、90 度、180 度
		離調周波数	0kHz、100kHz



干渉検討パラメータ

○検討周波数帯
・60MHz 帯、160MHz 帯
○希望波及び干渉波の諸元
・空中線電力
デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ（0.05W、0.1W、0.5W、５W）
アナログＳＴＬ／ＴＴＬ（10W、50W）
アナログ監視・制御回線（10W）
・送／受信空中線利得
デジタル・アナログＳＴＬ／ＴＴＬ（10ｄＢｉ、13ｄＢｉ）
アナログ監視・制御回線（5.15ｄＢｉ）
・受信空中線指向特性
水平面指向特性を考慮
・伝搬距離
10ｋｍ、20ｋｍ、50ｋｍ
○干渉条件
・受信空中線角度差
０度、30 度、45 度、90 度、180 度
・離調周波数
0kHz、100kHz、200kHz、300kHz、400kHz

図１　干渉検討モデル条件

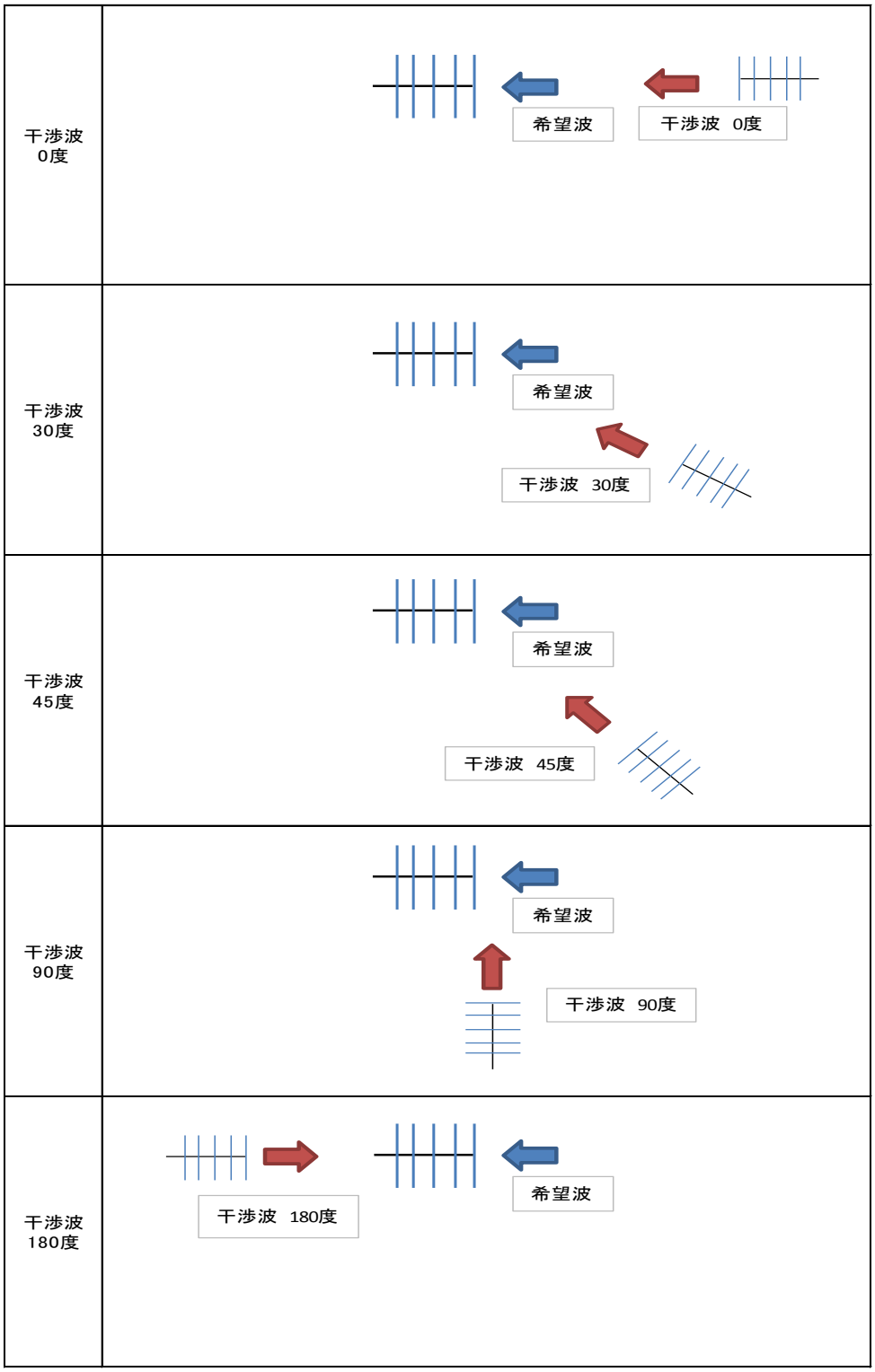


図２　希望波と干渉波の角度差のイメージ

２．検討結果

希望波と干渉波の組合せにより干渉計算をした結果を表８～表１５に示す。

（１）デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ同士の干渉

周波数帯：160MHz 帯

標準モデル

希 望 波：デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ　空中線電力 0.1W、伝搬距離 20ｋｍ

干 渉 波：デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ　空中線電力 0.05W、伝搬距離 20ｋｍ

表８　デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ同士の干渉計算（例）

離調周波数(kHz)	角度差	a 干渉波（ｄＢｍ）	b 指向性減衰量（ｄＢ）	c 干渉軽減係数 ＩＲＦ	d 干渉波計（ｄＢｍ）	e 希望波（ｄＢｍ）	f 計算Ｃ／Ｉ（ｄＢ）	g フェージングマージン Ｆｍｒ	h 混信保護値（ｄＢ）	判定
0	0度	-68.9	0	0	-68.9	-65.9	3	—	36.7	×
0	30度	-68.9	8	0	-76.9	-65.9	11	—	32.8	×
0	45度	-68.9	9	0	-77.9	-65.9	12	—	32.8	×
0	90度	-68.9	15	0	-83.9	-65.9	18	—	32.8	×
0	180度	-68.9	15	0	-83.9	-65.9	18	—	32.8	×
100	0度	-68.9	0	37	-105.9	-65.9	40	—	37	○
100	30度	-68.9	8	37	-113.9	-65.9	48	2	35.1	○
100	45度	-68.9	9	37	-114.9	-65.9	49	2	35.1	○
100	90度	-68.9	15	37	-120.9	-65.9	55	2	35.1	○
100	180度	-68.9	15	37	-120.9	-65.9	55	2	35.1	○
200	0度	-68.9	0	47	-115.9	-65.9	50	—	48	○
200	30度	-68.9	8	47	-123.9	-65.9	58	2	46.1	○
200	45度	-68.9	9	47	-124.9	-65.9	59	2	46.1	○
200	90度	-68.9	15	47	-130.9	-65.9	65	2	46.1	○
200	180度	-68.9	15	47	-130.9	-65.9	65	2	46.1	○
400	0度	-68.9	0	48	-116.9	-65.9	51	—	48	○
400	30度	-68.9	8	48	-124.9	-65.9	59	2	46.1	○
400	45度	-68.9	9	48	-125.9	-65.9	60	2	46.1	○
400	90度	-68.9	15	48	-131.9	-65.9	66	2	46.1	○
400	180度	-68.9	15	48	-131.9	-65.9	66	2	46.1	○

（計算式）

・干渉波計（ｄＢｍ）　ｄ＝ａ－ｂ－ｃ

・計算Ｃ／Ｉ（ｄＢ）　ｆ＝ｅ－ｄ

・判定　計算Ｃ／Ｉ（ｆ）が混信保護値（ｈ）以上の場合、「○」として判定

（２）希望波デジタルＳＴＬ／ＴＴＬと干渉波アナログＳＴＬ／ＴＴＬの干渉

周波数帯：160MHz 帯

標準モデル

希 望 波：デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ　空中線電力 0.1W、伝搬距離 20ｋｍ

干 渉 波：アナログＳＴＬ／ＴＴＬ　空中線電力 10W、伝搬距離 50ｋｍ

表９　希望波デジタルＳＴＬと干渉波アナログＳＴＬ／ＴＴＬの干渉計算（例）

離調周波数(kHz)	角度差	a 干渉波（ｄＢｍ）	b 指向性減衰量（ｄＢ）	c 干渉軽減係数 ＩＲＦ	d 干渉波計（ｄＢｍ）	e 希望波（ｄＢｍ）	f 計算Ｃ／Ｉ（ｄＢ）	g フェージングマージン Ｆｍｒ	h 混信保護値（ｄＢ）	判定
0	0度	-56.9	0	2	-58.9	-65.9	-7	—	32.8	×
0	30度	-56.9	8	2	-66.9	-65.9	1	—	32.8	×
0	45度	-56.9	9	2	-67.9	-65.9	2	—	32.8	×
0	90度	-56.9	15	2	-73.9	-65.9	8	—	32.8	×
0	180度	-56.9	15	2	-73.9	-65.9	8	—	32.8	×
100	0度	-56.9	0	39	-95.9	-65.9	30	5	38.1	×
100	30度	-56.9	8	39	-103.9	-65.9	38	5	38.1	×
100	45度	-56.9	9	39	-104.9	-65.9	39	5	38.1	○
100	90度	-56.9	15	39	-110.9	-65.9	45	5	38.1	○
100	180度	-56.9	15	39	-110.9	-65.9	45	5	38.1	○
200	0度	-56.9	0	49	-105.9	-65.9	40	5	49.1	×
200	30度	-56.9	8	49	-113.9	-65.9	48	5	49.1	×
200	45度	-56.9	9	49	-114.9	-65.9	49	5	49.1	×
200	90度	-56.9	15	49	-120.9	-65.9	55	5	49.1	○
200	180度	-56.9	15	49	-120.9	-65.9	55	5	49.1	○
300	0度	-56.9	0	50	-106.9	-65.9	41	5	49.1	×
300	30度	-56.9	8	50	-114.9	-65.9	49	5	49.1	×
300	45度	-56.9	9	50	-115.9	-65.9	50	5	49.1	○
300	90度	-56.9	15	50	-121.9	-65.9	56	5	49.1	○
300	180度	-56.9	15	50	-121.9	-65.9	56	5	49.1	○

（計算式）

・干渉波計（ｄＢｍ）　ｄ＝ａ－ｂ－ｃ

・計算Ｃ／Ｉ（ｄＢ）　ｆ＝ｅ－ｄ

・判定　計算Ｃ／Ｉ（ｆ）が混信保護値（ｈ）以上の場合、「○」として判定

（３）希望波デジタルＳＴＬ／ＴＴＬと干渉波アナログ監視・制御回線の干渉

周波数帯：160MHz 帯

標準モデル

希 望 波：デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ　空中線電力 0.05W、伝搬距離 20ｋｍ

干 渉 波：アナログ監視・制御回線　空中線電力 10W、伝搬距離 20ｋｍ

表１０　希望波デジタルＳＴＬ／ＴＴＬと干渉波アナログ監視・制御回線の干渉計算（例）

離調周波数(kHz)	角度差	a 干渉波（ｄＢｍ）	b 指向性減衰量（ｄＢ）	c 干渉軽減係数 ＩＲＦ	d 干渉波計（ｄＢｍ）	e 希望波（ｄＢｍ）	f 計算Ｃ／Ｉ（ｄＢ）	g フェージングマージン Ｆｍｒ	h 混信保護値（ｄＢ）	判定
0	0度	-53.7	0	7	-60.7	-68.9	-8.2	—	36.7	×
0	30度	-53.7	8	7	-68.7	-68.9	-0.2	—	32.8	×
0	45度	-53.7	9	7	-69.7	-68.9	0.8	—	32.8	×
0	90度	-53.7	15	7	-75.7	-68.9	6.8	—	32.8	×
0	180度	-53.7	15	7	-75.7	-68.9	6.8	—	32.8	×
100	0度	-53.7	0	44	-97.7	-68.9	28.8	—	37	×
100	30度	-53.7	8	44	-105.7	-68.9	36.8	2	35.1	○
100	45度	-53.7	9	44	-106.7	-68.9	37.8	2	35.1	○
100	90度	-53.7	15	44	-112.7	-68.9	43.8	2	35.1	○
100	180度	-53.7	15	44	-112.7	-68.9	43.8	2	35.1	○
200	0度	-53.7	0	55	-108.7	-68.9	39.8	—	48	×
200	30度	-53.7	8	55	-116.7	-68.9	47.8	2	46.1	○
200	45度	-53.7	9	55	-117.7	-68.9	48.8	2	46.1	○
200	90度	-53.7	15	55	-123.7	-68.9	54.8	2	46.1	○
200	180度	-53.7	15	55	-123.7	-68.9	54.8	2	46.1	○

（計算式）

・干渉波計（ｄＢｍ）　ｄ＝ａ－ｂ－ｃ

・計算Ｃ／Ｉ（ｄＢ）　ｆ＝ｅ－ｄ

・判定　計算Ｃ／Ｉ（ｆ）が混信保護値（ｈ）以上の場合、「○」として判定

（４）希望波アナログＳＴＬ／ＴＴＬと干渉波デジタルＳＴＬ／ＴＴＬの干渉

周波数帯：160MHz 帯

標準モデル

希 望 波：アナログＳＴＬ／ＴＴＬ　空中線電力 50W、伝搬距離 50ｋｍ

干 渉 波：デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ　空中線電力 0.05W、伝搬距離 20ｋｍ

表１１　希望波アナログＳＴＬ／ＴＴＬと干渉波デジタルＳＴＬ／ＴＴＬの干渉計算（例）

離調周波数(kHz)	角度差	a 干渉波（ｄＢｍ）	b 指向性減衰量（ｄＢ）	c 干渉軽減係数ＩＲＦ	d 干渉波計（ｄＢｍ）	e 希望波（ｄＢｍ）	f 計算Ｃ／Ｉ（ｄＢ）	g フェージングマージンＦｍｒ	h 混信保護値（ｄＢ）	判定
0	0度	−74.9	0	10	−84.9	−52.9	32	2	57	×
0	30度	−74.9	3	10	−87.9	−52.9	35	2	57	×
0	45度	−74.9	8	10	−92.9	−52.9	40	2	57	×
0	90度	−74.9	14	10	−98.9	−52.9	46	2	57	×
0	180度	−74.9	15	10	−99.9	−52.9	47	2	57	×
100	0度	−74.9	0	42	−116.9	−52.9	64	2	57	○
100	30度	−74.9	3	42	−119.9	−52.9	67	2	57	○
100	45度	−74.9	8	42	−124.9	−52.9	72	2	57	○
100	90度	−74.9	14	42	−130.9	−52.9	78	2	57	○
100	180度	−74.9	15	42	−131.9	−52.9	79	2	57	○
200	0度	−74.9	0	61	−135.9	−52.9	83	2	57	○
200	30度	−74.9	3	61	−138.9	−52.9	86	2	57	○
200	45度	−74.9	8	61	−143.9	−52.9	91	2	57	○
200	90度	−74.9	14	61	−149.9	−52.9	97	2	57	○
200	180度	−74.9	15	61	−150.9	−52.9	98	2	57	○
300	0度	−74.9	0	65	−139.9	−52.9	87	2	57	○
300	30度	−74.9	3	65	−142.9	−52.9	90	2	57	○
300	45度	−74.9	8	65	−147.9	−52.9	95	2	57	○
300	90度	−74.9	14	65	−153.9	−52.9	101	2	57	○
300	180度	−74.9	15	65	−154.9	−52.9	102	2	57	○

（計算式）

・干渉波計（ｄＢｍ）　ｄ＝ａ－ｂ－ｃ

・計算Ｃ／Ｉ（ｄＢ）　ｆ＝ｅ－ｄ

・判定　計算Ｃ／Ｉ（ｆ）が混信保護値（ｈ）以上の場合、「○」として判定

（５）希望波アナログ監視・制御回線と干渉波デジタルＳＴＬ／ＴＴＬの干渉

周波数帯：160MHz 帯

標準モデル

希 望 波：アナログ監視・制御回線　空中線電力 10W、伝搬距離 20ｋｍ

干 渉 波：デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ　空中線電力 0.05W、伝搬距離 20ｋｍ

表１２　希望波アナログ監視・制御回線と干渉波デジタルＳＴＬ／ＴＴＬの干渉計算（例）

離調周波数(kHz)	角度差	a 干渉波（ｄＢｍ）	b 指向性減衰量（ｄＢ）	c 干渉軽減係数 ＩＲＦ	d 干渉波計（ｄＢｍ）	e 希望波（ｄＢｍ）	f 計算Ｃ／Ｉ（ｄＢ）	g フェージングマージン Ｆｍｒ	h 混信保護値（ｄＢ）	判定
0	0度	-79.8	0	13	-92.8	-61.6	31.2	2	32	×
0	90度	-79.8	0	13	-92.8	-61.6	31.2	2	32	×
0	180度	-79.8	0	13	-92.8	-61.6	31.2	2	32	×
100	0度	-79.8	0	80	-159.8	-61.6	98.2	2	32	○
100	90度	-79.8	0	80	-159.8	-61.6	98.2	2	32	○
100	180度	-79.8	0	80	-159.8	-61.6	98.2	2	32	○

（計算式）

・干渉波計（ｄＢｍ）　ｄ＝ａ－ｂ－ｃ

・計算Ｃ／Ｉ（ｄＢ）　ｆ＝ｅ－ｄ

・判定　計算Ｃ／Ｉ（ｆ）が混信保護値（ｈ）以上の場合、「○」として判定

（６）デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ同士の干渉

周波数帯：60MHz 帯

標準モデル

希 望 波：デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ　空中線電力 0.1W、伝搬距離 20ｋｍ

干 渉 波：デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ　空中線電力 0.05W、伝搬距離 20ｋｍ

表１３　デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ同士の干渉計算（例）

離調周波数(kHz)	角度差	a 干渉波（ｄＢｍ）	b 指向性減衰量（ｄＢ）	c 干渉軽減係数 ＩＲＦ	d 干渉波計（ｄＢｍ）	e 希望波（ｄＢｍ）	f 計算Ｃ／Ｉ（ｄＢ）	g フェージングマージン Ｆｍｒ	h 混信保護値（ｄＢ）	判定
0	0度	-60	0	0	-60	-57	3	—	36.7	×
0	30度	-60	8	0	-68	-57	11	—	32.8	×
0	45度	-60	9	0	-69	-57	12	—	32.8	×
0	90度	-60	15	0	-75	-57	18	—	32.8	×
0	180度	-60	15	0	-75	-57	18	—	32.8	×
100	0度	-60	0	37	-97	-57	40	—	37	○
100	30度	-60	8	37	-105	-57	48	2	35.1	○
100	45度	-60	9	37	-106	-57	49	2	35.1	○
100	90度	-60	15	37	-112	-57	55	2	35.1	○
100	180度	-60	15	37	-112	-57	55	2	35.1	○
200	0度	-60	0	47	-107	-57	50	—	48	○
200	30度	-60	8	47	-115	-57	58	2	46.1	○
200	45度	-60	9	47	-116	-57	59	2	46.1	○
200	90度	-60	15	47	-122	-57	65	2	46.1	○
200	180度	-60	15	47	-122	-57	65	2	46.1	○
400	0度	-60	0	48	-108	-57	51	—	48	○
400	30度	-60	8	48	-116	-57	59	2	46.1	○
400	45度	-60	9	48	-117	-57	60	2	46.1	○
400	90度	-60	15	48	-123	-57	66	2	46.1	○
400	180度	-60	15	48	-123	-57	66	2	46.1	○

（計算式）

・干渉波計（ｄＢｍ）　ｄ＝ａ－ｂ－ｃ

・計算Ｃ／Ｉ（ｄＢ）　ｆ＝ｅ－ｄ

・判定　計算Ｃ／Ｉ（ｆ）が混信保護値（ｈ）以上の場合、「○」として判定

（７）希望波デジタルＳＴＬ／ＴＴＬと干渉波アナログＳＴＬ／ＴＴＬの干渉

周波数帯：60MHz 帯

標準モデル

希 望 波：デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ　空中線電力 0.1W、伝搬距離 20ｋｍ

干 渉 波：アナログＳＴＬ／ＴＴＬ　空中線電力 10W、伝搬距離 50ｋｍ

表１４　希望波デジタルＳＴＬ／ＴＴＬと干渉波アナログＳＴＬ／ＴＴＬの干渉計算（例）

離調周波数(kHz)	角度差	a 干渉波（ｄＢｍ）	b 指向性減衰量（ｄＢ）	c 干渉軽減係数 ＩＲＦ	d 干渉波計（ｄＢｍ）	e 希望波（ｄＢｍ）	f 計算Ｃ／Ｉ（ｄＢ）	g フェージングマージン Ｆｍｒ	h 混信保護値（ｄＢ）	判定
0	0度	−50	0	2	−52	−57	−5	—	32.8	×
0	30度	−50	8	2	−60	−57	3	—	32.8	×
0	45度	−50	9	2	−61	−57	4	—	32.8	×
0	90度	−50	15	2	−67	−57	10	—	32.8	×
0	180度	−50	15	2	−67	−57	10	—	32.8	×
100	0度	−50	0	39	−89	−57	32	5	38.1	×
100	30度	−50	8	39	−97	−57	40	5	38.1	○
100	45度	−50	9	39	−98	−57	41	5	38.1	○
100	90度	−50	15	39	−104	−57	47	5	38.1	○
100	180度	−50	15	39	−104	−57	47	5	38.1	○
200	0度	−50	0	49	−99	−57	42	5	49.1	×
200	30度	−50	8	49	−107	−57	50	5	49.1	○
200	45度	−50	9	49	−108	−57	51	5	49.1	○
200	90度	−50	15	49	−114	−57	57	5	49.1	○
200	180度	−50	15	49	−114	−57	57	5	49.1	○
300	0度	−50	0	50	−100	−57	43	5	49.1	×
300	30度	−50	8	50	−108	−57	51	5	49.1	○
300	45度	−50	9	50	−109	−57	52	5	49.1	○
300	90度	−50	15	50	−115	−57	58	5	49.1	○
300	180度	−50	15	50	−115	−57	58	5	49.1	○

（計算式）

・干渉波計（ｄＢｍ）　ｄ＝ａ－ｂ－ｃ

・計算Ｃ／Ｉ（ｄＢ）　ｆ＝ｅ－ｄ

・判定　計算Ｃ／Ｉ（ｆ）が混信保護値（ｈ）以上の場合、「○」として判定

（８）希望波アナログＳＴＬ／ＴＴＬと干渉波デジタルＳＴＬ／ＴＴＬの干渉

周波数帯：60MHz 帯

標準モデル

希 望 波：アナログＳＴＬ／ＴＴＬ　空中線電力 50W、伝搬距離 50ｋｍ

干 渉 波：デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ　空中線電力 0.05W、伝搬距離 20ｋｍ

表１５　希望波アナログＳＴＬ／ＴＴＬと干渉波デジタルＳＴＬ／ＴＴＬの干渉計算（例）

離調周波数(kHz)	角度差	a 干渉波（ｄＢｍ）	b 指向性減衰量（ｄＢ）	c 干渉軽減係数ＩＲＦ	d 干渉波計（ｄＢｍ）	e 希望波（ｄＢｍ）	f 計算Ｃ／Ｉ（ｄＢ）	g フェージングマージンＦｍｒ	h 混信保護値（ｄＢ）	判定
0	0度	−66	0	10	−76	−44	32	2	57	×
0	30度	−66	3	10	−79	−44	35	2	57	×
0	45度	−66	8	10	−84	−44	40	2	57	×
0	90度	−66	14	10	−90	−44	46	2	57	×
0	180度	−66	15	10	−91	−44	47	2	57	×
100	0度	−66	0	42	−108	−44	64	2	57	○
100	30度	−66	3	42	−111	−44	67	2	57	○
100	45度	−66	8	42	−116	−44	72	2	57	○
100	90度	−66	14	42	−122	−44	78	2	57	○
100	180度	−66	15	42	−123	−44	79	2	57	○
200	0度	−66	0	61	−127	−44	83	2	57	○
200	30度	−66	3	61	−130	−44	86	2	57	○
200	45度	−66	8	61	−135	−44	91	2	57	○
200	90度	−66	14	61	−141	−44	97	2	57	○
200	180度	−66	15	61	−142	−44	98	2	57	○
300	0度	−66	0	65	−131	−44	87	2	57	○
300	30度	−66	3	65	−134	−44	90	2	57	○
300	45度	−66	8	65	−139	−44	95	2	57	○
300	90度	−66	14	65	−145	−44	101	2	57	○
300	180度	−66	15	65	−146	−44	102	2	57	○

（計算式）

・干渉波計（ｄＢｍ）　ｄ＝ａ－ｂ－ｃ

・計算Ｃ／Ｉ（ｄＢ）　ｆ＝ｅ－ｄ

・判定　計算Ｃ／Ｉ（ｆ）が混信保護値（ｈ）以上の場合、「○」として判定

３．検討結果と考察

（１）デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ同士の干渉（160MHz 帯）

デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ同士の干渉については、空中線電力が同程度から電力差が３ｄＢ程度の場合は、離調周波数が 100kHz 以上離れることで受信空中線指向特性の方位差や伝搬経路の違いにかかわらず干渉は起きないという結果となった。

空中線電力が異なる局が近隣で運用されている場合、空中線電力が大きい側から小さい側に影響を与えることになる。この場合、干渉がなく使用できる条件は、異経路伝搬の関係にあり、離調周波数を 200kHz 以上離すことや、受信空中線指向特性の方位差の調整により減衰量を大きく確保する必要がある。

また、表１６（比較モデルとして、表８から干渉波デジタルＳＴＬ／ＴＴＬの空中線電力を 0.05Wから 0.5Wに、伝搬距離を 20ｋｍから 10ｋｍに変更）のように希望波のデジタルＳＴＬ／ＴＴＬの伝搬区間の中に､空中線電力が大きい他のデジタルＳＴＬ／ＴＴＬを設置する場合は、離調周波数が 200kHz のときでも干渉を起こすこともある。このようなときは十分な技術検討を行い、周波数離隔を確保することや送／受信空中線の指向特性の方位差により減衰量を確保するなどにより干渉回避を図る必要がある。

表１６　希望波デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ空中線電力 0.1W、伝搬距離 20ｋｍ区間内に干渉波デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ空中線電力 0.5Wが 10ｋｍの位置に置局する場合の干渉検討（例）

離調周波数(kHz)	角度差	a 干渉波（ｄＢｍ）	b 指向性減衰量（ｄＢ）	c 干渉軽減係数 ＩＲＦ	d 干渉波計（ｄＢｍ）	e 希望波（ｄＢｍ）	f 計算 Ｃ／Ｉ（ｄＢ）	g フェージングマージン Ｆｍｒ	h 混信保護値（ｄＢ）	判定
200	０度	-52.9	０	47	-99.9	-65.9	34	1	45.1	×
200	30 度	-52.9	８	47	-107.9	-65.9	42	1	45.1	×
200	45 度	-52.9	９	47	-108.9	-65.9	43	1	45.1	×
200	90 度	-52.9	15	47	-114.9	-65.9	49	1	45.1	○
200	180 度	-52.9	15	47	-114.9	-65.9	49	1	45.1	○
400	０度	-52.9	０	48	-100.9	-65.9	35	1	45.1	×
400	30 度	-52.9	８	48	-108.9	-65.9	43	1	45.1	×
400	45 度	-52.9	９	48	-109.9	-65.9	44	1	45.1	×
400	90 度	-52.9	15	48	-115.9	-65.9	50	1	45.1	○
400	180 度	-52.9	15	48	-115.9	-65.9	50	1	45.1	○

（２）希望波デジタルＳＴＬ／ＴＴＬと干渉波アナログＳＴＬ／ＴＴＬの干渉（160MHz 帯）

アナログＳＴＬ／ＴＴＬは、デジタルＳＴＬ／ＴＴＬに比べ空中線電力が最大 50Wであり、双方の空中線電力の差が大きい場合には、アナログＳＴＬ／ＴＴＬから到来する電波が強いと干渉を起こす可能性があるため、注意が必要である。

検討モデルでは、空中線電力 0.1Wで伝搬距離 20ｋｍの無線回線を想定したデジタルＳＴＬ／ＴＴＬの受信局に対して、10ｋｍの離れたところに空中線電力 50WのアナログＳＴＬ／ＴＴＬを配置した場合の影響を検討した。計算結果を表１７（比較モデルとして、表９から干渉波アナログＳＴＬ／ＴＴＬの空中線電力を10Wから50Wに、伝搬距離を50ｋｍから10ｋｍに変更）に示すが、離調周波数や空中線指向特性だけでは干渉回避することは難しい値となった。

このような場合、技術検討により妨害局からの電波到来を抑制が期待できる環境、候補地を選定するほか、空中線指向特性、偏波面、空中線電力等により干渉回避策を検討する。

表１７　希望波デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ空中線電力 0.1W、伝搬距離 20ｋｍ区間内に干渉波アナログＳＴＬ／ＴＴＬ空中線電力 50Wが 10ｋｍの位置に置局する場合の干渉検討（例）

離調周波数(kHz)	角度差	a 干渉波（ｄＢｍ）	b 指向性減衰量（ｄＢ）	c 干渉軽減係数 ＩＲＦ	d 干渉波計（ｄＢｍ）	e 希望波（ｄＢｍ）	f 計算 Ｃ／Ｉ（ｄＢ）	g フェージングマージン Ｆｍｒ	h 混信保護値（ｄＢ）	判定
200	0度	-35.9	0	49	-84.9	-65.9	19	1	45.1	×
200	30度	-35.9	8	49	-92.9	-65.9	27	1	45.1	×
200	45度	-35.9	9	49	-93.9	-65.9	28	1	45.1	×
200	90度	-35.9	15	49	-99.9	-65.9	34	1	45.1	×
200	180度	-35.9	15	49	-99.9	-65.9	34	1	45.1	×
300	0度	-35.9	0	50	-85.9	-65.9	20	1	45.1	×
300	30度	-35.9	8	50	-93.9	-65.9	28	1	45.1	×
300	45度	-35.9	9	50	-94.9	-65.9	29	1	45.1	×
300	90度	-35.9	15	50	-100.9	-65.9	35	1	45.1	×
300	180度	-35.9	15	50	-100.9	-65.9	35	1	45.1	×

（３）希望波デジタルＳＴＬ／ＴＴＬと干渉波アナログ監視・制御回線の干渉（160MHz 帯）

アナログ監視・制御回線からの干渉については、干渉波が占有周波数帯幅 16kHz であることから、影響は比較的少ない関係となる。表１０に示すように、同一経路での回線構築は厳しい条件となったが、離調周波数 200kHz 以上の異

経路関係又は離調周波数 100kHz の場合においても、受信空中線の指向方向の角度差が 30 度以上ある関係であれば、干渉を起こす条件とならないことが結果として確認できた。その他の条件として、デジタルＳＴＬ／ＴＴＬの空中線電力 0.05W、20ｋｍ伝送の回線に対して、アナログ監視・制御回線が、受信地点から 50ｋｍ離れて空中線電力 10Wで送信する回線がある場合は、表１８（比較モデルとして、表１０から干渉波アナログ監視・制御回線の伝搬距離を 20ｋｍから 50ｋｍに変更）に示すように、離調周波数 200kHz 以上あり、空中線角度差が 30 度以上の角度差があればアナログ監視・制御回線に影響を与えないということが結果として確認できた。

表１８　希望波デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ空中線電力 0.05W、伝搬距離 20ｋｍ区間内に干渉波アナログ監視・制御回線空中線電力 10Wが 50ｋｍの位置に置局する場合の干渉検討（例）

離調周波数(kHz)	角度差	a 干渉波（ｄＢｍ）	b 指向性減衰量（ｄＢ）	c 干渉軽減係数 ＩＲＦ	d 干渉波計（ｄＢｍ）	e 希望波（ｄＢｍ）	f 計算 Ｃ／Ｉ（ｄＢ）	g フェージングマージン Ｆｍｒ	h 混信保護値（ｄＢ）	判定
0	0度	-61.7	0	7	-68.7	-68.9	-0.2	—	32.8	×
0	30 度	-61.7	8	7	-76.7	-68.9	7.8	—	32.8	×
0	45 度	-61.7	9	7	-77.7	-68.9	8.8	—	32.8	×
0	90 度	-61.7	15	7	-83.7	-68.9	14.8	—	32.8	×
0	180 度	-61.7	15	7	-83.7	-68.9	14.8	—	32.8	×
200	0度	-61.7	0	44	-105.7	-68.9	36.8	5	38.1	×
200	30 度	-61.7	8	44	-113.7	-68.9	44.8	5	38.1	○
200	45 度	-61.7	9	44	-114.7	-68.9	45.8	5	38.1	○
200	90 度	-61.7	15	44	-120.7	-68.9	51.8	5	38.1	○
200	180 度	-61.7	15	44	-120.7	-68.9	51.8	5	38.1	○
300	0度	-61.7	0	55	-116.7	-68.9	47.8	5	49.1	×
300	30 度	-61.7	8	55	-124.7	-68.9	55.8	5	49.1	○
300	45 度	-61.7	9	55	-125.7	-68.9	56.8	5	49.1	○
300	90 度	-61.7	15	55	-131.7	-68.9	62.8	5	49.1	○
300	180 度	-61.7	15	55	-131.7	-68.9	62.8	5	49.1	○

（４）希望波アナログＳＴＬ／ＴＴＬと干渉波デジタルＳＴＬ／ＴＴＬの干渉（160MHz 帯）

デジタルＳＴＬ／ＴＴＬは、アナログＳＴＬ／ＴＴＬに比べ最大空中線電力が 1/10 と小さいため、アナログＳＴＬ／ＴＴＬ同士の干渉関係に比べればデジタルＳＴＬ／ＴＴＬがアナログＳＴＬ／ＴＴＬに与える影響は少ないと考えられる。

検討モデルでは、空中線電力 50W、伝搬距離 50ｋｍのアナログＳＴＬ／Ｔ

ＴＬと、空中線電力 0.05W、伝搬距離 20ｋｍのデジタルＳＴＬ／ＴＴＬとの干渉を想定した。

その結果、離調周波数 100kHz 以上の関係においては空中線指向性に関係なく干渉を与えない結果となった。

また、アナログＳＴＬ／ＴＴＬの空中線電力 50W、伝搬距離 50ｋｍの伝送区間において、アナログＳＴＬ／ＴＴＬの受信所から 10ｋｍ離れた地点からデジタルＳＴＬ／ＴＴＬを空中線電力５Ｗで置局した場合においては、表１９（比較モデルとして、表１１から干渉波デジタルＳＴＬ／ＴＴＬの空中線電力を 0.05Wから５Ｗに、伝搬距離を 20ｋｍから 10ｋｍに変更）に示すように、離調周波数 200kHz 以上あれば、アナログＳＴＬ／ＴＴＬに影響を与えないということが結果として確認できた。

表１９　希望波アナログＳＴＬ／ＴＴＬ空中線電力 50W、伝搬距離 50ｋｍ区間内に干渉波デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ空中線電力５Ｗが 10ｋｍの位置に置局する場合の干渉検討（例）

離調周波数(kHz)	角度差	a 干渉波（ｄＢｍ）	b 指向性減衰量（ｄＢ）	c 干渉軽減係数ＩＲＦ	d 干渉波計（ｄＢｍ）	e 希望波（ｄＢｍ）	f 計算Ｃ／Ｉ（ｄＢ）	g フェージングマージンＦｍｒ	h 混信保護値（ｄＢ）	判定
100	０度	−48.9	０	42	−90.9	−52.9	38	1	56	×
100	30 度	−48.9	３	42	−93.9	−52.9	41	1	56	×
100	45 度	−48.9	８	42	−98.9	−52.9	46	1	56	×
100	90 度	−48.9	14	42	−104.9	−52.9	52	1	56	×
100	180 度	−48.9	15	42	−105.9	−52.9	53	1	56	×
200	０度	−48.9	０	61	−109.9	−52.9	57	1	56	○
200	30 度	−48.9	３	61	−112.9	−52.9	60	1	56	○
200	45 度	−48.9	８	61	−117.9	−52.9	65	1	56	○
200	90 度	−48.9	14	61	−123.9	−52.9	71	1	56	○
200	180 度	−48.9	15	61	−124.9	−52.9	72	1	56	○
300	０度	−48.9	０	65	−113.9	−52.9	61	1	56	○
300	30 度	−48.9	３	65	−116.9	−52.9	64	1	56	○
300	45 度	−48.9	８	65	−121.9	−52.9	69	1	56	○
300	90 度	−48.9	14	65	−127.9	−52.9	75	1	56	○
300	180 度	−48.9	15	65	−128.9	−52.9	76	1	56	○

（５）希望波アナログ監視・制御回線と干渉波デジタルＳＴＬ／ＴＴＬの干渉（160MHz 帯）

アナログ監視・制御回線については、占有周波数帯幅 16kHz であることからデジタルＳＴＬ／ＴＴＬ影響は比較的少ない関係となる。表２０（比較モデルとして、表１２から希望波アナログ監視・制御回線及び干渉波デジタルＳＴＬ

／ＴＴＬの伝搬距離を 20ｋｍから 10ｋｍに変更）に示すように、離調周波数 100kHz 以上の関係においては空中線指向性にかかわらず干渉を与えない結果ということが結果として確認できた。

表２０　希望波アナログ監視・制御回線空中線電力 10W、伝搬距離 10ｋｍ区間内に干渉波デジタル空中線電力 0.05Wが 10ｋｍの位置に置局する場合の干渉検討（例）

離調周波数(kHz)	角度差	a 干渉波（ｄＢｍ）	b 指向性減衰量（ｄＢ）	c 干渉軽減係数 ＩＲＦ	d 干渉波計（ｄＢｍ）	e 希望波（ｄＢｍ）	f 計算 Ｃ／Ｉ（ｄＢ）	g フェージングマージン Ｆｍｒ	h 混信保護値（ｄＢ）	判定
0	0度	-73.8	0	13	-86.8	-55.6	31.2	1	31	○
0	90度	-73.8	0	13	-86.8	-55.6	31.2	1	31	○
0	180度	-73.8	0	13	-86.8	-55.6	31.2	1	31	○
100	0度	-73.8	0	80	-153.8	-55.6	98.2	1	31	○
100	90度	-73.8	0	80	-153.8	-55.6	98.2	1	31	○
100	180度	-73.8	0	80	-153.8	-55.6	98.2	1	31	○

（６）デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ同士の干渉（60MHz 帯）

デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ同士での干渉を起こす傾向は、表８および表１３のとおり、60MHz 帯も 160MHz 帯と同様であり、空中線電力が同程度から電力差が３ｄＢ程度の場合は、離調周波数が 100kHz 以上離れることで受信空中線指向特性の方位差や伝搬経路の違いにかかわらず干渉は起きないという結果となった。

また、希望波のデジタルＳＴＬ／ＴＴＬの伝搬区間の中に、空中線電力が大きい他のデジタルＳＴＬ／ＴＴＬを設置する場合は、表１６の干渉検討（例）と同様な傾向となることから、離調周波数が 200kHz のときでも干渉を起こすこともある。このようなときは十分な技術検討を行い、周波数離隔を確保することや送／受信空中線の指向特性の方位差により減衰量を確保するなどにより干渉回避を図る必要がある。

（７）希望波デジタルＳＴＬ／ＴＴＬと干渉波アナログＳＴＬ／ＴＴＬの干渉（60MHz 帯）

デジタルＳＴＬ／ＴＴＬにアナログＳＴＬ／ＴＴＬが与える干渉の傾向は、表９および表１４のとおり、60MHz 帯も 160MHz 帯と同様であった。

アナログＳＴＬ／ＴＴＬは、デジタルＳＴＬ／ＴＴＬに比べ空中線電力が最大 50Wであり、双方の空中線電力の差が大きい場合には、アナログＳＴＬ／ＴＴＬから到来する電波が強いと干渉を起こす可能性がある。このため、デジ

タルＳＴＬ／ＴＴＬを導入する場合は、アナログＳＴＬ／ＴＴＬの運用状況を調査し、十分な技術検討を行う必要がある。

（８）希望波アナログＳＴＬ／ＴＴＬと干渉波デジタルＳＴＬ／ＴＴＬの干渉（60MHz 帯）

アナログＳＴＬ／ＴＴＬにデジタルＳＴＬ／ＴＴＬが与える干渉の傾向は、表１１および表１５のとおり、60MHz 帯も 160MHz 帯と同様であった。

デジタルＳＴＬ／ＴＴＬは、アナログＳＴＬ／ＴＴＬに比べ最大空中線電力が 1/10 と小さいため、離調周波数が 100kHz 以上の関係においては空中線指向性に関係なく干渉を与えないことが確認できた。

参考資料９

干渉軽減係数の算出

ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬの周波数選定においては、限られた放送番組中継用周波数を使用することになることから、同一周波数及び隣接周波数を使用することが想定されるデジタルＳＴＬ／ＴＴＬとアナログＳＴＬ／ＴＴＬ及びアナログ監視・制御回線との干渉検討を行い、干渉軽減係数（ＩＲＦ）を算出した。

１．干渉軽減係数（ＩＲＦ）の考え方

（１）干渉軽減係数（ＩＲＦ）の定義

干渉軽減係数については、次の計算式により求めるものとする。

計算式１　希望波がＦＭ方式の干渉軽減係数（ＩＲＦ）

ＩＲＦ＝Ｓ／Ｉ－Ｄ／Ｕ　（ｄＢ）

計算式２　希望波がデジタル方式の干渉軽減係数（ＩＲＦ）

ＩＲＦ＝Ｃ／Ｉ－Ｄ／Ｕ　（ｄＢ）

Ｓ／Ｉ：復調後の信号電力対妨害波による雑音電力比　（ｄＢ）
Ｃ／Ｉ：希望搬送波電力対妨害波電力比　（ｄＢ）
Ｄ／Ｕ：希望波受信電力対妨害波受信電力比　（ｄＢ）

（２）干渉軽減係数（ＩＲＦ）の計算式

干渉軽減係数は、電力スペクトル及びフィルタ特性により求められる。

これは平成５年３月「ラジオ局デジタルＳＴＬの技術的検討報告書」（放送技術開発協議会）においても同計算式からＩＲＦを決めている。

計算式３　希望波がＦＭ方式の場合の計算式

$$IRF = 10\log\left(\frac{2fd^2}{\int_{-\infty}^{+\infty}\left[\{Wi(f-\Delta F+fb)+Wi(f-\Delta F-fb)\}\cdot Wd(f)\cdot Rd^2(f)\right]df\cdot B\cdot fb^2}\right)$$

Δf：干渉波と希望波の周波数差
$Wd(f)$：希望波の電力スペクトル
$Wi(f)$：干渉波の電力スペクトル
$Td(f)$：希望波の送信機フィルタの選択特性（電圧比）

Rd(f)：希望波の受信機フィルタの選択特性（電圧比）
Ti(f)：干渉波の送信機フィルタの選択特性（電圧比）
fb　：希望波がＦＭの場合の着目する通信路の周波数
B　：希望波がＦＭの場合の着目する通信路の帯域幅
fd　：希望波がＦＭの場合の着目する希望信号の周波数偏移の実効値

計算式４　希望波がデジタル方式の場合の計算式

$$IRF = 10\log\left(\frac{\int_{-\infty}^{+\infty}\{Wd(f)\cdot Td^2(f)\cdot Rd^2(f)\}df}{\int_{-\infty}^{+\infty}\{Wi(f-\Delta F)\cdot Ti^2(f-\Delta F)\cdot Rd^2(f)\}df}\right)$$

⊿ｆ：干渉波と希望波の周波数差
Wd(f)：希望波の電力スペクトル
Wi(f)：干渉波の電力スペクトル
Td(f)：希望波の送信機フィルタの選択特性（電圧比）
Rd(f)：希望波の受信機フィルタの選択特性（電圧比）
Ti(f)：干渉波の送信機フィルタの選択特性（電圧比）

２．希望波デジタルＳＴＬ／ＴＴＬの干渉軽減係数

（１）検討条件

計算式４により、デジタル方式のスペクトル特性（図１及び図２）、アナログ方式のスペクトル特性（図３及び図４）における干渉軽減係数について計算により求めた。

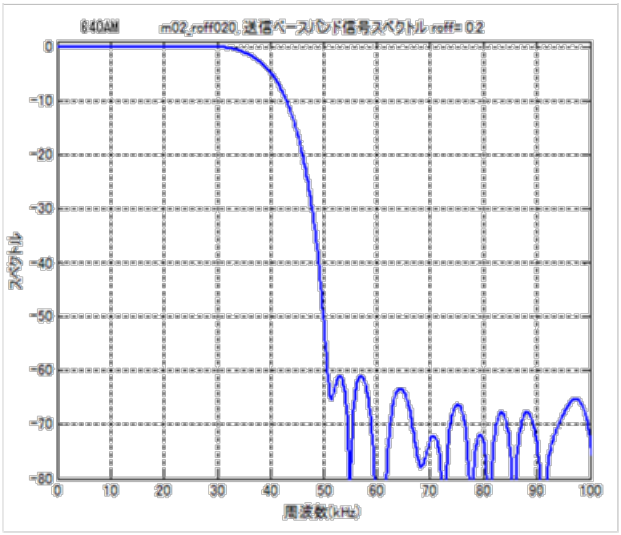


図１　６４ＱＡＭスペクトル

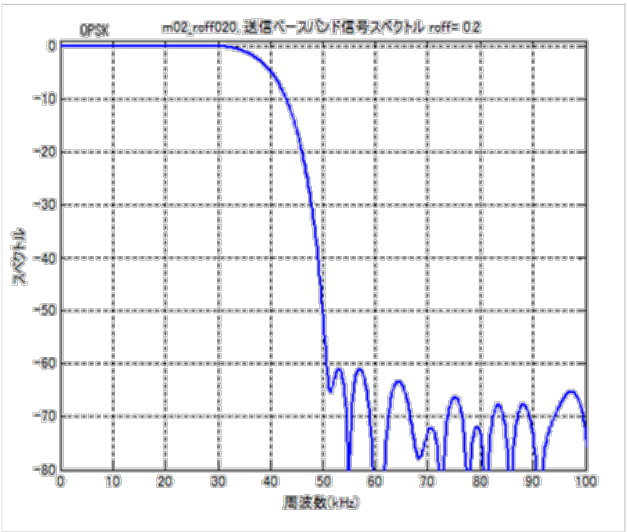


図２　ＱＰＳＫスペクトル

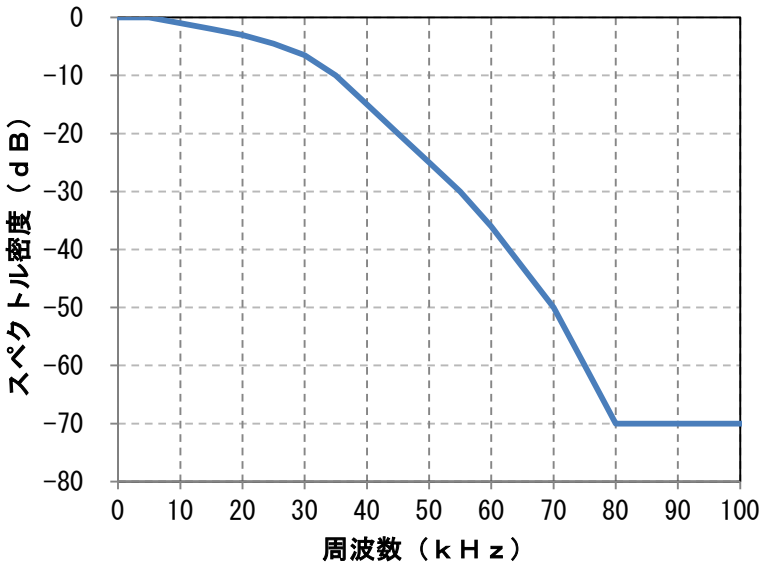


図３　アナログ 100kHz スペクトル

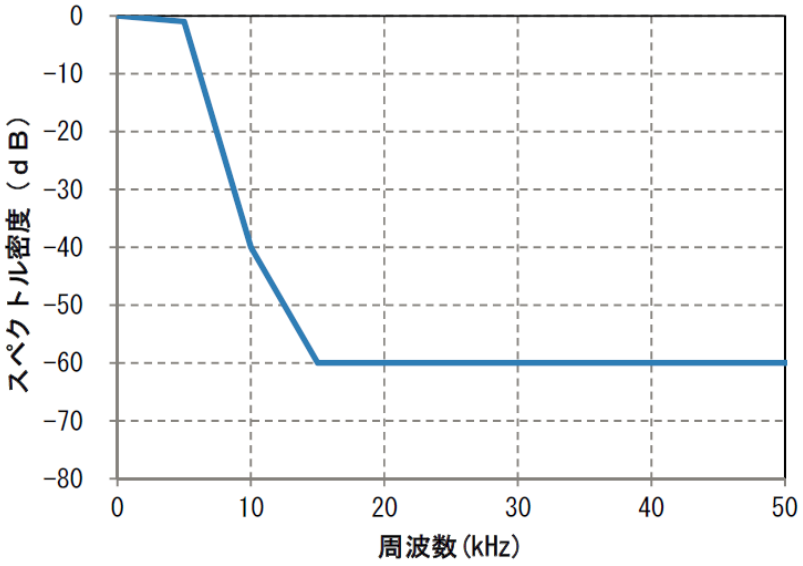


図４　アナログ 16kHz スペクトル

（２）検討結果

検討条件から、干渉波と希望波の周波数差における干渉軽減係数（ＩＲＦ）を図５～図７のグラフのとおり求めた。

計算で用いたろ波特性については、今回検討しているスペクトル特性及び送受信ろ波特性を用いて計算を行った。６４ＱＡＭスペクトル特性（図１）及びＱＰＳＫスペクトル特性（図２）の電力密度の差はほとんどないことから、ほぼ同一の結果となった。

なお、シミュレーションによるスペクトル特性では、アナログ系で生じる非線形特性、特にＲＦアンプにおける歪の影響は考慮していない。実装置においては、ＱＰＳＫの時間波形振幅は６４ＱＡＭのそれよりも平均値が揃うため、アナログ系で生じる非線形特性による影響は、ＱＰＳＫの方が軽減されるが、今回の検討では最大値として扱うことにした。

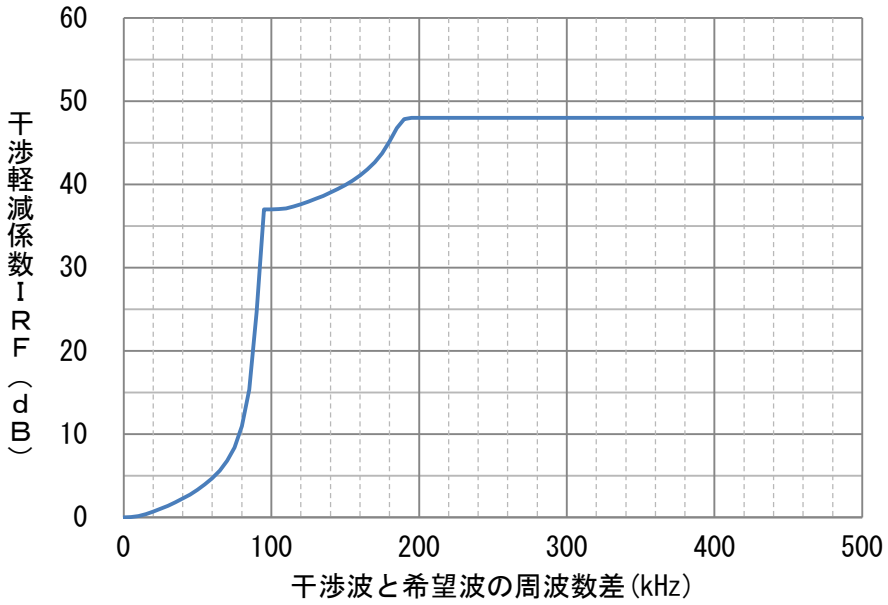


図５　希望波デジタル／干渉波デジタルの干渉軽減係数（計算結果）

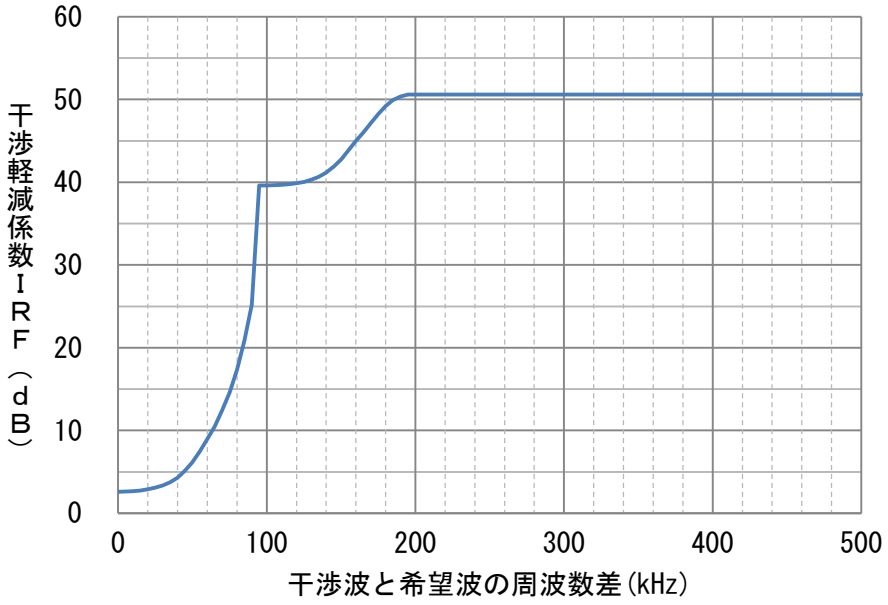


図６　希望波デジタル／干渉波アナログ 100kHz の干渉軽減係数（計算結果）

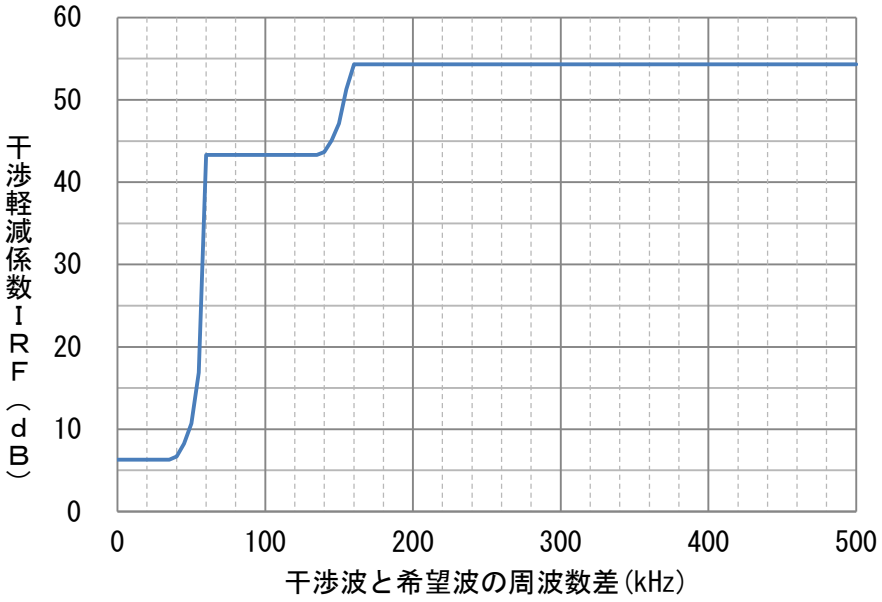


図７　希望波デジタル／干渉波アナログ 16kHz の干渉軽減係数（計算結果）

計算より求めた干渉軽減係数（図５）を検証するため、平成 26 年度「山間部における超短波放送の難聴解消のための周波数有効利用技術に関する調査検討」（信越総合通信局実施）において、室内試験を実施した値と比較した。

同室内試験では、試験装置を用いてデジタルＳＴＬ（６４ＱＡＭ）同士の干渉条件となるＢＥＲ１×10^{-4}となるＤ／Ｕを混信保護比として求めており、その値と計算式２によりＤ／Ｕ＝Ｃ／Ｉ－ＩＲＦの計算式から求めた値について表１に比較したものを示す。

表１　計算値と実験値による混信保護値の比較

	干渉波	希望波	区分	周波数差（kHz）				
				0	100	200	300	400以上
計算	デジタル６４ＱＡＭ	デジタル６４ＱＡＭ	ＩＲＦ	0	37	48	48	48
			Ｄ／Ｕ	31	-6	-17	-17	-17
測定	デジタル６４ＱＡＭ	デジタル６４ＱＡＭ	ＩＲＦ	6	38	47	47	48
			Ｄ／Ｕ	25	-7	-16	-16	-17

（算出例）

① ＩＲＦ計算値からＤ／Ｕ算出

Ｄ／Ｕ＝Ｃ／Ｉ－ＩＲＦ　　∴31－０＝31（ｄＢ）

② Ｄ／Ｕ実験値からＩＲＦ算出

ＩＲＦ＝Ｃ／Ｉ－Ｄ／Ｕ　　∴31－25＝６（ｄＢ）

表１の比較結果では、計算により求めた値は、実験値と概ね同等であることが検証できた。詳細に確認すると同一周波数については、計算値が実測値より６ｄＢ厳しい値を示したが、隣接周波数の 100kHz、200kHz、300kHz 及び 400kHz については、計算値が実測値ともにほぼ同じ値となった。

（３）デジタルＳＴＬ／ＴＴＬへの干渉軽減係数（ＩＲＦ）

表１の計算値及び実験値の結果から、軽減率を厳しめに設けた値が適当であると考え、各変調方式における干渉軽減係数（ＩＲＦ）を表２～表４に整理した。

なお、今回検討しているスペクトル特性、フィルタ特性、占有周波数帯幅は 160MHz 帯及び 60MHz 帯いずれも同様であることから、周波数帯の違いは無いものと考えられる。

表２　干渉波デジタルの干渉軽減係数ＩＲＦと所要Ｄ／Ｕ（ｄＢ）

干渉波	希望波	区分	周波数差（kHz）			
			0 以上 100 未満	100 以上 180 未満	180 以上 400 未満	400 以上
デジタル ６４ＱＡＭ ３２ＱＡＭ １６ＱＡＭ ＱＰＳＫ	デジタル ６４ＱＡＭ Ｃ／Ｉ＝31.3ｄＢ	ＩＲＦ	0	37	47	48
		Ｄ／Ｕ	31	-6	-16	-17
	デジタル ３２ＱＡＭ Ｃ／Ｉ＝28.2ｄＢ	ＩＲＦ	0	37	47	48
		Ｄ／Ｕ	28	-9	-19	-20
	デジタル １６ＱＡＭ Ｃ／Ｉ＝25.2ｄＢ	ＩＲＦ	0	37	47	48
		Ｄ／Ｕ	25	-12	-22	-23
	デジタル ＱＰＳＫ Ｃ／Ｉ＝18.4ｄＢ	ＩＲＦ	0	37	47	48
		Ｄ／Ｕ	18	-19	-29	-30

表３　干渉波アナログＳＴＬ／ＴＴＬの
干渉軽減係数ＩＲＦと所要Ｄ／Ｕ（ｄＢ）

干渉波	希望波	区分	周波数差（kHz）			
			0 以上 100 未満	100 以上 180 未満	180 以上 300 未満	300 以上
アナログ ＳＴＬ／ＴＴＬ （100kHz）	デジタル ６４ＱＡＭ Ｃ／Ｉ＝31.3ｄＢ	ＩＲＦ	2	39	49	50
		Ｄ／Ｕ	29	−7	−17	−18
	デジタル ３２ＱＡＭ Ｃ／Ｉ＝28.2ｄＢ	ＩＲＦ	2	39	49	50
		Ｄ／Ｕ	26	−10	−20	−21
	デジタル １６ＱＡＭ Ｃ／Ｉ＝25.2ｄＢ	ＩＲＦ	2	39	49	50
		Ｄ／Ｕ	23	−13	−23	−24
	デジタル ＱＰＳＫ Ｃ／Ｉ＝18.4ｄＢ	ＩＲＦ	2	39	49	50
		Ｄ／Ｕ	16	−20	−30	−31

表４　干渉波アナログ監視・制御回線の
干渉軽減係数ＩＲＦと所要Ｄ／Ｕ（ｄＢ）

干渉波	希望波	区分	周波数差（kHz）		
			0 以上 100 未満	100 以上 180 未満	180 以上
アナログ 監視・制御回線 （16kHz）	デジタル ６４ＱＡＭ Ｃ／Ｉ＝31.3ｄＢ	ＩＲＦ	7	44	55
		Ｄ／Ｕ	24	−13	−24
	デジタル ３２ＱＡＭ Ｃ／Ｉ＝28.2ｄＢ	ＩＲＦ	7	44	55
		Ｄ／Ｕ	21	−16	−27
	デジタル １６ＱＡＭ Ｃ／Ｉ＝25.2ｄＢ	ＩＲＦ	7	44	55
		Ｄ／Ｕ	18	−19	−30
	デジタル ＱＰＳＫ Ｃ／Ｉ＝18.4ｄＢ	ＩＲＦ	7	44	55
		Ｄ／Ｕ	11	−26	−37

３．アナログＳＴＬ／ＴＴＬ、アナログ監視・制御回線への干渉検討

（１）検討条件

デジタル方式と同様にアナログ方式については、計算式３により、デジタル方式のスペクトル特性（図１及び図２）、アナログ方式のスペクトル特性（図３及び図４）における干渉軽減係数について計算により求めた。

（２）検討結果

検討条件から、希望波アナログＳＴＬ／ＴＴＬ（100kHz 幅）とアナログ監視・制御回線（16kHz 幅）に対する干渉波と希望波の周波数差における干渉軽減係数（ＩＲＦ）を図８及び図９のグラフに示す。

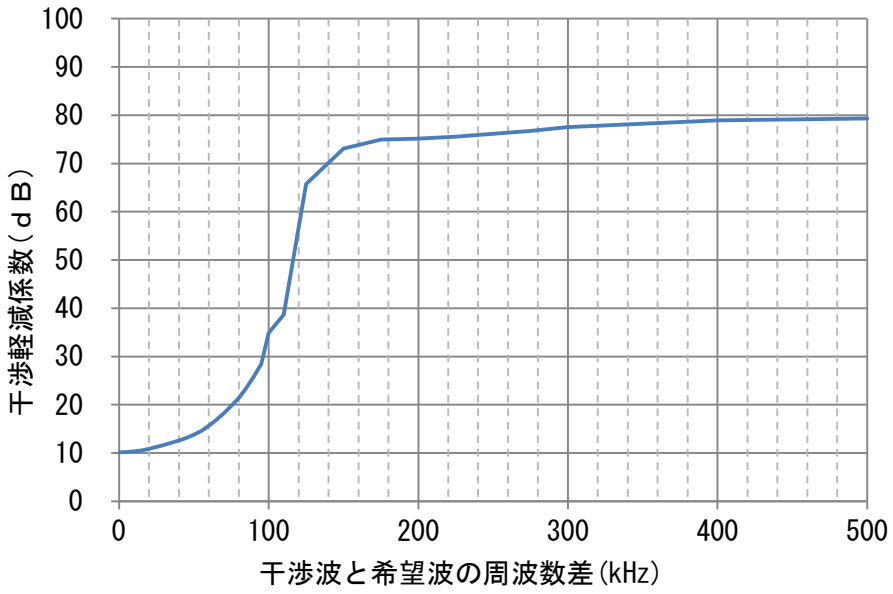


図８　希望波アナログ 100kHz／干渉波デジタルの干渉軽減係数（計算結果）

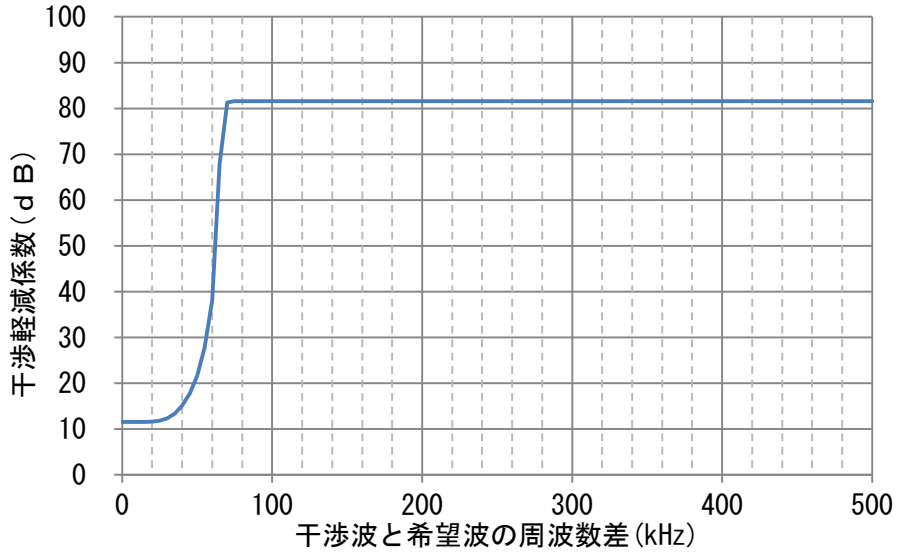


図９　希望波アナログ 16kHz／干渉波デジタルの干渉軽減係数（計算結果）

計算より求めた干渉軽減係数（ＩＲＦ）値を検証するため、平成 26 年度「山間部における超短波放送の難聴解消のための周波数有効利用技術に関する調査検討」（信越総合通信局実施）において、室内試験を実施した値と比較した。

同室内試験では、試験装置を用いてデジタルＳＴＬ（６４ＱＡＭ）がアナログＳＴＬ／ＴＴＬに与える影響について、干渉条件となるＳ／Ｎ５５ｄＢとなるＤ／Ｕを混信保護比として求めており、その値と計算式１によりＤ／Ｕ＝Ｓ／Ｉ－ＩＲＦの計算式から求めた値について表５に比較したものを示す。

表５　計算から求めた混信保護比と室内実験の結果比較（ｄＢ）

	干渉波	希望波	区分	周波数差（kHz）				
				0	100	200	300	400以上
計算	デジタル６４ＱＡＭ	アナログ 100kHz Ｓ／Ｉ＝55ｄＢ	ＩＲＦ	10	42	75	77	79
			Ｄ／Ｕ	45	13	-20	-22	-24
測定	デジタル６４ＱＡＭ	アナログ 100kHz Ｓ／Ｉ＝55ｄＢ	ＩＲＦ	22	60	61	65	65
			Ｄ／Ｕ	33	-5	-6	-10	-10

（算出例）

① ＩＲＦ計算値からＤ／Ｕ算出

Ｄ／Ｕ＝Ｓ／Ｉ－ＩＲＦ　　∴55－10＝45（ｄＢ）

② Ｄ／Ｕ実験値からＩＲＦ算出

ＩＲＦ＝Ｓ／Ｉ－Ｄ／Ｕ　　∴55－33＝22（ｄＢ）

表５の比較結果では、傾向は近似しているものの、数字的には一致しないものがあった。

（３）アナログＳＴＬ／ＴＴＬ、アナログ監視・制御回線への干渉軽減係数

表５の計算値及び実験値の結果から、軽減率を厳しめに設けた値が適当であると考え、各変調方式における干渉軽減係数（ＩＲＦ）を表６に整理した。

なお、今回検討しているスペクトル特性、フィルタ特性、占有周波数帯幅は 160MHz 帯及び 60MHz 帯いずれも同様であることから、周波数帯の違いは無いものと考えられる。

表６　干渉波デジタルの干渉軽減係数ＩＲＦと所要Ｄ／Ｕ（ｄＢ）

干渉波	希望波	区分	周波数差（kHz）			
			0 以上 100 未満	100 以上 180 未満	180 以上 300 未満	300 以上
デジタル ６４ＱＡＭ ３２ＱＡＭ １６ＱＡＭ ＱＰＳＫ	アナログ ＳＴＬ／ＴＴＬ 100kHz Ｓ／Ｉ＝55ｄＢ	ＩＲＦ	10	42	61	65
		Ｄ／Ｕ	45	13	-6	-10
デジタル ６４ＱＡＭ ３２ＱＡＭ １６ＱＡＭ ＱＰＳＫ	アナログ 監視・制御回線 16kHz Ｓ／Ｉ＝30ｄＢ	ＩＲＦ	13	80	80	80
		Ｄ／Ｕ	17	-50	-50	-50

参考資料１０

Ｃ／Ｎ配分の検討

１．基本とする考え方

デジタル方式では、熱雑音、歪雑音及び干渉雑音について固定的な割合で配分されている。ＶＨＦ帯ＳＴＬ／ＴＴＬの帯域は、多様な無線システムが使用される 60MHz 帯又は 160MHz 帯であり、その配分率については送信出力を抑える方向への配分が望ましい。使用するＲＦデバイスの素性はＳＨＦ帯と同等かより良好なＶＨＦ帯であることから、その配分率は、「デジタルＳＴＬ／ＴＴＬの技術試験及び調査検討報告書」（平成 13 年３月）（電波産業会）において、室内試験の結果を考慮して決定された歪雑音２％を踏襲し、残りを熱雑音、干渉雑音へ配分した熱雑音 48%、歪雑音２％、干渉雑音 50%とする。

２．Ｃ／Ｎ配分

デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ装置において受信出力での誤り率は１×10^{-11}以下の疑似エラーフリーの状態を求められている。その実現のため、エラー訂正符号としてリードソロモン符号を付加することが一般的である。

ＳＴＬ／ＴＴＬ装置において、リードソロモン復号前の誤り率が１×10^{-4}以下となっていれば、リードソロモン復号により、１×10^{-11}以下の誤り率を得られ、疑似エラーフリーの状態となる。

ＶＨＦ帯ＳＴＬ／ＴＴＬ回線は他のマイクロ波帯の網的回線構築とは異なり、干渉モデルとしては多くの影響を受けないものと考えられるが、周波数割当てによっては厳しい条件になる場合も想定されることから、最悪のケースを想定し、干渉は同一経路２波、異経路２波とする。他のシステムからの干渉は、受信入力の算出時（参考資料５）に外部雑音として加味する。

受信側である送信所は地形的な要因から、Ｍ／Ｎ帯デジタル音声ＳＴＬ／ＴＴＬの構築回線と同様な地形に設置されると想定される。干渉雑音の同一ルートと異ルートへの配分は、「３．各ルートへの配分量」に示すとおりとする。

（１）６４ＱＡＭの場合

誤り率１×10^{-4}を得られる理論Ｃ／Ｎである 24.3ｄＢに機器劣化４ｄＢ[1]を加えた値 28.3ｄＢを所要Ｃ／Ｎとして用いる。

[1] 理論Ｃ／Ｎに加えた機器劣化４ｄＢは、ＡＲＩＢ　ＳＴＤ　B12　2.3.1 において加えている固定劣化４ｄＢに基づいている。

所要Ｃ／Ｎ　28.3ｄＢ
- 熱雑音　48%　31.5ｄＢ
- 歪雑音　２%　45.3ｄＢ
- 干渉雑音　50%　31.3ｄＢ
  - 同一ルート 36.7ｄＢ(下記２波合成電力)
    隣接：37.0ｄＢ、隣々接：48.0ｄＢ
  - 異ルート　32.8ｄＢ(下記２波合成電力)
    隣接：33.1ｄＢ、隣々接：44.1ｄＢ

（２）３２ＱＡＭの場合

誤り率１×10^{-4}を得られる理論Ｃ／Ｎである 21.2ｄＢに機器劣化４ｄＢを加えた値 25.2ｄＢを所要Ｃ／Ｎとして用いる。

所要Ｃ／Ｎ　25.2ｄＢ
- 熱雑音　48%　28.4ｄＢ
- 歪雑音　２%　42.2ｄＢ
- 干渉雑音　50%　28.2ｄＢ
  - 同一ルート 33.6ｄＢ(下記２波合成電力)
    隣接：33.9ｄＢ、隣々接：44.9ｄＢ
  - 異ルート　29.7ｄＢ(下記２波合成電力)
    隣接：30.0ｄＢ、隣々接：41.0ｄＢ

（３）１６ＱＡＭの場合

誤り率１×10^{-4}を得られる理論Ｃ／Ｎである 18.2ｄＢに機器劣化４ｄＢを加えた値 22.2ｄＢを所要Ｃ／Ｎとして用いる。

所要Ｃ／Ｎ　22.2ｄＢ
- 熱雑音　48%　25.4ｄＢ
- 歪雑音　２%　39.2ｄＢ
- 干渉雑音　50%　25.2ｄＢ
  - 同一ルート 30.6ｄＢ(下記２波合成電力)
    隣接：30.9ｄＢ、隣々接：41.9ｄＢ
  - 異ルート　26.7ｄＢ(下記２波合成電力)
    隣接：27.0ｄＢ、隣々接：38.0ｄＢ

（４）ＱＰＳＫの場合

誤り率１×10^{-4}を得られる理論Ｃ／Ｎである 11.4ｄＢに機器劣化４ｄＢを加えた値 15.4ｄＢを所要Ｃ／Ｎとして用いる。

所要Ｃ／Ｎ　15.4ｄＢ
- 熱雑音　48%　18.6ｄＢ
- 歪雑音　２%　32.4ｄＢ
- 干渉雑音　50%　18.4ｄＢ

同一ルート 23.8ｄＢ(下記２波合成電力)
隣接：24.1ｄＢ、隣々接：35.1ｄＢ
異ルート　19.9ｄＢ(下記２波合成電力)
隣接：20.2ｄＢ、隣々接：31.2ｄＢ

３．各ルートへの配分量

ＶＨＦ帯は現時点では、Ｍ／Ｎ帯での回線構築が容易でない状況に限り使用されているが、今後、複数の放送局が利用する可能性がある。このような場合、複数の伝送回線が構築される可能性が高く、ある放送局の送信所が山Ａに向けて回線を構築し、別の放送局の送信所が別の山Ｂへ向けて回線を構築するケースも予想される。

伝搬路モデルの前提条件は、以下のとおりとする。（図１）

（１）演奏所Ａにある放送局１は、ＡＭ波やＦＭ波等の３つのプログラムを送信所のある距離 20ｋｍの山Ａへ同一ルートで伝送する。

（２）演奏所Ｂにある放送局２は、距離は 20ｋｍだが山Ａとは地点の異なる山Ｂへ異ルートとして伝送する。

（３）山Ａへの回線と山Ｂへの回線は角度 30°にて交差し、演奏所Ｂにある放送局２は山Ａまで距離 12ｋｍの位置にある。

（４）自回線波と同一ルート２波の計３回線、異ルート２回線の構築に用いる５回線は最悪ケースとして連続した５波とする。

（５）自回線であるｃｈ３は、隣接したｃｈ２と隣々接のｃｈ５が同一ルート、異ルートの２波は、隣々接したｃｈ１と隣接のｃｈ４を割り当てたケースとする。

なお、チャネルに関しては、同一ルート回線の３波と異ルート回線の２波の合計５波を、仮に隣接させた最悪ケースとする。

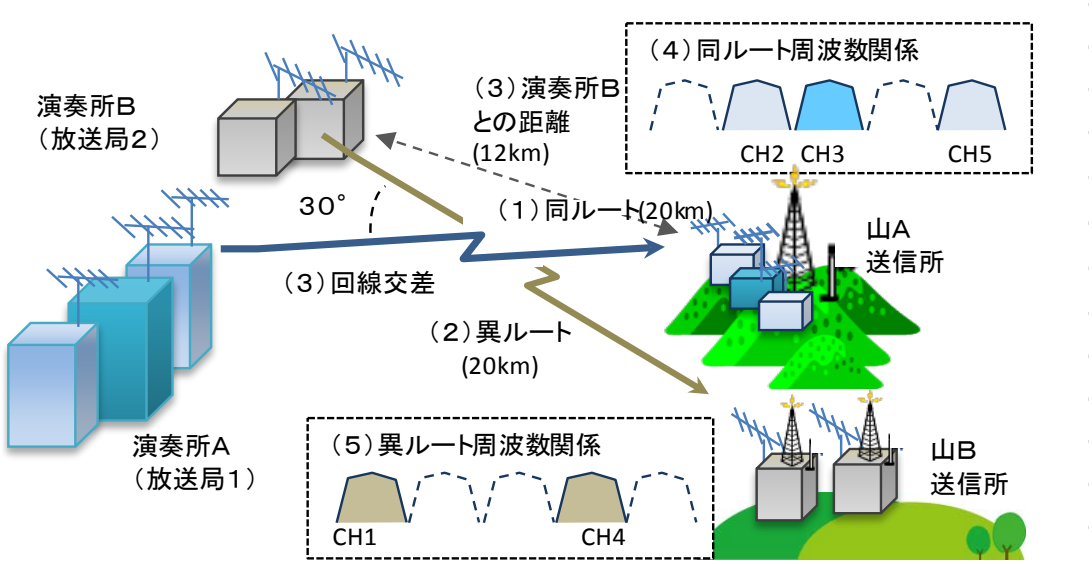


図１　伝搬路モデル

同一ルート及び異ルートの各電力は、以下の手順で算出した。受信ろ波特性として、参考資料１１の表３に記載されている値を使用し、隣接波で-37ｄＢ、隣々接波で-48ｄＢとする。

異ルートの条件を厳しくするため、フェージングが同一ルート側だけで発生している場合を想定し、所要フェージングマージンは１ｋｍ当たり0.1ｄＢとして算出した。

検討に用いた受信アンテナ（５素子八木アンテナ）の指向特性を図２に示す。

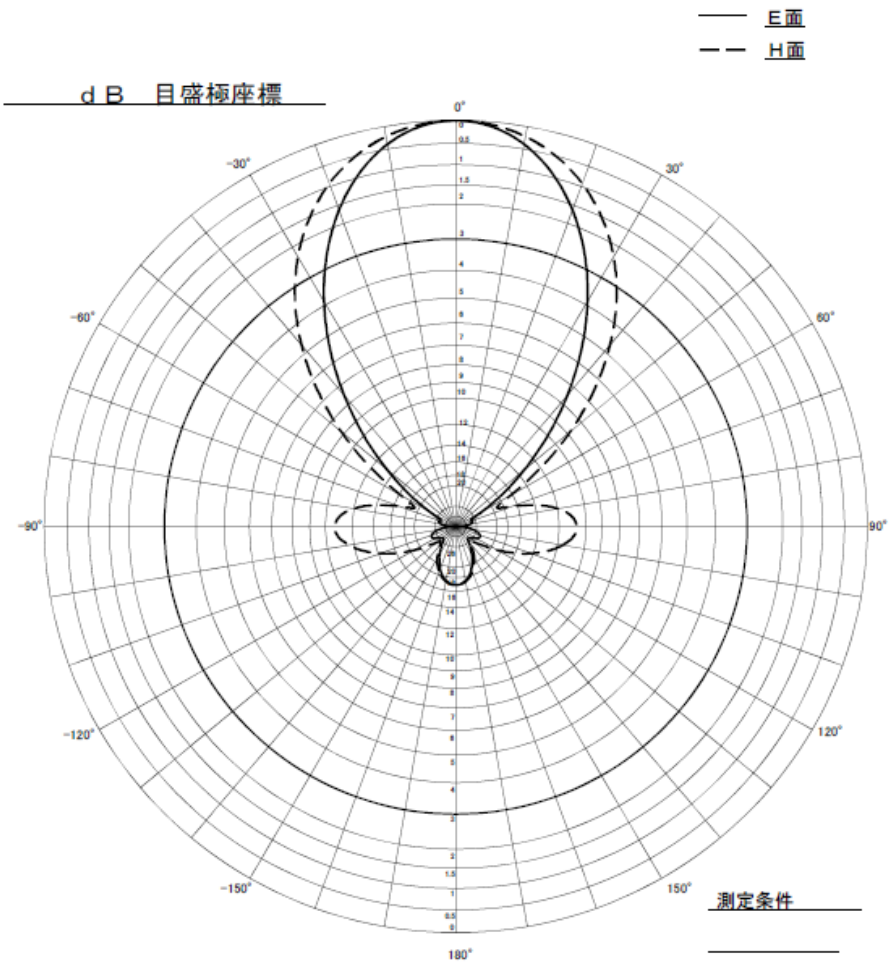


図２　受信アンテナ（５素子八木）の指向特性

表１に６４ＱＡＭの場合の計算結果を示す。

表１　干渉雑音のＣ／Ｎ配分例（160MHz、６４ＱＡＭの場合）（ｄＢ）

ルート		ｃｈ３	ｃｈ1	ｃｈ２	ｃｈ４	ｃｈ５
		希望波	異ルート	同ルート	異ルート	同ルート
			隣々接	隣接	隣接	隣々接
（１）	受信ろ波特性	０	-48	-37	-37	-48
（２）	同一ルートでフェージングが発生し、異ルートでは発生しなかった場合のゲイン補正	０	２	０	２	０
（３）	受信アンテナ指向性ロス※1（30 度の時、-2.30ｄＢ）	０	-2.3	０	-2.3	０
（４）	自由空間伝搬損失※2	-102.5	-98.3	-102.5	-98.3	-102.5
（５）	（１）＋（２）＋（３）＋（４）	-102.5	-146.6	-139.5	-135.6	-150.5
希望波を０ｄＢとした場合の相対受信入力電力（５）＋102.5		０	-44.1	-37.0	-33.1	-48.0

※１：異ルートのロスは、５素子アンテナの水平面角度 30°の場合の値。

※２：同一ルートは距離 20ｋｍ、異ルートは距離 12ｋｍで算出。

スペクトル特性・送受信ろ波特性

１．スペクトル特性

Ｍ／Ｎ帯デジタル音声ＳＴＬ／ＴＴＬは、自チャネルの端にて-37ｄＢ、隣接チャネルの端にて-48ｄＢを採用している。今回のＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬについても、同様な考え方を踏襲する。

すなわち、図１に示すように、自チャネルの端である±50kHz にて-37ｄＢ、隣接チャネルの端である±150kHz にて-48ｄＢとする。

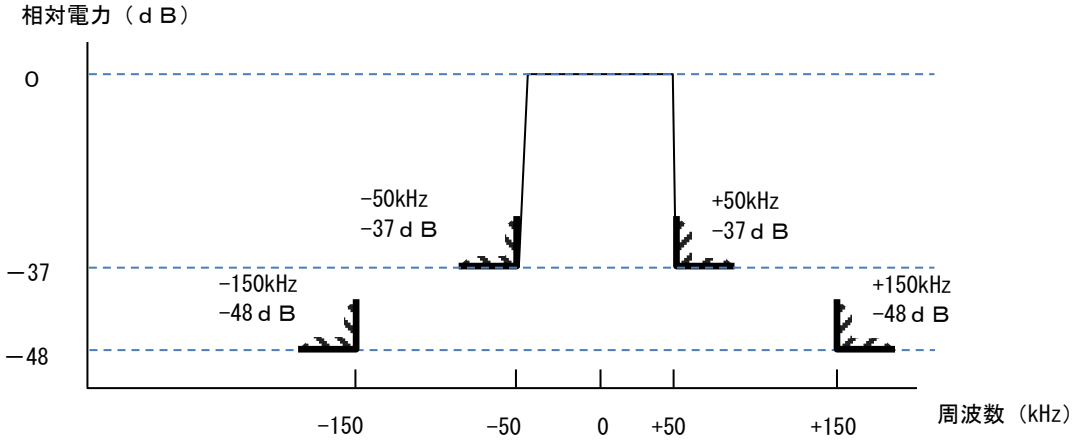


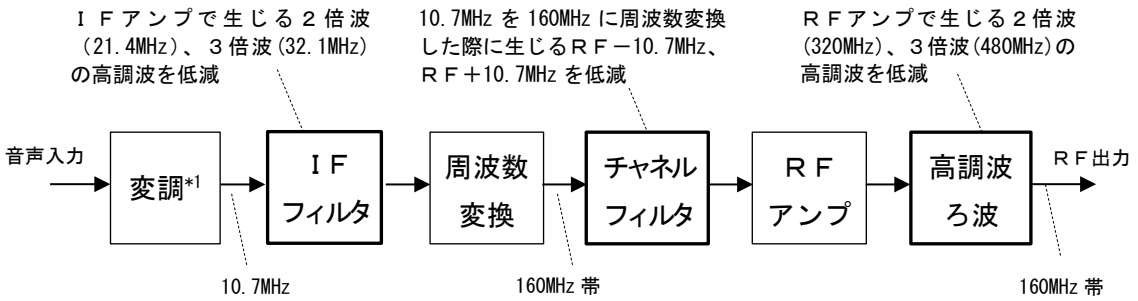
図１　スペクトル特性

２．送受信ろ波特性

60MHz 帯及び 160MHz 帯は、他の回線が存在する周波数帯であり、ＶＨＦ帯アナログＳＴＬ／ＴＴＬ相当以下が望ましい。

そこで、周波数変換処理はＶＨＦ帯アナログＳＴＬ／ＴＴＬと同等構成で機器構成を行うことを想定し、従来と同等なフィルタ配置とし、その各フィルタの目的を考慮した特性とすることが適当である。

ＶＨＦ帯アナログＳＴＬ／ＴＴＬの標準的な構成と使用フィルタを図２に示す。



*1：アナログ方式：ＦＭ変調

デジタル方式：６４ＱＡＭ変調

図２　160MHz 帯ＳＴＬ／ＴＴＬの構成と主たるフィルタ

ＩＦフィルタは、ＩＦアンプで生じる２倍波（21.4MHz）や３倍波（32.1MHz）の高調波を低減、また、チャネルフィルタは、10.7MHz のＩＦ信号を 160MHz 帯に周波数変換した際に生じるＲＦ－10.7MHz、ＲＦ＋10.7MHz の不要波を低減する目的である。

高調波ろ波は、ＲＦアンプで生じる２倍波、３倍波の高調波を低減する目的である。

（１）送受信高周波ろ波特性

60MHz 帯及び 160MHz 帯において、挿入損失が増加しないこと、また標準的に使用されるＩＦ周波数 10.7MHz のＮ倍高調波の減衰も考慮して表１に示す値以上減衰することが適当である。

表１　送受信高周波ろ波特性

周波数間隔	3MHz	5MHz	10MHz
ろ波特性	10ｄＢ	20ｄＢ	28ｄＢ

（２）等価送信ろ波特性

ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬは、図２に示す構成の変調の部分が６４ＱＡＭ変調となる。また、平成 19 年度情報通信審議会答申（諮問第 2023 号「放送システムに関する技術的条件」のうち「放送事業用システムの技術的条件」）によると、変調波形のスペクトル帯域幅は、クロック周波数とロールオフ率で定まる。それらに加えて等価送信ろ波特性は、デジタル信号をＤＡ変換してアナログ波形に変換する際の高調波(3MHz 近辺)や、ＲＦ変換部で行う周波数変換でのローカルキャリアリーク（ＲＦ周波数±10.7MHz）を低減させるものとして、表２に示す値以上、減衰することが適当である。

表２　等価送信ろ波特性

周波数間隔	50kHz	150kHz	3MHz	10MHz
ろ波特性	37ｄＢ	48ｄＢ	48ｄＢ	60ｄＢ

（３）等価受信ろ波特性

等価受信ろ波特性は、隣接チャネル成分の低減を考慮し、表３に示す特性以上減衰することが適当であり、近隣周波数の回線状況に応じて必要な場合は、より鋭い特性のフィルタを用いることが望ましい。

表３　等価受信ろ波特性

周波数間隔	50kHz	150kHz	3MHz	10MHz
ろ波特性	37ｄＢ	48ｄＢ	48ｄＢ	60ｄＢ

参考資料１２

電波防護指針への適合性

ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬの電波防護指針（電波法施行規則第 21 条の３関係）への適合性について、以下のとおり検討を行った。

１．検討モデル

使用が想定されるＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬの構成のうち、電波防護指針の検討に際して最も厳しくなる諸元は、表１及び表２のとおり。

表１　ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬの諸元（60MHz 帯）

空中線電力：Ｐ	５Ｗ
空中線利得（８素子八木アンテナ）：Ｇ	20 倍（13ｄＢｉ）
アンテナから算出地点までの距離：Ｒ	10ｍ
反射係数：Ｋ （送信周波数が 76MHz 未満で大地反射を考慮した場合の値）	４

表２　ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬの諸元（160MHz 帯）

空中線電力：Ｐ	５Ｗ
空中線利得（８素子八木アンテナ）：Ｇ	20 倍（13ｄＢｉ）
アンテナから算出地点までの距離：Ｒ	10ｍ
反射係数：Ｋ （送信周波数が 76MHz 以上で大地反射を考慮した場合の値）	2.56

２．電波防護指針の基準値（通常用いる基準値）

周波数が 30MHz を超え 300MHz 以下の場合の基準値は、表３のとおり（平均時間６分間）。

表３　電波防護指針の基準値

電界強度の実効値：Ｅ（Ｖ／ｍ）	磁界強度の実効値：Ｈ（Ａ／ｍ）	電力束密度：Ｓ（ｍＷ／ｃｍ^2）
27.5	0.0728	0.2

３．計算結果

ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬの諸元に基づき、電界強度の実効値、磁界強度の実効値、電力束密度の値を計算した結果は、それぞれ以下のとおり。

（１）　電力束密度

電力束密度の値の基本算出式

$$S = \frac{PG}{40\pi R^2} \times K(mW/cm^2)$$

により、電力束密度を算出した結果は以下のとおり。

ア　60MHz 帯の場合

$$S = \frac{5 \times 20}{40\pi \times 10^2} \times 4 = 0.0318\ (mW/cm^2)$$

イ　160MHz 帯の場合

$$S = \frac{5 \times 20}{40\pi \times 10^2} \times 2.56 = 0.0204\ (mW/cm^2)$$

（２）　電界強度及び磁界強度

電力束密度、電界強度、磁界強度の相互換算式

$$S = \frac{E^2}{3700} = 37.7 \times H^2$$

により、電界強度及び磁界強度を算出した結果は以下のとおり。

ア　60MHz 帯の場合

$$E = \sqrt{3700 \times S} = 10.85\ (V/m)$$

イ　160MHz 帯の場合

$$E = \sqrt{3700 \times S} = 8.68\ (V/m)$$

ウ　60MHz 帯の場合

$$H = \sqrt{S \div 37.7} = 0.029\ (A/m)$$

エ　160MHz 帯の場合

$$H = \sqrt{S \div 37.7} = 0.023\ (A/m)$$

４．結論

ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬの設置場所は、屋外（放送の演奏所のある建物の屋上、放送の中継局のある山頂付近等）であり、計算結果の電力束密度、電界強度、磁界強度の値は、いずれも電波防護指針の基準値を満足することを鑑みれば、設置条件及び計算結果により、電波防護指針への適合については、特段問題ないものと考えられる。

ギャップフィラー作業班報告

６．１　ラジオのギャップフィラーに求めるイメージ

（１）難聴地域

ラジオのギャップフィラー（以下「ギャップフィラー」という）の利用される難聴地域のイメージは、図１に示すようにＡＭラジオ放送やＦＭラジオ放送等が法定電界強度を下回り、ラジオ受信機による聴取が困難となる地域であって、放送局による難聴対策が困難な極狭小な地域やこれらの地域が点在する場合にその対策として用いられる事を想定する。また、都市部においても地下街のラジオの不感地域やビル陰などの難聴地域も含むものと想定する。

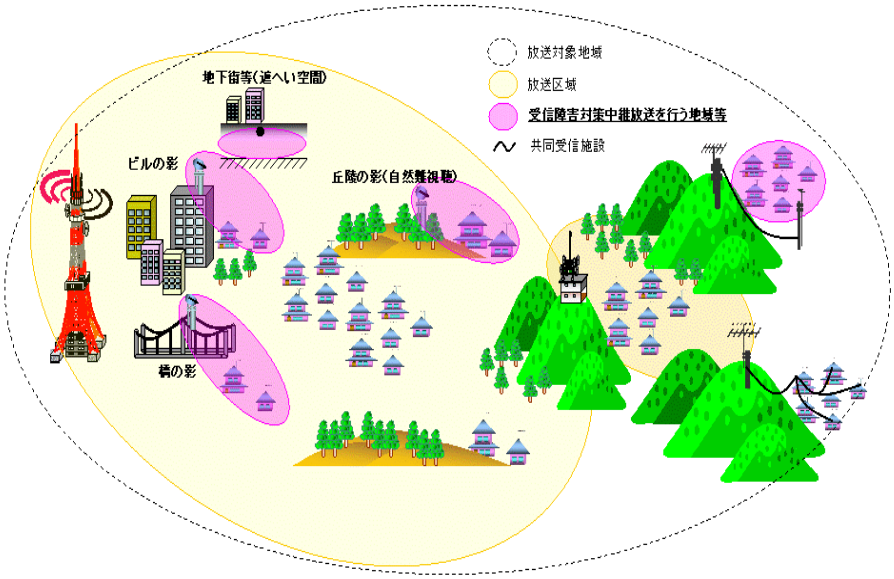


図 １　難聴地域のイメージ

（２）使用周波数

ギャップフィラーの使用する周波数は、早期に難聴対策が進められるよう周波数の国際調整が不要で、既に受信機が多く普及している、超短波（７６ＭＨｚから９５ＭＨｚ）の周波数を利用することとする。このため、ＦＭラジオ放送以外のラジオ放送は超短波の周波数に変換して放送することとする。

また、聴取者が移動しながら受信する場合にギャップフィラー等の放送区域が変わる度にチューニングの必要が無いよう聴取者の利便性を確保するため、ギャップフィラーの再放送に使用する周波数は、図２に示すように既存ＦＭラジオ放送局の放送周波数と同一の周波数による再放送を原則とする。

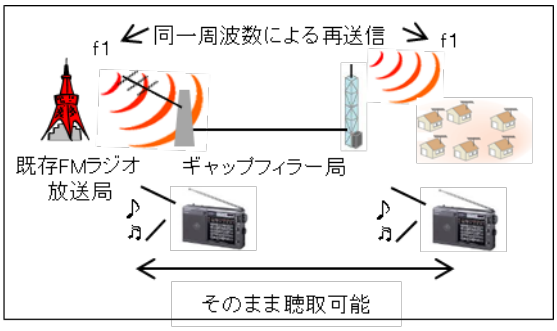


図 2　同一周波数による再送信のイメージ

（３）放送区域

ギャップフィラーの放送区域は、既存ＦＭラジオ放送局等の放送区域に必要な混信保護比を確保し、難聴地域を解消することとする。

なお、ビル陰などの難聴地域を解消するためにギャップフィラーと既存ＦＭラジオ放送局との放送区域の重複が避けられず、混信保護比が確保できないケースが想定され得る。この場合には、例外的にギャップフィラーの周波数は既存ＦＭラジオ放送局と異なる周波数により対策を行うこととする。

また、図３に示すように放送区域の範囲は地上デジタルテレビジョン放送のギャップフィラーと同程度の半径５００ｍから半径１０００ｍとすることとする。

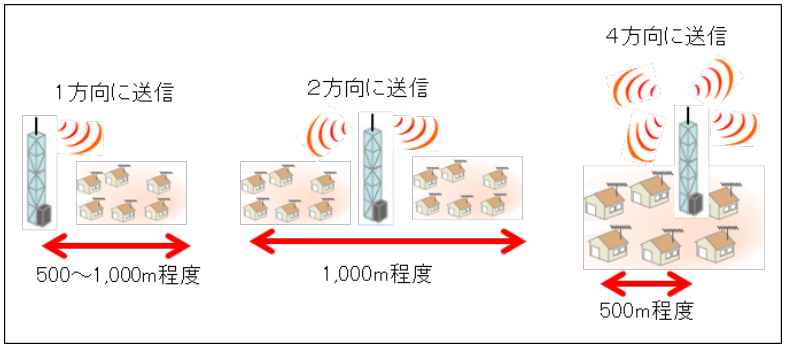


図 3　地上デジタルテレビのギャップフィラーの例

（４）無線設備等

ギャップフィラーは柔軟に難聴対策を行えるよう、放送事業者以外の者が開設できる受信障害対策中継を行う放送局※1とする。また、当該放送局は、放送事業者以外の者が容易に開設できるよう、無線局検査を省略できる技術基準適合証明※2の対象無線設備とするほか、放送局を操作する無線

従事者の選任を不要※3とする。

※1　受信障害対策中継放送とは、相当範囲にわたる受信の障害が発生している地上基幹放送（放送法第二条第十五号　の地上基幹放送をいう。）及び当該地上基幹放送の電波に重畳して行う多重放送（同条第十九号　の多重放送をいう。）を受信し、そのすべての放送番組に変更を加えないで当該受信の障害が発生している区域において受信されることを目的として同時にその再放送をする基幹放送のうち、当該障害に係る地上基幹放送又は当該地上基幹放送の電波に重畳して行う多重放送をする無線局の免許を受けた者が行うもの以外のものをいう。

※2　技術基準適合証明制度（技適制度）は、無線設備の技術基準への適合性等について、電波法令に基づき、登録証明機関が証明した適合表示無線設備で、次の様な効果が期待される。ギャップフィラーでは、「無線局開設の際の手続の簡略化」の効果を得ることとする。

・一定の条件を満たす無線局の免許が不要
・複数の無線局に対する包括的な免許を付与
・無線局開設の際の手続の簡略化
・登録局の申請が可能

※3　無線従事者の資格を要しない簡易な操作は、電波法第39条第1項に基づく制度であって、免許を要しない無線局の無線設備の操作、無線従事者の管理の下に行われるもの、又は 適合表示無線設備のみを使用するもので電波の質に影響を及ぼさないものの技術操作 等が電波法施行規則や告示された場合に限り、操作を行う無線局に対する無線従事者の選任が不要となる。

6．2　ギャップフィラーに求める機能

ギャップフィラーは複数のラジオ放送を一つの送信機から再放送可能なものとする。また、再放送を行える数は東京のＦＭラジオ放送局（ＮＨＫ－ＦＭ、ＦＭ東京、Ｊ－Ｗａｖｅ、インターＦＭ、放送大学、ＴＢＳラジオ、文化放送、ニッポン放送）の８社の他、コミュニティ放送１社を想定し、図４に示すように最大９波の電波を発射できるものとする。ただし、ＡＭ局をＦＭに変換する場合は既存のＦＭラジオ受信機で聴取可能とするため、現行規定の変調に関する技術基準を適用すること。

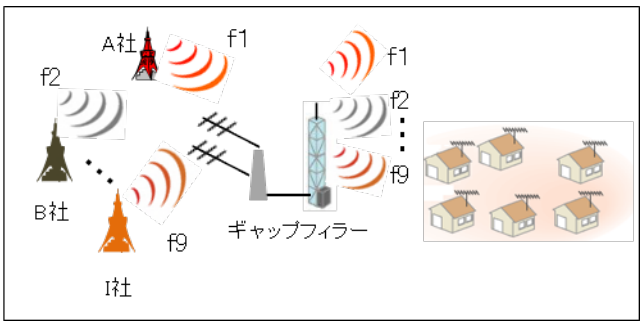


図 4　複数のラジオ放送の再送信のイメージ

６．３　検討モデル

（１）ギャップフィラーのシステムモデル

既存ＦＭラジオ放送局とギャップフィラーの周波数は難聴地域（放送区域を確保するために必要な所要電界強度を満たさない地域）において聴取者の利便性の確保の観点から、原則として同一周波数による再放送を行うこととし、既存ＦＭラジオ放送局の放送区域とは３６ｄＢ以上の混信保護比を確保するものとする。

また、狭小の難聴地域が連続し各送信点からの放送波が重複する場合は、各送信点の送信周波数を制御しなければ混信を生じるが、ＣＡＴＶ網（ダークファイバー）※では、放送波の搬送波等を精密に制御することが容易であるため、同期放送による放送も可能とする。

※　ギャップフィラーの受信機と送信機を接続する連絡線として専用に使用するもの。

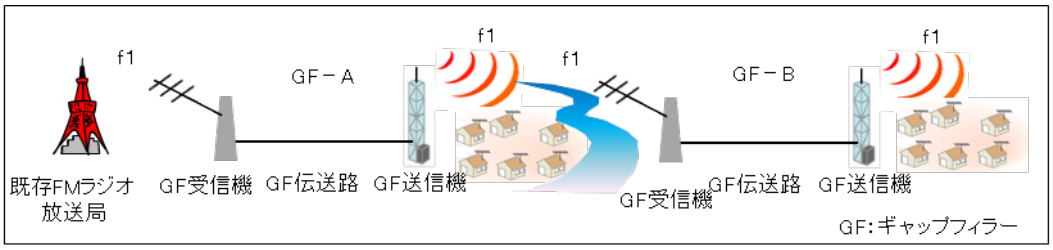


図　５　既存ＦＭラジオ放送局、ギャップフィラー同士の放送区域の重なりがない場合（双方に関わる条件はない）

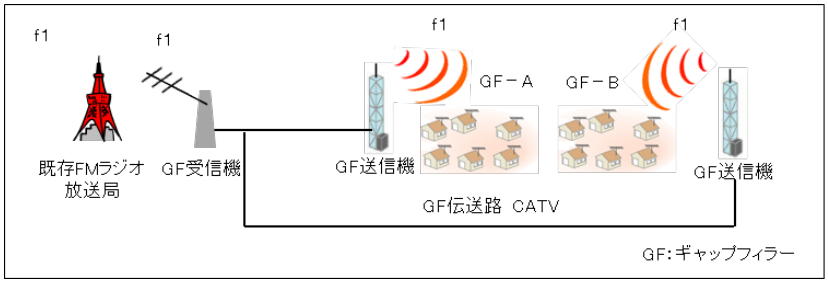


図 ６　ＣＡＴＶ網（ダークファイバー）を使用し
ギャップフィラー同士の放送区域の重なりがある場合
（双方に関わる条件がある）

（２）送受信モデル

ア　受信モデル

ギャップフィラーの利用形態として、農作業時などの屋外作業時における災害情報を含む情報提供を想定していることから、ラジオ受信機は作業台等の上に置かれて移動しない形態を基本とし、移動する場合であっても、その移動速度は比較的緩やかであることを想定する。このため、ギャップフィラーの放送区域の算定については、固定受信とし、ラジオ受信機の設置する高さを１ｍ程度として検討する。

イ　送信モデル

山間部にギャップフィラーを置局する場合、送信アンテナの設置が容易なパンザーマストに取り付けるものとし、その高さは１０ｍ程度とする。

また、都市部に設置するものは既存ＦＭラジオ放送局等の放送区域に障害を与えることなく、難聴地区の放送区域を適切に確保することを想定し、送信アンテナは他のビルによる遮蔽物の影響を受けない程度で極力低い位置に取り付けるものとし、その高さは１５ｍ程度とする。

６．４　技術的条件の検討

ギャップフィラーに用いられる技術的条件の検討に当たっては、昭和３６年電波技術審議会答申「新技術の開発によって実施にうつされる放送の実用化に必要な技術的条件」及び平成１０年度電気通信技術審議会答申「諮問第９２号ＦＭ放送局の置局に関する技術的条件」に示されるＦＭラジオ放送の実施に当たって必要とする技術的条件を前提とする。

（１）使用周波数

超短波放送用周波数である７６ＭＨｚから９５ＭＨｚまでの周波数を使

用するものとする。

また、ラジオ受信機はメーカーの商品企画の観点から選択度や忠実度を独自に設定される場合がある。例えば中間周波数の帯域が２００ｋＨｚから４００ｋＨｚのものが存在する。このため、ギャップフィラーから複数のラジオ放送を再放送する場合、現状のラジオ受信機の選択度や忠実度に関する性能に配慮するほか、有線テレビジョン放送施設の技術基準を参考とし、再放送する放送周波数の最小間隔は６００ｋＨｚ※とする。

※　有線テレビジョン放送の技術基準の元となった昭和４７年８月「有線テレビジョン放送施設に関する調査報告書」（財団法人電波技術協会有線テレビジョン技術調査委員会）別紙第３有線テレビジョン放送施設の周波数配列に有線ＦＭ放送について次のとおり求めている。

周波数間隔は、「６００ｋＨｚ以上とし、かつ、１０．５ＭＨｚから１０．９ＭＨｚの間隔にならないこと。」

（２）周波数偏差

ギャップフィラーの周波数偏差は、既存ＦＭラジオ放送局と同様に２０ｐｐｍ以内とする。また、同期放送を行う場合、送信点間の偏差は次のとおりとする。

ア　ＣＡＴＶ網（ダークファイバー）を活用し精密に同期放送を行う場合は、送信点相互の周波数偏差の目標は０Ｈｚとし、搬送波の周波数安定度についても同一とすること。

イ　その他の放送局が行う同期放送については、従来どおり２Ｈｚ以内とする。

（３）占有周波数帯幅

既存ＦＭラジオ放送局等の再放送することを目的とすることから、当該放送局の占有周波数帯幅と同一とする。また、ギャップフィラーから複数のラジオ放送を再放送する場合、占有周波数帯幅はその放送周波数毎に２００ｋＨｚとする。

（４）電波の型式

既存ＦＭラジオ放送局等の再放送を周波数変調方式で行うことから、当該放送局等に指定されている「Ｆ２Ｄ」、「Ｆ２Ｅ」、「Ｆ３Ｅ」、「Ｆ８Ｅ」、「Ｆ９Ｗ」の電波の型式を指定できるものとする。

（５）同期放送

図７「ギャップフィラー間の放送区域に発生する干渉エリアの例」に示すように、自局のギャップフィラーの送信点が複数有り、同一周波数により放送する場合であって放送区域が重なる場合（Ｄ／Ｕ＝０ｄＢ付近）は、同一周波数混信を避けるため、同期放送を行う必要がある。

同期放送を行うには、次のアからエの条件を前提とし表１「同期放送の技術的条件」とすることが適当である。

なお、実際の置局においては、同期放送による干渉エリアが人家や道路での受信評価を一層向上させる観点から、人家や道路に当該干渉エリアが掛からないよう設計に関し配慮を行うことが望ましい。

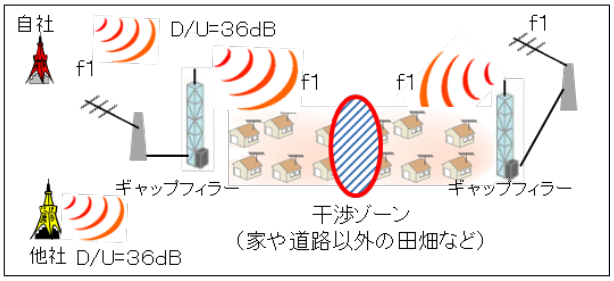


図　７　ギャップフィラー間の放送区域に発生する干渉エリアの例

表　１　同期放送の技術的条件

	放送区域の重なり※1		ギャップフィラー局間の同期放送の条件		
	既存ＦＭラジオ放送局	ギャップフィラー局	送信点間の周波数偏差	許容される遅延時間	Ｄ／Ｕ
ＣＡＴＶ網（ダークファイバー）を利用した複数の送信点があるギャップフィラー	無し	有り	同期※2	５μ秒未満	規定せず
				５μ秒以上～１０μ秒未満	６ｄＢ以上
				１０μ秒以上～２０μ秒未満	９ｄＢ以上
上記以外のギャップフィラー	無し	無し	－	－	－

※１　既存ＦＭラジオ放送局又は他のギャップフィラーとの混信保護比は３６ｄＢ以上必要

※２　送信点相互の周波数偏差の目標は０Ｈｚとし、搬送波の周波数安定度についても同一とすること。

【参考】

コミュニティ放送	－	送信点同士の重なり有り	２Ｈｚ以下	２０μ秒以下	１４ｄＢ以上

ア　同期放送を行う場合であっても、放送区域は既存ＦＭラジオ放送局と同様に場所率５０％以上、時間率５０％以上を確保するものとする。また、主観評価は、ＩＴＵ－Ｔ　Ｒｅｃ　Ｐ．８００「Methods for subjective determination of transmission quality」の基準３以上を確保するものとする。

ギャップフィラーの複数の送信点から発射された電波の強度が等しくなる付近（Ｄ／Ｕ=０ｄＢ）では、同一周波数が複数の経路をたどって受信点に到達するマルチパスによる受信劣化と同様に考えることができる。一般にマルチパスは電波の到達経路が時間的に変化することから、時間率で評価される事が多い。また、マルチパスはラジオ受信機の復調時に受信波形の歪として現れる。しかし、ギャップフィラーでＣＡＴＶ網（ダークファイバー）を活用する場合には各送信点から送信された電波の電界強度のレベルが等しくなる付近（Ｄ／Ｕ=０ｄＢ）の遅延時間を精密に調整することが可能であり、遅延時間を調節した場合は場所的に受信評価が良い場所、悪い場所が変動しないことから、マルチパスによる受信劣化は場所率として評価できる。このため参考資料１のとおり検討したところ、場所率は５０%以上確保できると認められる。

一方、時間率についてはギャップフィラーの放送区域が約１ｋｍ以内であることから電波の干渉によるディップ地点は存在するものの電界強度は強く安定していることから時間的な変動は少ないと考えられ、時間率は５０%以上確保可能と認められる。

イ　平成９年６月「ＦＭ同期放送技術の研究開発報告書」に複数の送信点から到来する電波の電界強度の割合（ここでは「Ｄ／Ｕ」で表すものとする）と遅延時間に関する評価が図８「遅延時間と混信保護比」に示されているが、Ｄ／Ｕ＝０ｄＢ付近については評価が行われていない。

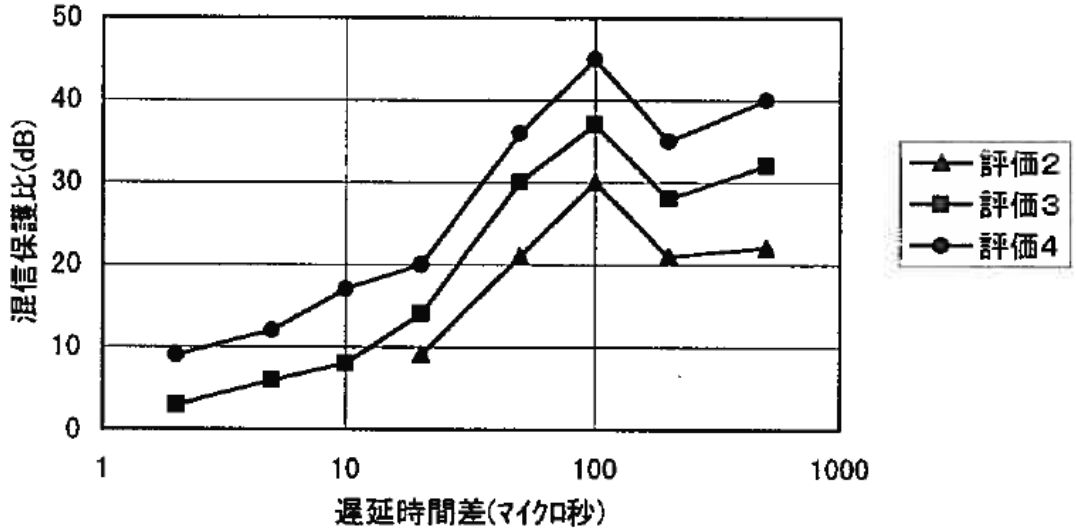


図８　遅延時間と混信保護比
（クロス電界強度７４ｄＢピアノ）

ＣＡＴＶ網（ダークファイバー）を用いて精度良い同期放送を行う場合を想定すると、Ｄ／Ｕ＝０ｄＢにおいても遅延時間の許容範囲を検討しておく必要があることから、参考資料２のとおり追加実験を行った。

その結果は、図９「Ｄ／Ｕ＝０ｄＢの主観評価」となっており、到来する電波の電界強度がＤ／Ｕ＝０ｄＢで遅延時間０μ秒の場合、ラジオ受信機での主観評価は次のグラフのとおりほぼ４であり、聴取可能な基準値である主観評価３以上を確保している。

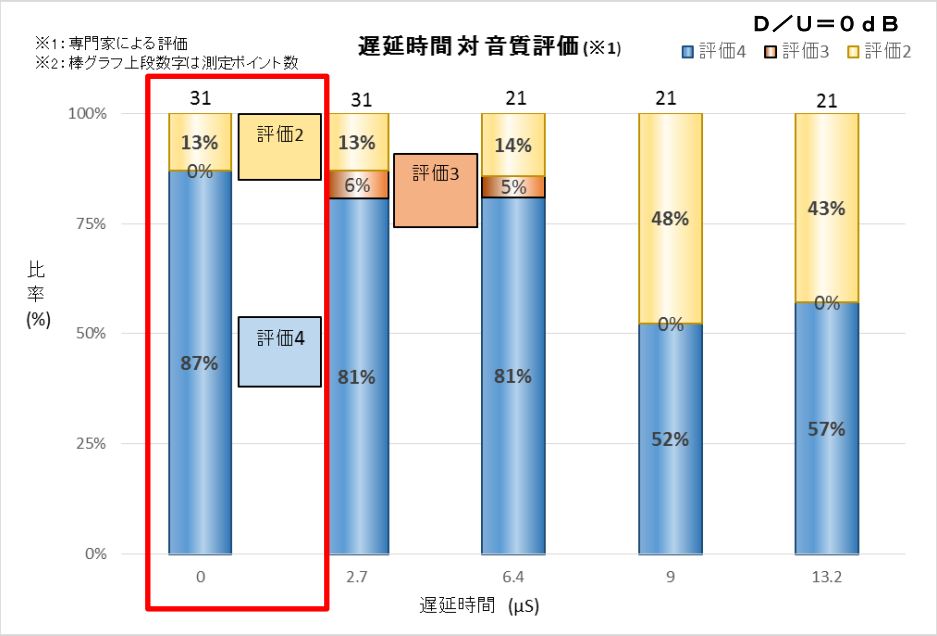


図９　Ｄ／Ｕ＝０ｄＢの主観評価

このため、平成９年６月の報告書の評価に「遅延時間０～５μ秒における主観評価３以上の混信保護比は６ｄＢ以下」を加え、次のとおり同期放送の条件とする。

遅延時間が２０μ秒以下であれば各送信点からのＤ／Ｕが１４ｄＢ以上で主観評価３以上の受信ができる。また、精密な周波数制御により同期放送を行う場合、遅延時間が１０μ秒以上２０μ秒未満であればＤ／Ｕが９ｄＢ以上、５μ秒以上１０μ秒未満であればＤ／Ｕが６ｄＢ以上で主観評価３が得られ、さらに、遅延時間が５μ秒未満であればＤ／Ｕが０ｄＢ以上の領域でも主観評価３を得られる。

ウ　同期放送を行う場合であっても、既存ＦＭラジオ放送局と同様に放送区域内の受信品質は主観評価３以上とし、その場合の受信機は平成１０年度

電気通信技術審議会答申「諮問第９２号　ＦＭ放送局の置局に関する技術的条件」に基づき表２「ＦＭ放送評価用の受信機及び受信空中線の新規格」の性能とする。

表２　ＦＭ放送評価用の受信機及び受信空中線の新規格

Ⅰ受信機

規格項目	規格値等
１　受信機の種類	ラジカセ
２　外部空中線入力端子の有無 　インピーダンス	有 ７５Ω　不平衡
３　中間周波数	１０．７ＭＨｚ
４　局部発信周波数	マイナス側
５　局発信周波数の漂動	１０ｋＨｚ以内
６　－３ｄＢリミティング感度	２０ｄＢμＶ以下
７　感度差	３ｄＢ以内
８　実効選択度特性	±２００ｋＨｚ：－５ｄＢ ±４００ｋＨｚ：－４５ｄＢ
９　信号対雑音比を想定したときの所要最小入力 　３０ｄＢ感度 　４５ｄＢ感度 　５０ｄＢ感度 　５０ｄＢステレオ感度	 １５ｄＢμＶ以下 ２０ｄＢμＶ以下 ２５ｄＢμＶ以下 ４０ｄＢμＶ以下
１０　左右分離度	１００Ｈｚから１０ｋＨｚにわたり、２０ｄＢ以上
１１　２信号スプリアスレスポンス	希望入力レベル－６０ｄＢｍのとき－３０ｄＢ以下（目標値－５０ｄＢ以下）
１２　ＲＦ相互変調妨害比	±４００ｋＨｚ：５２ｄＢ以上 ±８００ｋＨｚ：５５ｄＢ以上
１３　キャップチャレシオ	２ｄＢ

Ⅱ　受信空中線

規格項目	規格値等
１　空中線の種類及び設置場所	受信機一体型空中線。屋外地上高２ｍ（一般家庭の１階の放送局送信所側の窓際に設置する場合に相当）

２　相対利得（ダイポール比）	０ｄＢ
３　指向性	考慮しない
４　偏波面	考慮しない

エ　コミュニティ放送の同期放送については、平成１０年度電気通信技術審議会答申「諮問第９２号　ＦＭ放送局の置局に関する技術的条件」に基づき、送信点間については、これまでと同様に次の技術的条件とする。

「相互にＦＭ同期放送の関係にある放送局は、同時に同一番組を放送するものであって、かつ、その搬送波周波数の差及び最大周波数偏移（変調器）の差がそれぞれ２Ｈｚ及び１ｋＨｚを超えないこととすべきである。」

（６）ギャップフィラーの受信性能

ア　受信レベル

既存ＦＭラジオ放送局の電波を４８ｄＢμＶ／ｍ以上の電界強度で受信できるよう受信アンテナの利得、安定した放送波が受信できる設置場所の確保等を行うこと。

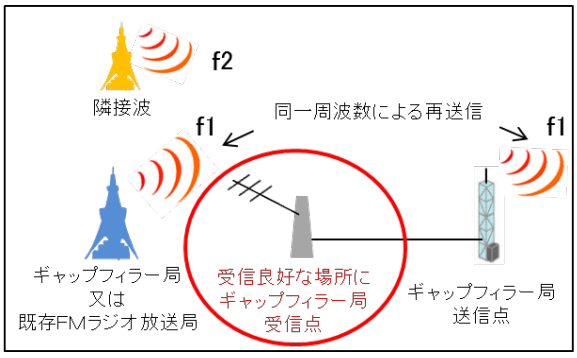


図１０　安定した受信場所確保の例

イ　ギャップフィラーの受信点における放送波近傍の受信レベル

ギャップフィラーは非再生中継方式により中継を行うため、放送波に隣接する他の放送周波数も併せて再放送することが想定される。

このため、ギャップフィラーの受信点における受信電波から不要な隣接放送周波数を受信しないよう、受信アンテナの位置や利得等の調整や地形等による遮蔽等を活用し、（１１）スプリアス発射又は不要発射の強度の許容値を超えないようにしなければならない。このため、当該許容値を確保できない場合は再放送を行ってはならない。

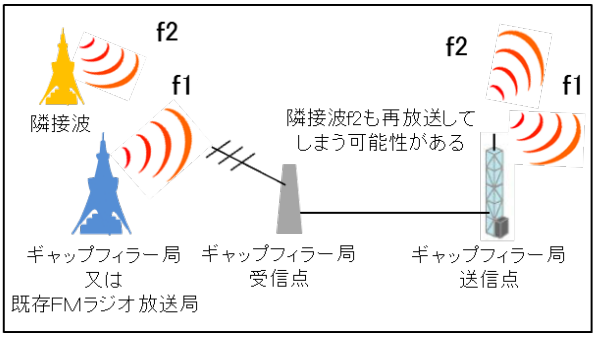


図１１　隣接波も再送信してしまう例

（７）空中線電力

平成１０年度電気通信技術審議会答申「諮問第９２号　ＦＭ放送局の置局に関する技術的条件」に定めるＦＭ放送評価用の受信機の最小受信感度はＳ／Ｎ＝３０ｄＢ（モノラル）であるが、実際には都市雑音を含んだ検討が必要であり、同答申の中で検討が行われている。

検討結果としては、図１２「信号対雑音比に対する主観評価」のように主観評価３を得るにはＣ/Ｎ＝約２６ｄＢ必要としており、放送波の電界強度が４９ｄＢμＶ/ｍ程度（０．２８ｍＶ/ｍ）必要との見解が示されている。

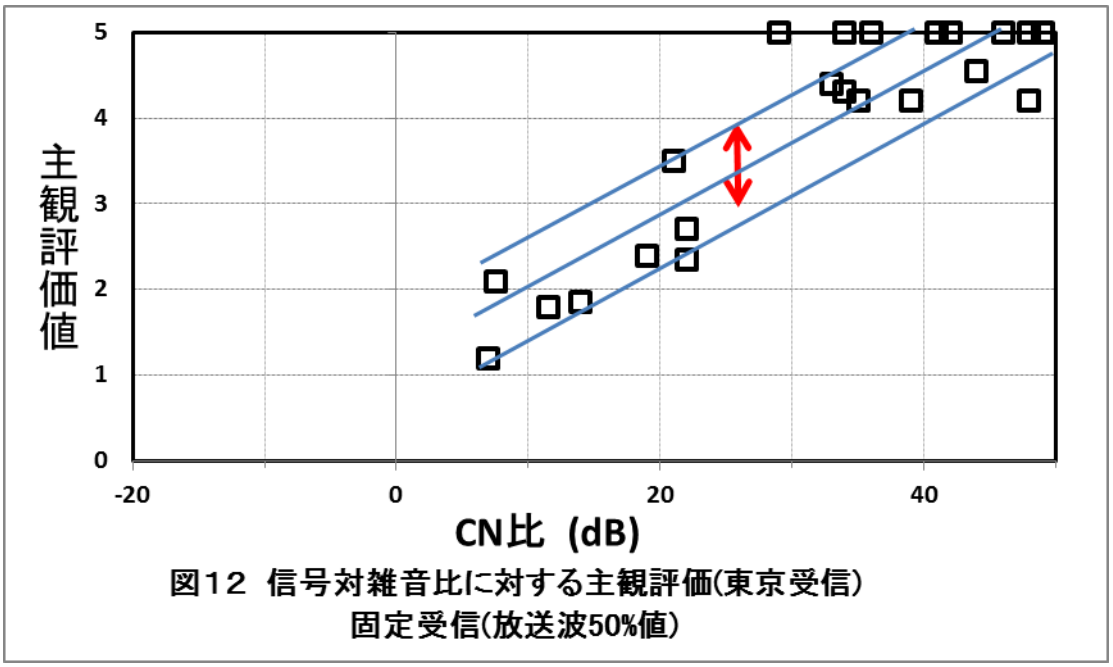


図12 信号対雑音比に対する主観評価(東京受信)
固定受信(放送波50%値)

このため、ギャップフィラーとラジオ受信機との回線設計においては、４．４　検討モデル（２）送受信モデルに基づき、送信アンテナ高を山間部では１０ｍ、中核都市部では１５ｍ。また、受信アンテナ高は１ｍとして

検討を行うこととした。

また、受信品質としては、ラジオ受信機が主観評価３程度で聴取可能であり、放送区域として最も小さな所要電界強度である４８ｄＢμＶ／ｍを得る空中線電力を算定することとし、次のとおり検討を行った。

なお、１ｍの受信高と４ｍの受信高の電界強度の差については、参考資料２に示すとおり実験結果から１０ｄＢあるので回線設計において補正を行うこととした。

表３　山間部回線設計

山間部回線設計　※90MHz

中継局設備分

	受信波の中継段数等	—	中継局(1段目)	中継局(2段目)	中継局(1段目)	中継局(2段目)	
1	受信信号のC/N	dB	48.00	34.69	48.00	34.69	基幹放送局の送信信号のS/Nは55dB以上(モノラル100%変調)から、FM変調による改善度をステレオ70%変調で考えると7.4dBの改善となるが、C/Nに置き換えると47．6dB以上となり、これを切り上げて48dBとした。
2	受信電界強度	dBμV/m	48.0	48.0	48.0	48.0	フリンジエリア48dBμ/mエリアで受信を想定
3	フェージング損失	dB	3.0	0.0	3.0	0.0	送信局→中継局(1段目) ITU-R Rec P.1546-2より [100MHz、送信高150m、送受信間距離50km、50%→99%]、中継局(1段目)→中継局(2段目) ITU-R Rec P.1546-2より [100MHz、送信高10m、送受信間距離1km、50%→99%]
4	受信空中線利得	dBd	5.5	5.5	5.5	5.5	八木式5素子アンテナ
5	フィーダ損失	dB	0.6	0.6	0.6	0.6	ケーブルロス(S5CFB 10m)
6	受信電力	dBm	−64.4	−61.4	−64.4	−61.4	
7	前置増幅器雑音指数	dB	3.0	3.0	3.0	3.0	プリアンプ雑音指数
8	中継機雑音電力:Nr	dBm	−117.8	−117.8	−117.8	−117.8	kBTo*NF　(K:ボルツマン定数、B:200KHz、To:300k)
9	外来雑音電力:No	dBm	−100.0	−100.0	−100.0	−100.0	ITU-R Rec P.372-9より 郊外の[都市雑音(Residential)　−102.5dBm/200kHzを適用]
10	上位局信号の雑音電力	dBm	−109.4	−93.1	−109.4	−93.1	(6)−(1)+(7)
11	全受信雑音電力	dBm	−99.5	−92.3	−99.5	−92.3	(8)+(9)+(10)
12	中継機入力のC/N	dB	35.1	30.9	35.1	30.9	(6)−(11)
13	中継機単体のC/N	dB	45.0	45.0	45.0	45.0	
14	送信出力信号のC/N	dB	34.7	30.7	34.7	30.7	(12)+(13)
電波伝搬路			500m地点		1,000m地点		
15	送信機出力	mW	15.8	15.8	250.0	250.0	
16	送信空中線利得	dBd	3.5	3.5	3.5	3.5	指向性アンテナ(八木式3素子)
17	ERP	mW	35.4	35.4	559.7	559.7	(15)*(16)
18	伝搬損失	dB	76.0	76.0	88.0	88.0	平面大地反射モデル(送信空中線高10m、受信空中線高4m)で500mと1000m地点での減衰量
19	受信空中線入力電力	dBm	−58.4	−58.4	−58.4	−58.4	
20	電界強度	dBμV/m	58.0	58.0	58.0	58.0	地上高4m
受信端末							
21	受信電界強度	dBμV/m	58.0	58.0	58.0	58.0	放送エリア(アンテナ高4m)
22	フェージング損失	dB	0.0	0.0	0.0	0.0	ITU-R Rec P.1546-2より [100MHz、送信高10m、送受信間距離1km、50%→99%]
23	地上高1.0m換算	dB	−10.0	−10.0	−10.0	−10.0	技術実証実験よりアンテナ高4m⇒1mの換算値を−10dBとした
24	地上高1.0mでの電界強度	dBμV/m	48.0	48.0	48.0	48.0	(21)+(23)

ラジオ受信機の受信点において48dBμV/mの電界強度を得る条件で空中線電力の検討を行った。
放送区域1,000m(アンテナ高1m、48dBμV/m)を確保するには、空中線電力250mWが必要。

表４　中核都市部回線設計

中核都市部回線設計　※90MHz

中継局設備分

	受信波の中継段数等	—	中継局（1段目）	中継局（2段目）	中継局（1段目）	中継局（2段目）	
1	受信信号のC/N	dB	48.00	39.60	48.00	39.60	基幹放送局の送信信号のS/Nは55dB以上（モノラル100%変調）から、FM変調による改善度をステレオ70%変調で考えると7.4dBの改善となるが、C/Nに置き換えると47．6dB以上となり、これを切り上げて48dBとした。
2	受信電界強度	dBμV/m	60.0	60.0	60.0	60.0	フリンジエリア60dBμ/mエリアで受信を想定
3	フェージング損失	dB	3.0	0.0	3.0	0.0	送信局→中継局(1段目）ITU-R Rec P.1546-2より［100MHz、送信高150m、送受信間距離50km、50%→99%］、中継局(1段目)→中継局(2段目）ITU-R Rec P.1546-2より［100MHz、送信高10m、送受信間距離1km、50%→99%］
4	受信空中線利得	dBd	5.5	5.5	5.5	5.5	八木式5素子アンテナ
5	フィーダ損失	dB	0.6	0.6	0.6	0.6	ケーブルロス(S5CFB 10m)
6	受信電力	dBm	−52.4	−49.4	−52.4	−49.4	
7	前置増幅器雑音指数	dB	3.0	3.0	3.0	3.0	プリアンプ雑音指数
8	中継機雑音電力:Nr	dBm	−117.8	−117.8	−117.8	−117.8	kBTo*NF （K:ボルツマン定数、B:200KHz、To:300k）
9	外来雑音電力:No	dBm	−95.7	−95.7	−95.7	−95.7	ITU-R Rec P.372-9より郊外の[都市雑音(City) −98.15dBm/200kHzを適用]
10	上位局信号の雑音電力	dBm	−97.4	−86.0	−97.4	−86.0	(6)−(1)+(7)
11	全受信雑音電力	dBm	−93.5	−85.5	−93.5	−85.5	(8)+(9)+(10)
12	中継機入力のC/N	dB	41.1	36.2	41.1	36.2	(6)−(11)
13	中継機単体のC/N	dB	45.0	45.0	45.0	45.0	
14	送信出力信号のC/N	dB	39.6	35.6	39.6	35.6	(12)+(13)
電波伝搬路			500m地点		610m地点		
15	送信機出力	mW	110.0	110.0	250.0	250.0	
16	送信空中線利得	dBd	3.5	3.5	3.5	3.5	指向性アンテナ（八木式3素子）
17	ERP	mW	246.3	246.3	559.7	559.7	(15)*(16)
18	伝搬損失	dB	72.5	72.5	76.0	76.0	平面大地反射モデル（送信空中線高15m、受信空中線高4m）で500mと610m地点での減衰量
19	受信空中線入力電力	dBm	−46.4	−46.4	−46.4	−46.4	
20	電界強度	dBμV/m	70.0	70.0	70.0	70.0	地上高4m
受信端末							
21	受信電界強度	dBμV/m	70.0	70.0	70.0	70.0	放送エリア（アンテナ高4m）
22	フェージング損失	dB	0.0	0.0	0.0	0.0	ITU-R Rec P.1546-2より［100MHz、送信高10m、送受信間距離1km、50%→99%］
23	地上高1.0m投算	dB	−10.0	−10.0	−10.0	−10.0	技術実証実験よりアンテナ高4m⇒1mの換算値を−10dBとした
24	地上高1.0mでの電界強度	dBμV/m	60.0	60.0	60.0	60.0	(21)+(23)

ラジオ受信機の受信点において60dBμV/mの電界強度を得る条件で空中線電力の検討を行った。
放送区域1,000m（アンテナ高1m、60dBμV/m）は250mWでは確保できないが、約500mの放送区域の確保が可能であるので、空中線電力を最大250mWとする。

以上のことから、山間部において４８ｄＢμＶ／ｍの放送区域を半径１０００ｍの範囲で確保するには、１つの放送周波数あたり２５０ｍWの空中線電力が必要である。一方、空中線電力２５０ｍWでは、中核都市部において６０ｄＢμＶ／ｍの放送区域を半径５００ｍの範囲で確保することが可能であったが、半径１０００ｍの範囲で確保できなかった。放送区域を半径１０００ｍの範囲で確保するには、ギャップフィラーの空中線電力の増力が考えられるが、６０ｄＢμＶ／ｍ以上の電界強度が必要となる都市部や中核都市部で空中線電力を増力すると他の既存ＦＭ放送局等に対する混信発生の機会の増加が懸念される。

このため、６０ｄＢμＶ／ｍ以上の電界強度が必要となる都市部や中核都市部等の放送区域に存在する難聴地区の対策としては、複数の送信点を緻密に配置し難聴地域を細かく解消するものとし、ギャップフィラーの空中線電力は１つの放送周波数あたり２５０ｍW以下とする。

（８）空中線電力の許容偏差

放送局が運用する従来中継局は、一つの放送周波数を受信し、当該周波数のみを再放送する機器構成となっている。このため、空中線電力は当該

一つの放送周波数を適正レベルに増力している。この場合、出力となる空中線電力を検出して調整が行われるので、偏差が少ない空中線電力を得ることが可能となっている。

一方、ギャップフィラーでは複数の放送周波数を一括して再放送するＭＣＰＡ※（複数波同時増幅器）方式であるため、従来の中継局の様に放送周波数毎に空中線電力を調整することは困難であり、空中線電力の偏差を現行技術基準にすることは難しいが、ギャップフィラーが閉鎖的で狭小な区域を対象にしており、空中線電力も２５０mW以下と小さいことを考慮すると、空中線電力の偏差は±５０％以内とすることが適当と認められる。

※ MCPA方式で複数の放送周波数を同時に放送する場合、中継機器内では放送周波数毎にフィルターで信号を抽出し、レベル調整を行い、最終的に電力増幅部の前段で混合され、電力増幅部では出力制御を全放送周波数の総合電力に対し行うが、混合時に放送周波数毎の周波数特性や温度特性など多くの要因で放送周波数毎の空中線電力に偏差が生じ、従来中継放送局に対して許容偏差が大きいといった特徴がある。

（９）混信保護

ＦＭラジオ放送局の使用周波数は、従来の７６ＭＨｚから９０ＭＨｚまでの周波数に加え９０ＭＨｚから９５ＭＨｚに拡大したことや新たな放送として９９ＭＨｚから１０８ＭＨｚにマルチメディア放送の放送開始に向けて様々な取組が進められていることから、こうした周波数利用の拡大に伴う影響周波数の範囲が課題となる。

混信関係において影響を及ぼす周波数帯域が最も広くなるものとして相互変調積が考えられる。最大となる相互変調積は７６ＭＨｚのＦＭラジオ放送局と１０８ＭＨｚのマルチメディア放送の最高周波数との周波数差で発生する混信であり、この場合、放送帯域の上下端から３２ＭＨｚ幅にある表５「ＦＭ放送等の混信検討対象周波数」に示す無線システムが影響を受ける可能性がある。

表５　ＦＭラジオ放送等の混信検討対象周波数

周波数帯（ＭＨｚ）	割当業務	備考
４４－５０	移動業務	
５０－５４	アマチュア業務	
５４－７４．８	移動又は固定業務	
７４．８－７５．２	航空無線航行業務	
７５．２－７６	移動業務	音声アシスト用無線電話用特定小電力無線局
７６－１０８	放送業務	９９ＭＨｚから１０８ＭＨｚはマルチメディア放送
１０８－１１７．９７５	航空無線航行業務	
１１７．９７５－１３７	航空移動業務	
１３７－１３８	移動衛星業務等(宇宙から地球)	
１３８－１４２	航空移動業務	

感度抑圧や相互変調積による混信を発生する現象を参考資料３のとおり実験を行った。その結果、表６「ラジオ受信機が混信を起こす電界強度のレベル」に示す強電界強度となる地域において混信を与えることが分かった。

表６　ラジオ受信機が混信を起こす電界強度のレベル

マルチメディア放送の有無	受信機入力のＦＭ波数	受信機入力電力（ｄＢｍ）	電界強度（ｄＢμＶ／ｍ）※		
			７６ＭＨｚ	８０ＭＨｚ	８８ＭＨｚ
無し	１から２	１８	１００	１００	１０１
	３から７	１９	９９	９９	１００
	８	２３	９５	９５	９６
有り	１から４	１９	９９	９９	１００
	５から７	２０	９８	９８	９９
	８	２４	９４	９４	９５

※電界強度は、受信機入力電力の条件で受信空中線をロッドアンテナ（－５ｄＢ）とした場合であり、当該電力から周波数別に値を換算により算出。

これは昭和３７年度電波技術審議会答申「新技術の開発によって実施にうつされる放送の実用化に必要な技術基準」で考慮すべき放送局の近傍を９０ｄＢμＶ／ｍ以上の範囲としており、これとも合致しており感度抑圧や相互変調積が発生する検討範囲については、これまでと同様とすることが適当と考えられる。

なお、実験は、表５「ＦＭラジオ放送等の混信検討対象周波数」にある無線業務全ての受信機について実験を行うことはできず選択度の向上やフィルターの搭載が難しいことから、最も相互変調積による混信を受け易いラジオ受信機を最悪条件として実験した。

表７　ラジオ受信機の例と特徴

受信機の種類	強電界の性能	受信形態	受信高	アンテナ	アンテナ利得	備　考
カーステレオ	強い	移動	地上高2m	車載ｱﾝﾃﾅ（屋外）	0～−8dB程度	
ステレオセット	強い	固定	地上高4m	外部ｱﾝﾃﾅ（屋内外）	10～−5dB程度	
ラジカセ	弱い	固定	地上高4m	ﾛｯﾄﾞｱﾝﾃﾅ（屋内）	0～−15dB程度	特に注意が必要
携帯ラジオ	弱い	移動	地上高2m	ｲﾔﾎﾝｱﾝﾃﾅ（屋内外）	−5～−20dB程度	

ア　感度抑圧及び相互変調積による混信

最大空中線電力２５０ｍWのギャップフィラーにおいて感度抑圧や相互変調積による放送業務、移動衛星業務等、移動業務、固定業務及びアマチュア無線業務への混信の影響範囲は、図１３「ギャップフィラーの近傍電界強度（試算）」のとおり９０ｄＢμＶ／ｍを超える強電界地域は送信アンテナから５ｍ以内に限られ、表５「ＦＭラジオ放送等の混信検討対象周波数」の無線局がギャップフィラーの送信アンテナから５ｍ以下に存在することは無いと考えられることから、感度抑圧や相互変調積による混信の可能性は無いものと考えられる。

$$E = \frac{7\sqrt{GP}}{d}$$

強電界となる地域はギャップフィラーの送信アンテナの至近距離近傍と考えられるので検討に際しては、自由空間伝搬で検討した。

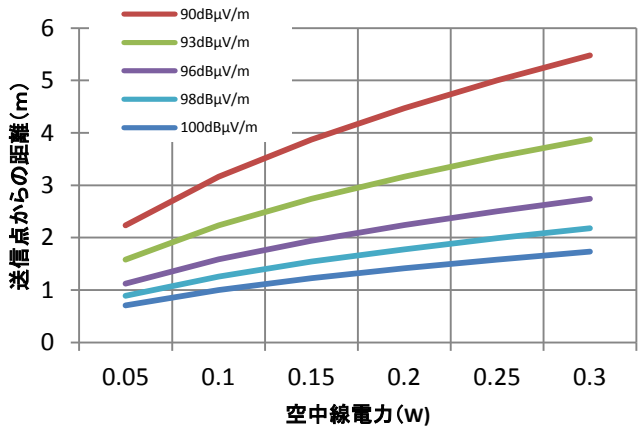


図13　ギャップフィラーの近傍電界強度（試算）

一方、航空無線航行業務、航空移動業務に対する混信は、対象無線局の受信機が全世界の航空機となり混信対策を行うことは困難であることから、ＩＴＵ－Ｒ　ＳＭ.１００９-１※に従って検討した。

検討の結果は、参考資料４のとおりであり、ギャップフィラーを起因とする混信は、他の無線業務と同様に混信の可能性は無いと考えられる。

※　Recommendation ITU-R SM.1009-1(10/1995)（参考資料５）
Compatibility between the soundbroadcastingservice in the bandof about 87-108 MHz and theaeronautical services in theband 108-137 MHz

イ　他の無線システムに対する隣接チャンネル妨害

ＦＭラジオ放送局の使用周波数の下限に最も近い周波数を使用する無線局として、２００ｋＨｚ離れの音声アシスト用無線電話用特定小電力無線局がある。

ａ　音声アシスト用無線電話用特定小電力無線局

音声アシスト用無線電話用特定小電力無線局は視覚障害者への外出時における情報提供手段として７５．８ＭＨｚ、１０ｍWの無線システムを使って歩行者支援を行う無線局（以下「音声アシスト無線」という）である。

平成１２年度電気通信技術審議会答申「諮問第１１４号 電波を使用する音声アシスタントシステムの技術的条件」を検討するにあたり、参考資料６「高齢者・障害者等に優しいアシストシステムの評価研究報告書（別冊資料集）抜粋」のとおり調査を実施しており、放送電波の電界強度が９０ｄＢμＶ／ｍ程度の場合、音声アシスト無線から６ｍ以内では当該無線局からの電波の受信に妨害を受けないと評価されている。また、放送区域が最小の電界強度となる４８ｄＢμＶ／ｍのフリンジにおいても与干渉は無いと評価されている。

以上の条件から、ギャップフィラーによる与干渉は、送信アンテナ高が柱上１０ｍ、最大空中線電力２５０ｍWの場合、強電界となる近傍は送信アンテナから５ｍ以内の距離となり、強電界となるエリアに歩行者がいないため、音声アシスト無線に対し混信を与える可能性は無いものと考えられる。また、ギャップフィラーに対する被干渉も放送区域のフリンジで４８ｄＢμＶ／ｍの電界強度を確保しており、上記答申のとおり特段の支障は無いものと考えられる。

ｂ　マルチメディア放送

マルチメディア放送とギャップフィラーとの混信検討については、平成２１年度情報通信審議会答申「諮問第２０２３号　放送システムに関する技術的条件のうち携帯端末向けマルチメディア放送方式の技術的条件」に基づき参考資料７の混信保護比に関して検討を行った。

マルチメディア放送の中継局からの被干渉（隣接）については、表８「マルチメディア放送からギャップフィラーへの隣接チャンネルの影響」に示すとおり、マルチメディア放送を行う送信所付近では、その影響が避けられない。このため、ギャップフィラーの置局にあたっては、マルチメディア放送の置局を十分に検討する必要がある。

なお、ギャップフィラーが閉鎖的で狭小な難聴地域の放送区域を対象としていることを考慮すると、マルチメディア放送が強電界強度となる大都市部においてギャップフィラーを置局する可能性は極めて低いと考えられる。

表８　マルチメディア放送からギャップフィラーへの隣接チャンネルの影響

ガードバンド	０．４５７ＭＨｚ	４．１７１ＭＨｚ	６．１７１ＭＨｚ	１２．１７１ＭＨｚ
混信保護比（９セグメント）	－９ｄＢ以上	－１６ｄＢ以上	－２０ｄＢ以上	－２５ｄＢ以上
ギャップフィラーのＥＲＰ（Ｄ）	－６ｄＢＷ（２５０ｍＷ）			
マルチメディア放送のＥＲＰ（Ｕ）	３ｄＢＷ以下（２Ｗ）	１０ｄＢＷ（１０Ｗ）	１４ｄＢＷ（２５Ｗ）	１９ｄＢＷ（７９Ｗ）

一方、ギャップフィラーからマルチメディア放送への与干渉については、表９のとおり混信を与える可能性は無いものと認められる。

表９　ギャップフィラーからマルチメディア放送への与干渉

ガードバンド	０．４５７ＭＨｚ
混信保護比（９セグメント）	－３６．５ｄＢ以下
ギャップフィラーのＥＲＰ（Ｕ）	－６ｄＢＷ（２５０ｍＷ）
マルチメディア放送のＥＲＰ（Ｄ）	－４２．５ｄＢＷ以上（０．０６ｍＷ）

ウ　航空機緊急遭難周波数に対する混信妨害

平成１０年度電気通信技術審議会答申「諮問第９２号　ＦＭ放送局の置局に関する技術的条件」に基づき、ギャップフィラーにおいても８０．８

ＭＨｚから８１．２ＭＨｚの周波数は使用しないこと。

エ　既存ＦＭラジオ放送局との混信

平成１０年度電気通信技術審議会答申「諮問第９２号　ＦＭ放送局の置局に関する技術的条件」に基づき次に示すＦＭ放送局間の混信保護比を確保することが適当と認められる。

ａ　自局、ＦＭラジオ放送局の放送区域の全ての地点において、次の混信保護比を確保すること

周波数差（ｋＨｚ）	０	１００	２００	３００	４００
混信保護比（ｄＢ）	３６	３３	７	－１０	－２５

ｂ　ＦＭラジオ放送局（ギャップフィラーへの被干渉は除く。）が放送波中継を行う場合、中継局の受信点において次の混信保護比を確保すること。ただし、混信保護比の確保にあたっては、中継局の受信空中線の指向性、偏波面を考慮する他、中継局の受信設備の干渉除去のための性能も十分考慮すること。

周波数差（ｋＨｚ）	０	１００	２００	３００	４００	５００	６００	７００	８００
混信保護比（ｄＢ）	６０	５５	４０	１０	－２０	－３０	－４０	－５０	－６０

ｃ　ギャップフィラーは非再生中継方式による放送を行うことから、ＦＭラジオ放送局の放送波中継の受信と同様に他の放送局からの妨害を排除するための混信保護比が必要であるが、ギャップフィラーは局所的に狭小なラジオ難聴地域を解消するため、空中線電力も２５０ｍW以下と限定されている。

このため、再放送を行う電波に隣接する電波の受信電力がギャップフィラーに入力された際に、空中線電力でスプリアス発射及び不要発射の基準レベルを超えないよう現行規定を緩和することが望ましいことから、次のとおり検討した。

（ａ）放送波の受信電力とスプリアス発射及び不要発射の強度との関係

空中線電力１W以下の放送局における不要発射の規定は、帯域外領域

の±５００ｋＨｚ以内で１００μＷ（－１０ｄＢｍ）以下であるので、受信空中線での受信電力の差が空中線電力の出力にそのまま反映されるとした場合、ギャップフィラーの最大空中線電力は２５０ｍＷ（２４ｄＢｍ）のため、帯域外領域の不要発射を満足する受信点での再放送する電波と隣接する電波のレベルの差は３４ｄＢ（２４ｄＢｍ－（－１０ｄＢｍ））以上必要となる。この値はギャップフィラーの空中線電力により変動し以下の図１４「空中線電力と隣接レベル」や式１で求められ、仮に空中線電力が１０ｍWの場合には再放送の電波に対し２０ｄＢ以上レベル差が必要となる。

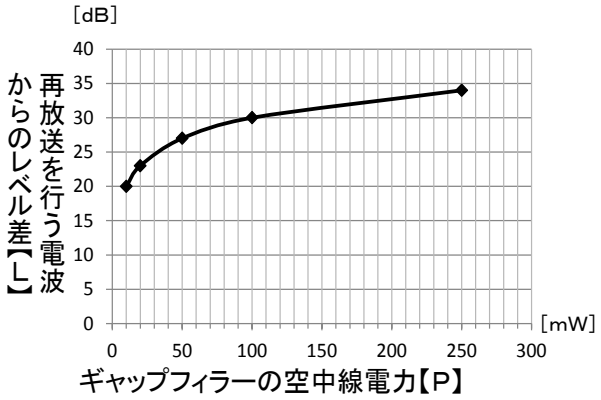


図14　空中線電力と隣接レベル

【式1】　受信電力の所要レベル差＝34＋10log(P／250)〔dB〕
P:ギャップフィラーの空中線電力〔mW〕

（ｂ）ギャップフィラーによる隣接電波の減衰量

ギャップフィラーの概略構成は図１５で示される。

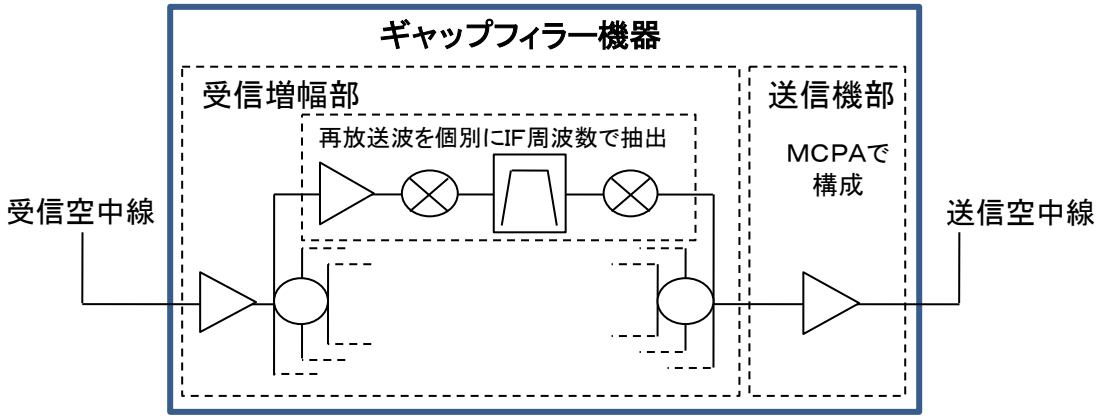
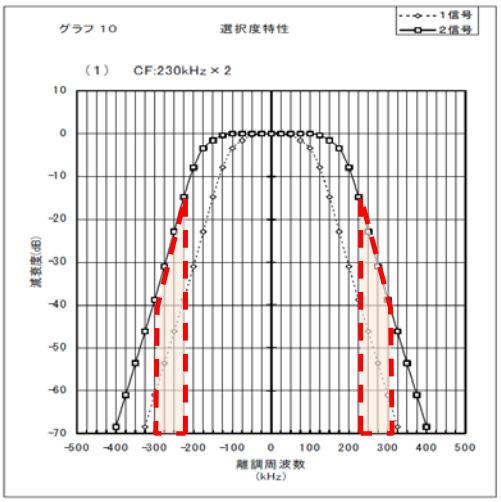


図１５　ギャップフィラーの概略構成

ギャップフィラーの電力増幅を行う送信機部はＭＣＰＡで構成されているため、出力において複数の再放送する信号に対し個別に帯域外を減衰させることは困難であるが、受信増幅部には再放送を行う信号ごとに個別で帯域以外を減衰させるフィルター機能を有している。受信増幅部のＩＦ周波数で使用されているセラミックフィルターの性能は図１６「セラミックフィルターの性能」のとおりであり、その減衰量は±２００ｋＨｚで１０ｄＢ以上、±３００ｋＨｚで４０ｄＢ以上の減衰量を確保している。



200kHzから300kHzの減衰量

【式2】 減衰量[dB]＝0.3×｜周波数差[kHz]｜－50

【参考】

ARIB－TR B11 P.28「セラミックフィルタ」の特性値「FM放送評価用受信機における設計マニュアル」

図16 セラミックフィルターの性能

以上のことから、受信増幅部のフィルターの減衰量により表１０「ギャップフィラーでの近傍周波数に対する減衰量」が得られる。

表10 ギャップフィラーでの近傍周波数に対する減衰量

再放送を行う放送波の中心周波数からの周波数差	再放送を行う放送波の電波のレベルからの減衰量
±200kHz未満	10dB以上
±200kHz以上、±300kHz未満	0.3×｜Δf｜－50 dB以上
±300kHz以上	40dB以上

Δｆ：再放送を行う信号の中心周波数からの周波数差〔kHz〕

（ｃ）ギャップフィラーの受信点における混信保護条件

自局以外の電波をスプリアス発射及び不要発射の基準値以下とするた

めには、表１１「再放送を行う電波と隣接する他の放送局からの電波との混信保護条件」の周波数差毎に受信点での混信保護条件を確保すること。

表11　再放送を行う電波と隣接する他の放送局からの電波との混信保護条件

周波数差	混信保護条件
100kHz超、200kHz未満	10log(P／250)＋34　［dB］
200kHz以上、300kHz未満	10log(P／250)−0.3×｜Δf｜＋84　［dB］
300kHz以上、400kHz未満	10log(P／250)－6　［dB］

P　:ギャップフィラーの空中線電力〔mW〕

Δf:再放送を行う信号の中心周波数からの周波数差〔kHz〕

ただし、再放送を行う電波に隣接する電波の受信電力が過大でスプリアス発射及び不要発射の基準レベルを超える場合は、運用（免許時等の審査等）で再放送を行えないものとする。

ｄ　ギャップフィラーの再放送に用いる周波数選定

イメージ混信等については、参考資料８に示す「電波法関係審査基準（抜粋）」に基づき妨害許容限を確保できるよう送信周波数の選定を行うことが適当と認められる。

特にギャップフィラーの受信においては、複数のメディアの再放送を既存ＦＭラジオ放送局と同一周波数で行うことから、再放送を行う周波数の選定に制限を受けることが想定される。このため、ギャップフィラー受信点において他の無線システム（ポケベルなど大電力局）及びマルチメディア放送の電波を抑制するために必要なフィルター等を挿入することが望ましい。

（１０）スペクトルマスク

ギャップフィラーの受信電力から不要な隣接チャンネルの電波を排除するよう、ギャップフィラー入力に再放送を行う電波と同一レベルの信号が入力された場合に、ギャップフィラー出力において規定の空中線電力に対し、次の帯域外減衰量をギャップフィラー機器で確保すること。

・再放送を行う電波との周波数差が２００ｋＨｚ以上、３００ｋＨｚ未満では次式以上の減衰量を確保すること。

減衰量（ｄＢ）＝０．３×|周波数差（ｋＨｚ）|―５０

・再放送を行う電波との周波数差が３００ｋＨｚ以上では４０ｄＢ以上の減衰量を確保すること。

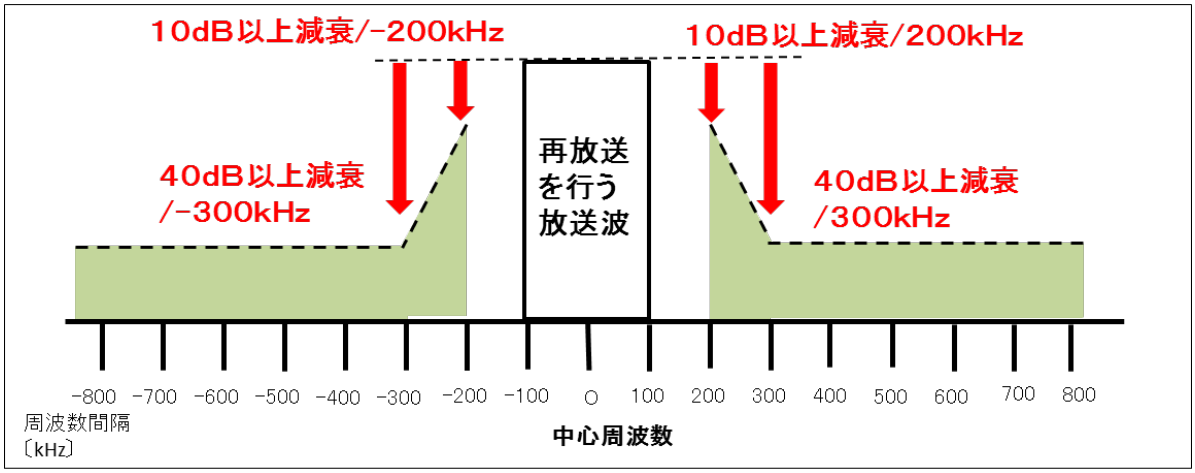


図１７　ギャップフィラーのスペクトルマスク

（１１）スプリアス発射又は不要発射の強度

無線設備規則第7条（別表3号第5項（3））に示す次の基準値に適合することが適当と認められる。

空中線電力	帯域外領域におけるスプリアス発射の強度の許容値	スプリアス領域における不要発射の強度の許容値
１W以下	１００μW以下	２５μW以下

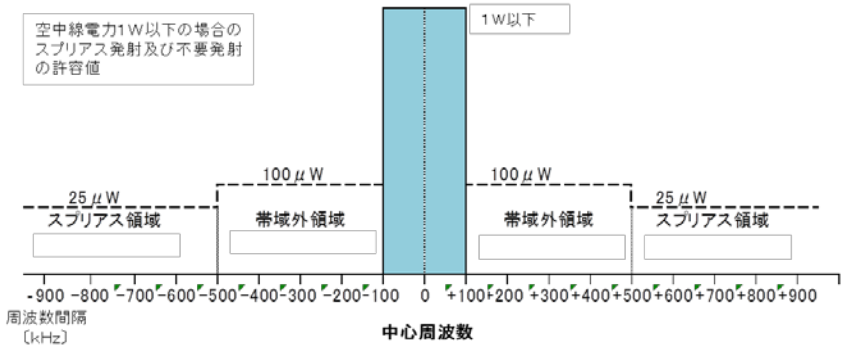


図１８　空中線電力１W以下のスプリアス発射又は不要発射の強度

（１２）副次的に発する電波等の強度

無線設備規則第24条1項に示す4nW以下とすることが適当と認められる。

（１３）電波の停止機能

再放送を行う放送波の空中線電力がその許容偏差を超える場合は、再放送を行う電波の発射を停止すること。

（１４）測定方法

地上デジタルテレビジョン放送のギャップフィラーと同様に次の測定を行うこととする（参考資料９）。

ア　周波数偏差

イ　占有周波数帯幅

ウ　スプリアス発射又は不要発射の強度

エ　空中線電力の許容偏差

オ　副次的に発する電波等の強度

（１５）防護指針

電波法施行規則別表第2号の3の2に従って、空中線電力250mW、3素子の八木型送信空中線を想定し、ギャップフィラーが防護指針に適合しているか検討したところ、その結果は参考資料１０のとおりであり、いずれの基準に対しても十分なマージンがあるので、特に支障は無いものと認められる。

参　考　資　料

参考資料１　同期放送における場所率の測定　・・・・・・・・・・　２３５

参考資料２　ケーブルテレビ網を活用したラジオ放送用ギャップフィラーの実証（概要）　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　２４５

参考資料３　ＦＭ受信機に与える影響について　・・・・・・・・　２７５

参考資料４　航空移動業務及び航空無線航行業務との混信検討　・　２７７

参考資料５　Recommendation ITU-R SM.1009-1 Compatibility between the sound-broadcasting service in the band of about 87-108MHz and the aeronautical services in the band 108-137MHz
・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　２７９

参考資料６　高齢者・障害者等に優しいアシストシステムの評価研究報告書別冊資料集(抜粋)　・・・・・・・・・・・・・・・・・　３１９

参考資料７　平成２１年度情報通信技術審議会答申「諮問第２０２３号 携帯端末向けマルチメディア放送方式の技術的条件」（抜粋）
・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　３４５

参考資料８　電波法関係審査基準 ＦＭ放送局の周波数選定方法（抜粋）
・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　３６１

参考資料９　ラジオのギャップフィラーの技術的条件を確認するための各測定項目の概要　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　３６３

参考資料１０　電波防護指針に関する検討　・・・・・・・・・・・・　３６５

参考資料１

同期放送における場所率の測定

目　　次

1　実験系統図 2
　1）電波暗室における送信アンテナとラジオ受信機の位置関係 2
　2）測定系統図 3
2　測定条件 3
3　測定方法 3
4　測定結果 4
　1）1kHz トーン信号による評価結果 4
　2）音楽（ピアノ）による評価結果 6
　3）ラジオ受信機（評価機）の感度 8
5　まとめ 9

同期放送における場所率の測定

1　実験系統図

1）電波暗室における送信アンテナとラジオ受信機の位置関係

同期放送における場所率の検証として、電波暗室内で同期した信号を 2 送信点から送出し、同期信号の遅延時間および DU 比の違いによる主観評価を確認した。

図 1(a)(b)に電波暗室における送信アンテナとラジオ受信機の位置関係を、図 2 に測定系統図を示す。

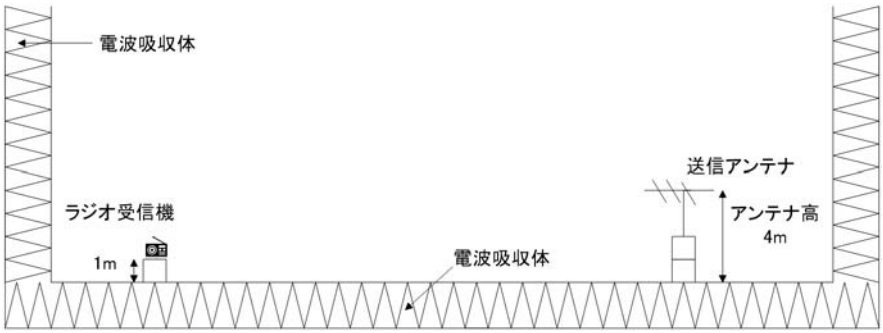


図 1(a)　電波暗室における送信アンテナとラジオ受信機の位置関係（側面図）

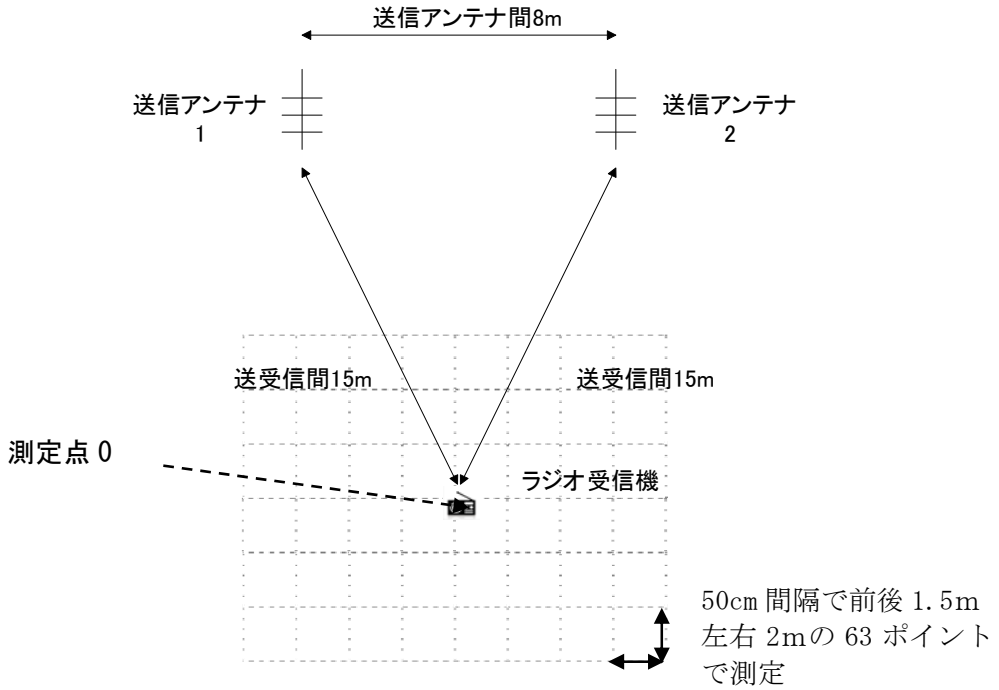


図 1(b)　電波暗室における送信アンテナとラジオ受信機の位置関係（平面図）

2）測定系統図

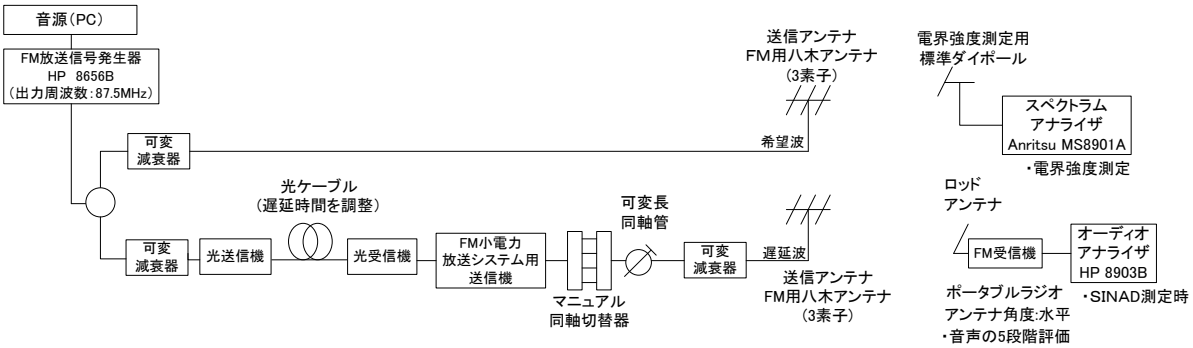


図 2　測定系統図

2　測定条件

表 1 に測定条件を示す。

表 1　測定条件

項　目	条　　件
測定周波数	87.5MHz
最大周波数偏移量	±75kHz
音声形式	モノラル
信号音源	トーン信号（1kHz） 音楽
遅延時間	0μsec, 5μsec, 10μsec, 20μsec （遅延時間は光ファイバー長にて調整）
FM 受信機	携帯型ラジオ受信機（C1）

3　測定方法

①同一周波数の信号 2 波（希望波および遅延波）を、それぞれ別のアンテナから送信し、ラジオ受信機で受信し、5 段階の音質評価を行う。

②信号源はトーン信号と音楽とする。

③測定系平面図の測定点 0 の位置を基準として希望波を一定、遅延波の電界強度を可変して 5 段階の音質評価を行う。希望波と遅延波の詳細な位相関係は、可変長同軸管を調整して測定点 0 で最悪値になるように設定して行う。

④次に、測定点 0 を基準に 50ｃｍ間隔で左右 2m、前後 1.5mのメッシュ上の各地点（63 ポイント）で、希望波を一定にした状態で遅延波のレベルを変えて、5 段階の音質評価を行う。

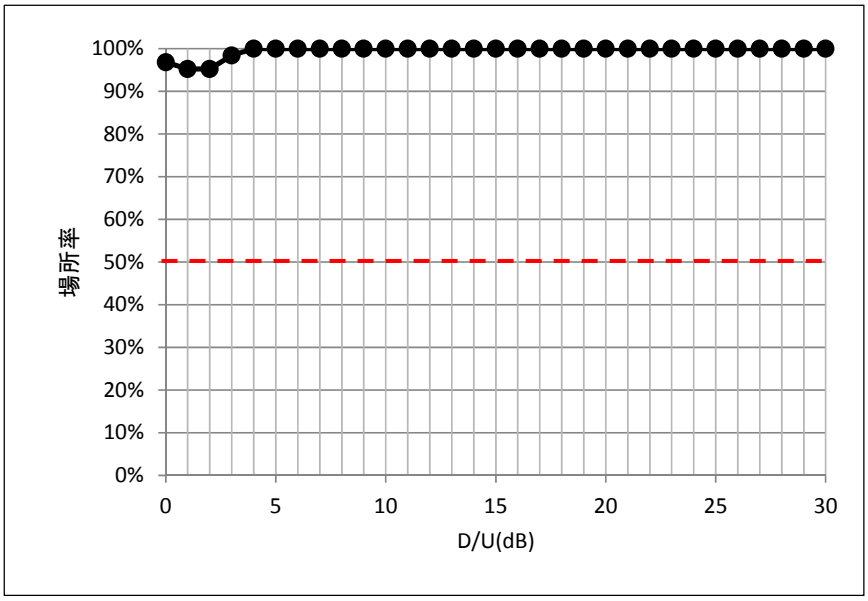
⑤次に、遅延波の遅延時間を変えて、同様に測定する。

⑥なお、測定する電界強度（希望波）は、希望波のみをラジオ受信機で受信し、音質評価 4 から音質評価 3 になる閾値の電界強度を求め、その電界強度に 3 dB 加えた電界強度（音質評価 4）で実施する。

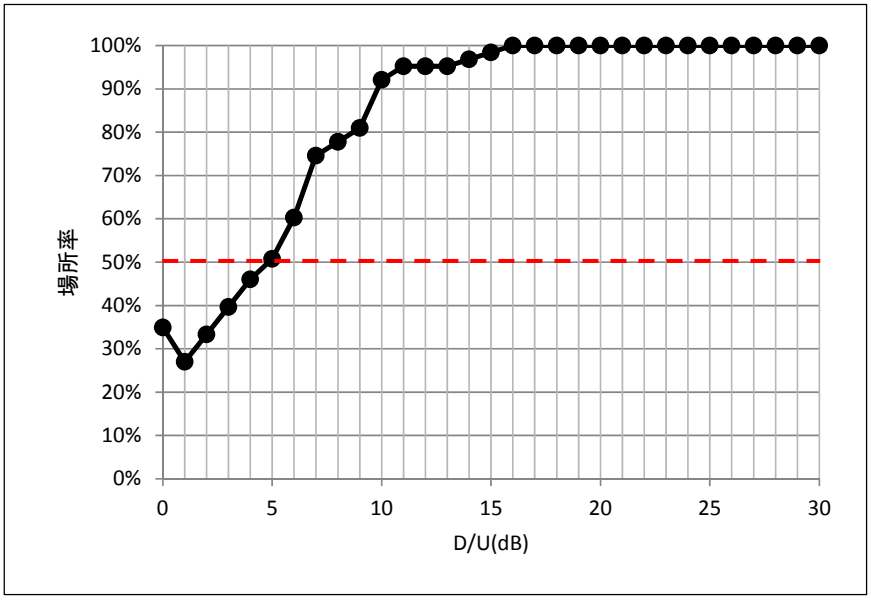
4　測定結果

1）1kHz トーン信号による評価結果

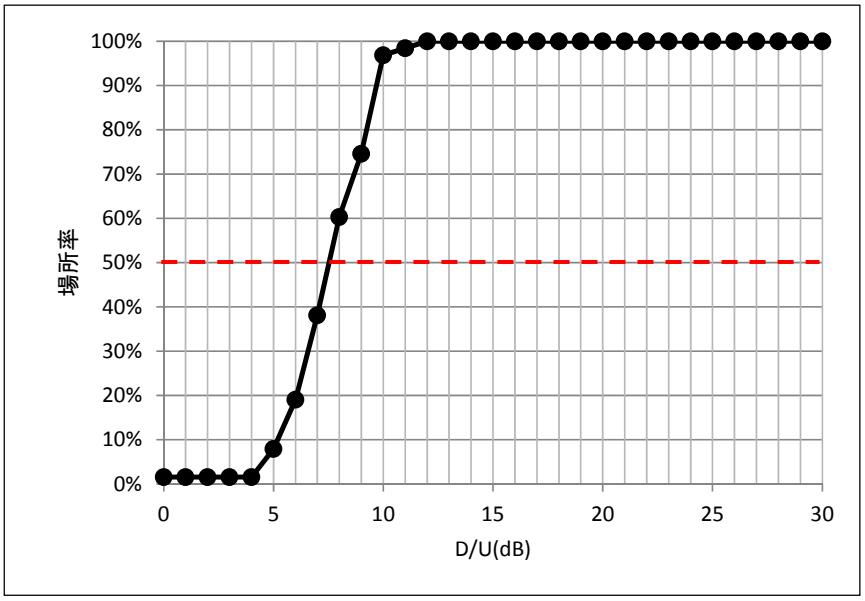
①評価 3 以上が得られる D/U [遅延時間 0μs（トーン信号）]



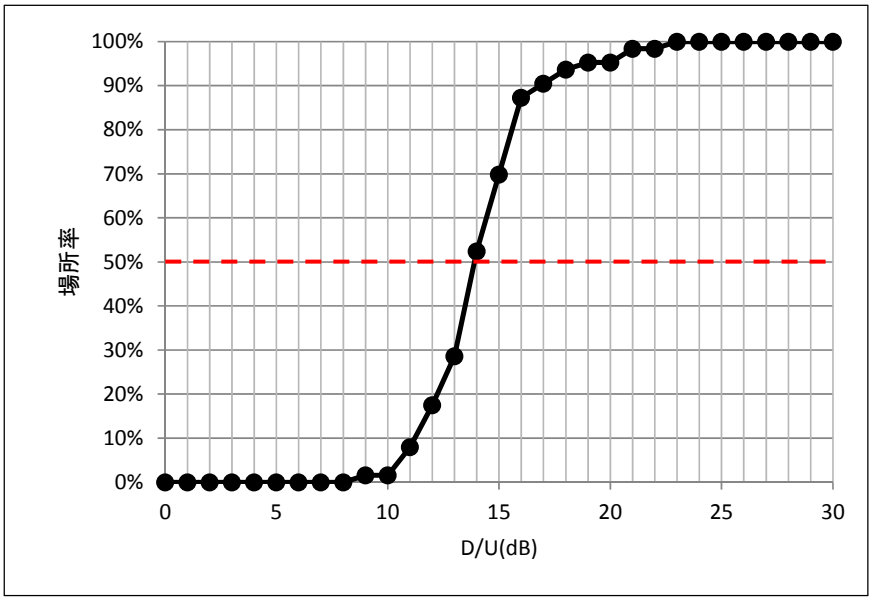
②評価 3 以上が得られる D/U [遅延時間 5μs（トーン信号）]



④評価 3 以上が得られる D/U [遅延時間 10μs（トーン信号）]

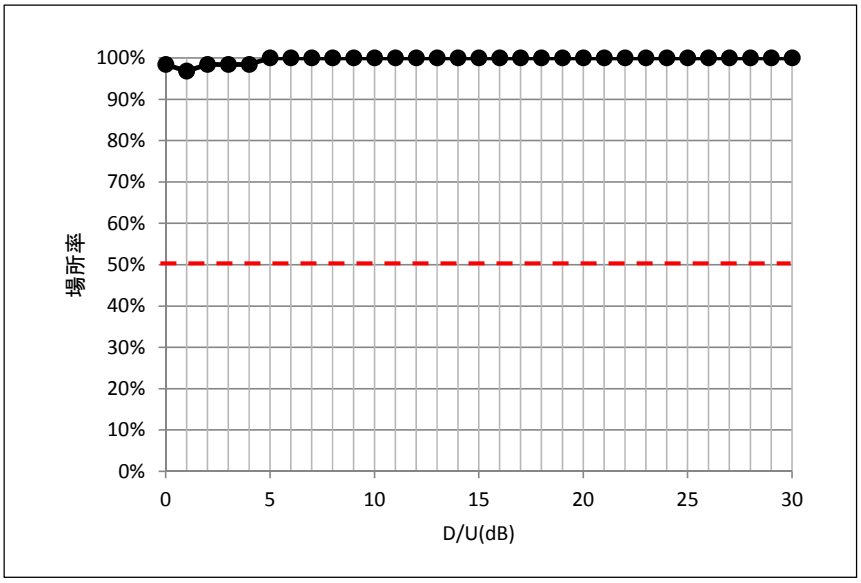


④評価 3 以上が得られる D/U [遅延時間 20μs（トーン信号）]

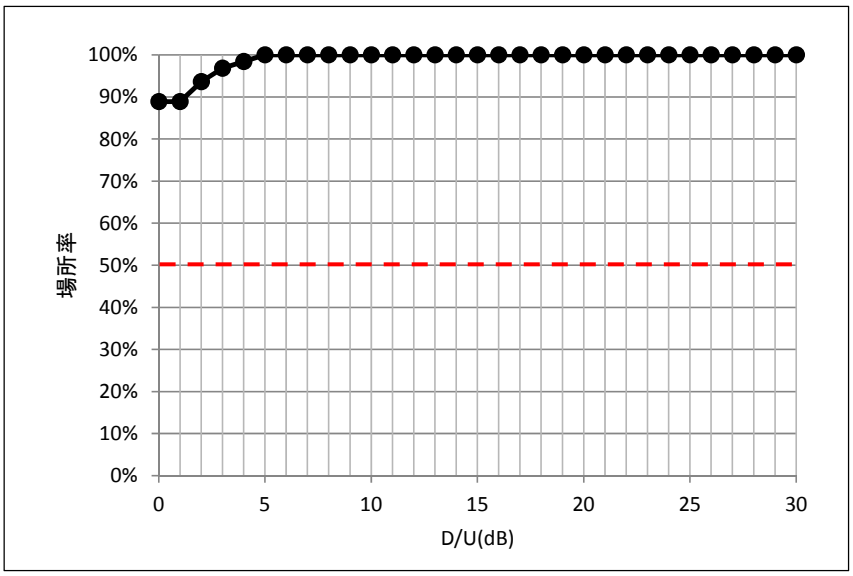


2）音楽（ピアノ）による評価結果

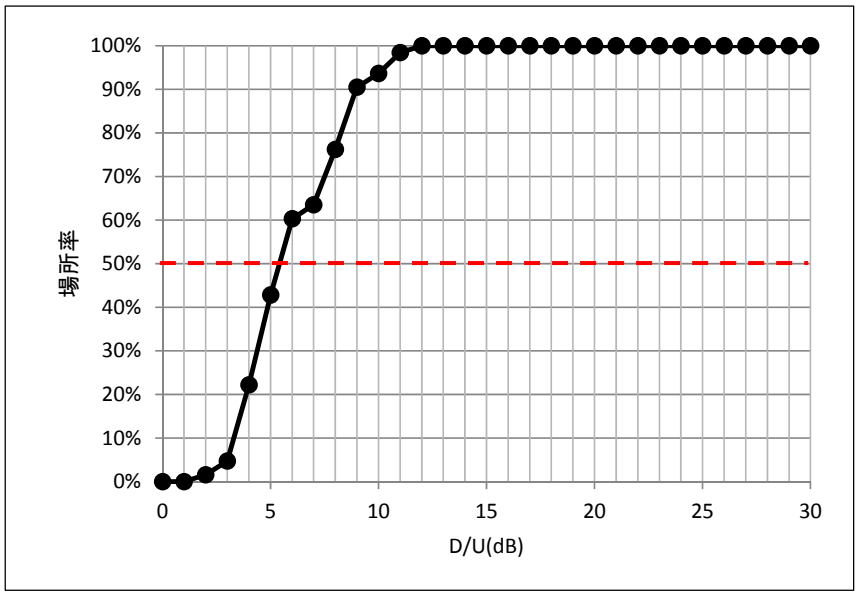
①評価 3 以上が得られる D/U [遅延時間 0μs（音楽）]



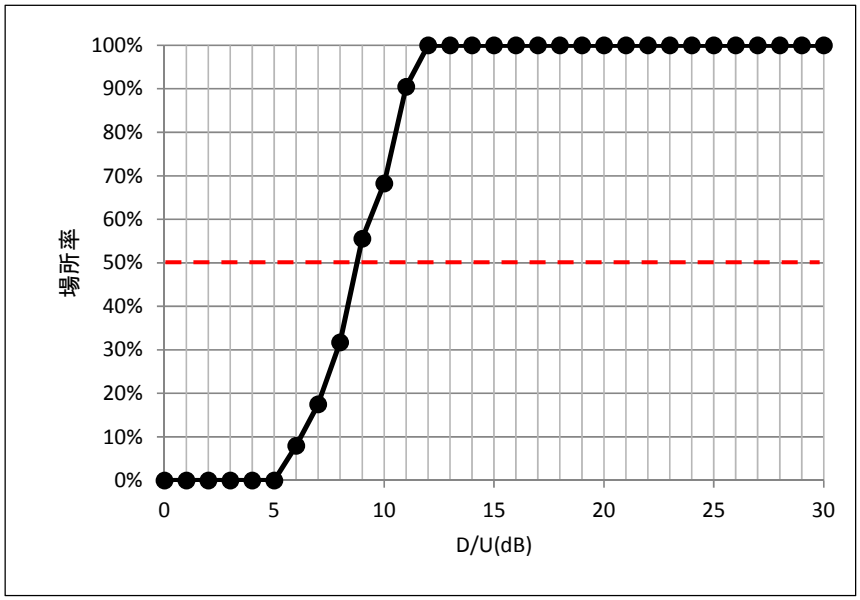
②評価 3 以上が得られる D/U [遅延時間 5μs（音楽）]



③評価 3 以上が得られる D/U [遅延時間 10μs（音楽）]



④評価 3 以上が得られる D/U [遅延時間 20μs（音楽）]



3）ラジオ受信機（評価機）の感度

電波暗室内の実験で都市雑音などが無く雑音電界強度が低いことを鑑み、評価機の受信感度から安定した受信電界強度を以下の検討より 37dBμV/m として行った。

評価に用いたラジオ受信機に希望波のみを受信させた状態において、音質評価 4 から 3 になる閾値の電界強度は 34dBμV/m（図 3 参照）であった。このため、同期放送における場所率の測定は安定した受信状況での影響を確認するため、この電界強度に 3dB 加え 37dBμV/m で評価を実施した。

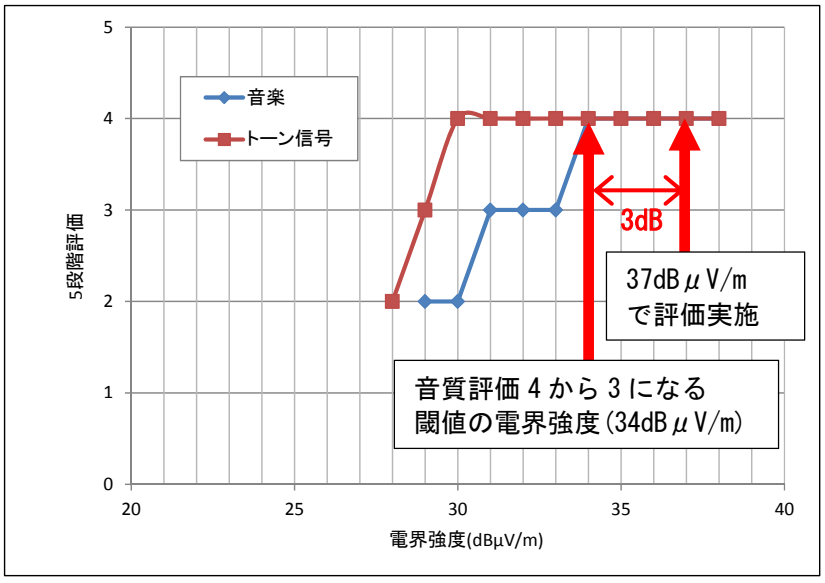


図 3 評価に用いたラジオ受信機の感度

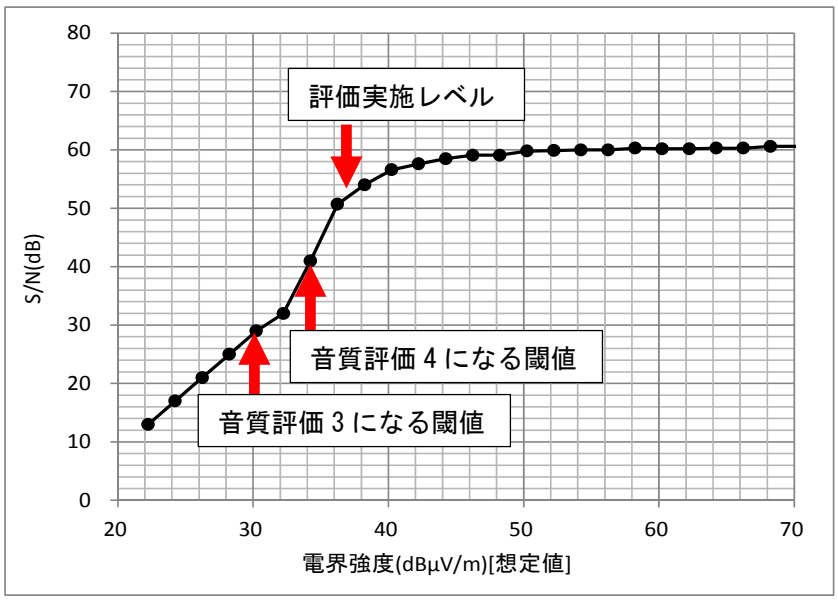


図 4 評価に用いたラジオ受信機の電界強度と S/N

５　まとめ

同期放送において場所率 50%以上となる遅延時間とレベル差の関係については、以下の結果となった。

表 2　場所率 50%以上に必要な DU 比

遅延時間〔μs〕	主観評価で場所率 50%以上に必要な DU 比	
	トーン信号（1kHz）	音楽
0	0 dB	0 dB
5	5 dB	0 dB
10	9 dB	6 dB
20	14 dB	9 dB

同期放送において遅延時間が小さい場合は、希望波に対し遅延波の妨害波としての影響は軽減される。しかし、2 送信点からの到来信号の位相が完全に逆相で受信された場合には、高周波信号が打消され受信は困難となる。実験において遅延時間 0μs でも、100%の受信率で主観評価 3 以上は実現しておらず、これら高周波的な特異点の影響が確認された。

ただし、これら高周波的な干渉量は周波数ごとに異なり、かつ、受信場所が少し変わるだけで 2 信号間の位相関係は大きく変化する。このため、場所率としてみた場合に遅延時間 0μs では実用上回避可能で、問題ない程度と判断される。

また、遅延波の遅延時間が大きくなってくると、希望波に対しマルチパス劣化要因となり、必要な DU 比が増加していく傾向が確認された。実用上ではトーン信号のように変調が時間的に一定の信号ではなく、常に変化するため、音楽で判断するのが妥当であり、遅延時間が大きくなった場合には表 2 の音楽における DU 比を確保する必要が確認された。

参考資料2

ケーブルテレビ網を活用したラジオ放送用ギャップフィラーの実証（概　要）

平成 27 年３月

一般社団法人　日本 CATV 技術協会

目　　次

序　　文 1
第１章 実験場所 1
第２章 実験期間 2
第３章 測定内容 2
３.１ 地上高 4m と地上高 1m の電界強度 2
３.２ 送信点１と送信点２から到来する電波の干渉（マルチパス歪） 2
３.３ 地上高 1m における FM ラジオの音質評価 2
第４章 測定機器 2
１）電界強度測定用受信アンテナ：ＦM受信用ダイポールアンテナ 2
２）電界強度（遅延時間）測定器：アドバンテスト　クロスドメインアナライザ 2
３）スペクトル波形測定器：テクトロニクス　リアルタイムスペクトルアナライザ 2
４）音質評価用ＦＭラジオ：携帯型ラジオＣ 2
第５章 測定結果 2
５.１ FM 放送のマルチパスひずみと受信品質 2
５.２ 地上高 4m と地上高 1m の電界強度 4
５.３ 送信点１と送信点２から到来する電波の干渉（マルチパス歪） 6
５.３.１ 送信点１と送信点２の設置場所と遅延時間の調整 6
５.３.２ 追加した光ケーブル長と遅延時間 6
５.３.３ 中間地点を送信点１と送信点２を結ぶ線上に直角方向に移動した場合 7
５.３.４ 中間地点の測定点を送信点２側に移動した場合 10
５.４ 地上高 1m における FM ラジオの音質評価 12
５.４.１ 調査地点 12
５.４.２ 参加者 13
５.４.３ 音質評価用信号 13
５.４.４ 評価方法 13
５.４.５ 手　順 14
５.４.６ 音質調査の結果 14
５.４.７ 音質調査結果のまとめ 16
第６章 資　料 17
６.１ 無線システム全体図 17
６.２ 送信点１の設置概要 17
６.３ 送信点２の設置概要 17

６.４ 送信点の設置仕様 18
６.５ センター設備から送出される FM 放送信号の品質 20
６.６ 送信点から発射される信号品質 20
６.６.１ 無線局への入力波形 20
６.６.２ 無線局からの送信波形 21
６.７ 現地の写真 22

序　　文

ひまわりネットワーク株式会社のケーブルテレビ網を活用し、「ケーブルテレビ網を活用した AM ラジオ難聴地域解消のための FM 補完小電力放送システムの調査検討会：総務省東海総合通信局（以下「検討会」という。）」で試作した無線システム（以下「無線システム」という）を活用して、ラジオ放送用ギャップフィラーの実験を愛知県豊田市で行った。

第１章 実験場所

愛知県豊田市　豊田市立巴ヶ丘小学校およびその付近

図１　実験場所の概略

第２章 実験期間

平成 26 年 12 月 15 日（月）～12 月 19 日（金）（5 日間）

（検討会委員による見学会：平成 26 年 12 月 19 日（金）10：00～16：00）

第３章 測定内容

３.１ 地上高 4m と地上高 1m の電界強度

３.２ 送信点 1 と送信点 2 から到来する電波の干渉（マルチパス歪）

３.３ 地上高 1m における FM ラジオの音質評価

第４章 測定機器

１）電界強度測定用受信アンテナ：ＦＭ受信用ダイポールアンテナ

２）電界強度（遅延時間）測定器：アドバンテスト　クロスドメインアナライザ

３）スペクトル波形測定器：テクトロニクス　リアルタイムスペクトルアナライザ

４）音質評価用ＦＭラジオ：携帯型ラジオ

第５章 測定結果

５.１ FM 放送のマルチパスひずみと受信品質

高周波同期している 2 信号の遅延時間と DU 比の関係については、NHK 総合技術研究所　大原光雄 テレビジョン学会誌「FM 放送のマルチパスひずみと受信品質」（1978 年第 32 巻第 3 号）で公表されている（図 2）。

許容限界や検知限界のカーブが示されているが、送信点 1 と送信点 2 から到来する電波の DU 比（送信点 1 の電波を受信する場合は送信点 2 からの電波が妨害波となるのでその信号レベルの比）は、地上では大地反射波の影響で生じている定在波（電界強度のリップル）のため受信点のわずかな場所移動で DU 比が変化してマルチパスの状態が変動する。

今回の実験では、2 地点から到来する電波の電界強度が中間地点を横切る道路上で同じになるように無線局 1 と無線局 2 から発射される電波の ERP(実効輻射電力)を調整し、送信点 1 を 5mW に、送信点 2 を 20mW に設定した。

また、DU 比が 0dB の状態で遅延時間差が大きくなるほどマルチパス歪が発生する可能性が大きいことが示されているので、送信点 1 と送信点 2 から到来する電波の遅延時間差を中間地点で 0、2.7、6.3、9.0、13.2μs でマルチパスの発生状況を確認した。

実際には、中間地点を横切る道路上で DU 比を 0dB に設定しても、電界強度のリップルの影響で少し離れた地点では DU 比が必ずしも 0dB とならないので、DU 比 0dB の線上ではなく、赤い縦の実線で示す DU 比の変動幅で音質評価を確認したことになると推定される。

また、後述するが、見学会では送信点 1 と送信点 2 から到来する電波の遅延時間差を中間地点で 0μs の条件で音質評価の確認をした。

実験での音質評価時の遅延時間　：中間地点において 0、2.7、6.3、9、13.2μs
見学会での音質評価時の遅延時間：中間地点において 0μs

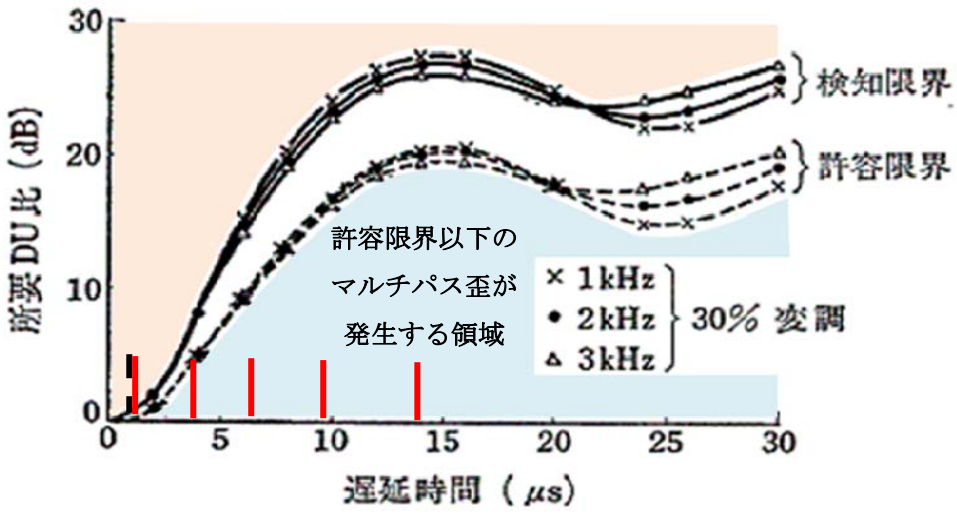
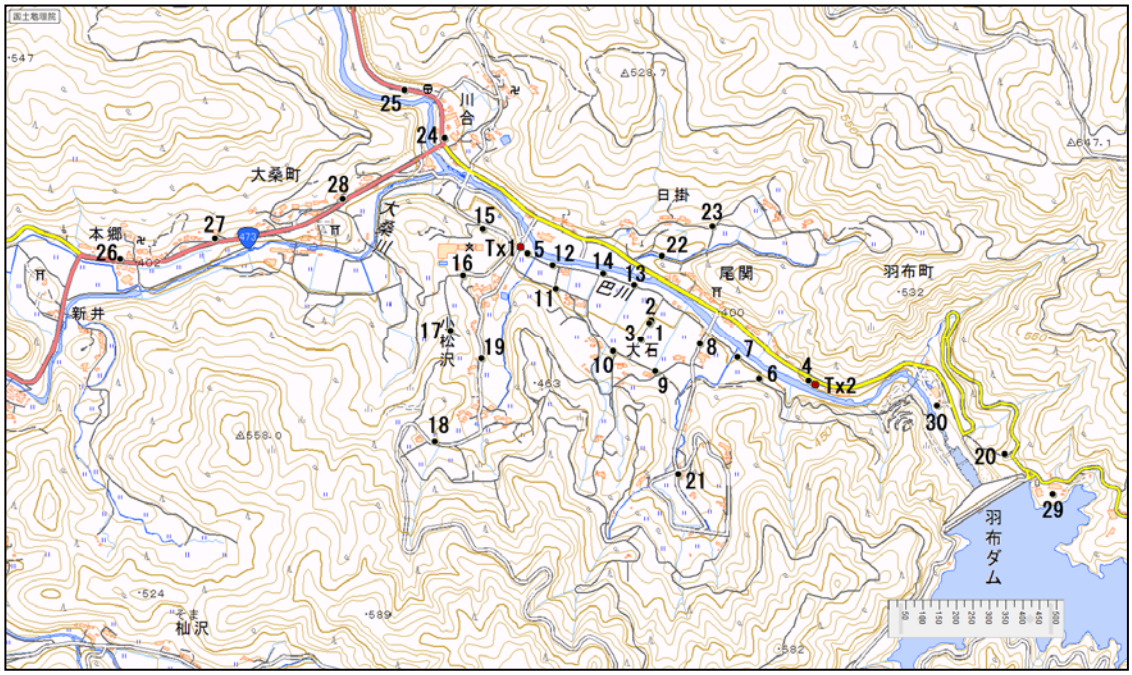


図 2　遅延時間と所要 DU 比の関係

５.２ 地上高 4m と地上高 1m の電界強度

FM ラジオが使用される地上高 1m における電界強度の測定地点を図 3 に示す。また測定結果を表 1、分布グラフを図 4 に示す。

中間地点を横切る 1,2,3 はそれぞれ数 m 程度離れた地点であるが、送信点 1 と送信点 2 から到来する電波の電界強度は、地点 1 で 3.8dBμV/m の差（送信点 1：45.7、送信点 2：41.9）、地点 2 で 3.2dBμV/m の差（送信点 1：40.5、送信点 2：43.7）、地点 3 で 0.2dBμV/m の差（送信点 1：47.0、送信点 2：47.2）と電界強度のリップルが中間地点の道路上で生じている。地上高 1m では地上高 4m と比べて約 10dBμV/m の低下がある。



出展：国土地理院の地形図を元に作成。

図 3　測定地点

表１　電界強度の測定値

地点	送信点1のみ送信した場合			送信点2のみ送信した場合			送信点1及び2を送信した場合		
	電界強度(dBμV/m)		レベル差	電界強度(dBμV/m)		レベル差	電界強度(dBμV/m)		レベル差
	アンテナ高 4m	アンテナ高 1m	(dB)	アンテナ高 4m	アンテナ高 1m	(dB)	アンテナ高 4m	アンテナ高 1m	(dB)
1	55.3	45.7	9.6	54.6	41.9	12.7	56.7	47.1	9.6
2	52.1	40.5	11.7	54.7	43.7	11.0	55.2	43.2	12.0
3	58.0	47.0	10.9	57.3	47.2	10.1	58.2	47.6	10.6
4	40.2	31.9	8.3	100.2	94.7	5.5	100.1	94.7	5.5
5	89.2	88.5	0.7	51.6	38.7	12.9	88.3	88.5	−0.3
6	35.4	26.0	9.4	75.7	64.1	11.6	75.4	64.1	11.3
7	43.4	30.7	12.7	78.2	63.9	14.3	78.2	64.1	14.1
8	47.6	40.6	7.1	71.4	58.0	13.4	71.4	58.5	12.9
9	52.3	37.4	14.9	57.6	50.6	7.0	57.3	51.0	6.3
10	48.2	35.1	13.1	56.8	43.8	13.0	56.5	43.5	13.0
11	62.6	48.0	14.6	42.8	24.1	18.6	62.5	47.8	14.7
12	77.2	60.9	16.3	49.9	37.4	12.5	77.6	61.7	15.9
13	53.5	38.0	15.5	54.0	40.6	13.4	53.7	41.1	12.6
14	65.5	53.1	12.5	51.1	38.5	12.6	65.6	53.0	12.6
15	44.0	33.7	10.3	41.4	28.5	12.8	36.6	31.2	5.3
16	48.6	37.5	11.1	56.5	43.2	13.3	53.4	40.3	13.1
17	55.4	43.5	11.9	47.5	34.3	13.1	56.1	41.6	14.6
18	36.1	26.7	9.4	39.9	27.0	12.9	41.4	30.6	10.8
19	44.0	39.5	4.5	37.5	32.4	5.1	43.9	40.8	3.1
20	46.9	33.4	13.6	36.5	22.8	13.7	44.6	31.3	13.4
21	28.2	15.1	13.1	25.4	25.5	−0.1	30.5	25.6	4.9
22	52.3	44.6	7.7	37.8	23.9	13.9	52.1	45.2	6.9
23	39.0	28.9	10.1	27.4	19.7	7.6	38.4	26.8	11.6
24	22.3	16.3	6.0	32.1	28.4	3.6	31.1	28.4	2.8
25	25.5	16.1	9.4	33.5	23.2	10.3	31.8	25.7	6.1
26	10.7	ノイズフロア以下		31.8	21.0	10.8	32.1	20.2	12.0
27	19.6	ノイズフロア以下		37.3	23.2	14.1	37.7	21.8	15.9
28	31.9	22.2	9.6	43.6	41.4	2.2	45.0	40.8	4.2
29	30.7	19.7	11.0	15.3	12.9	2.4	30.1	21.2	8.9
30	41.6	30.6	10.9	29.6	21.6	8.0	42.6	28.7	14.0
		最大	16.3		最大	18.6		最大	15.9
		最小	0.7		最小	−0.1		最小	−0.3
		平均	10.6		平均	10.4		平均	9.9

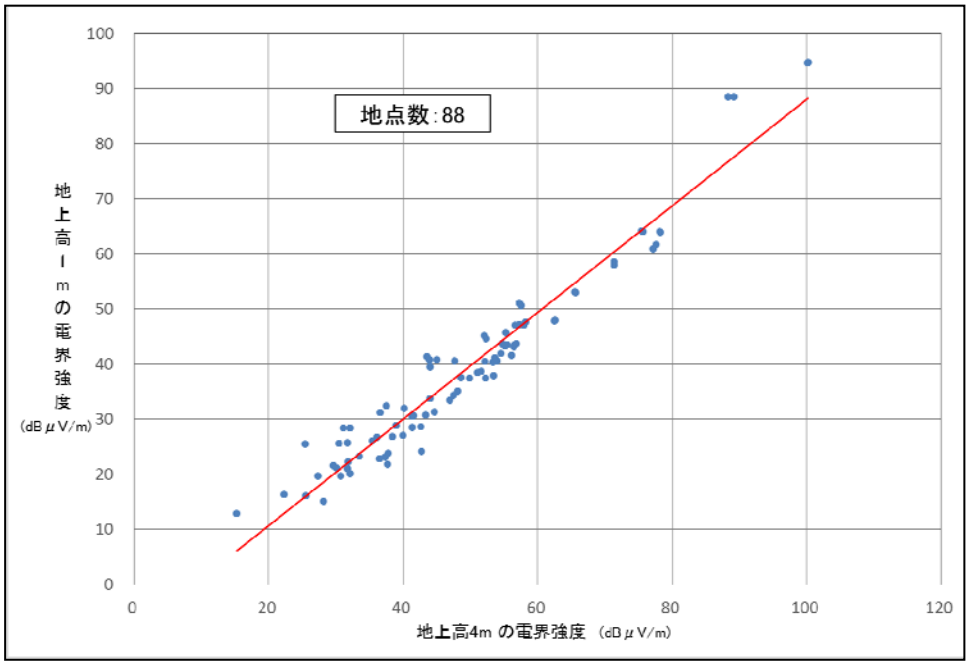


図４　測定結果の分布グラフ

５.３ 送信点１と送信点２から到来する電波の干渉（マルチパス歪）

５.３.１ 送信点１と送信点２の設置場所と遅延時間の調整

送信点１と送信点２を約 1km 離れた場所に設置し、ケーブルテレビ局に近い送信点１とそれより遠い送信点２の光ケーブルの亘長に相当する光ケーブルを送信点１側に追加して、送信点１と送信点２から発射される電波の時間差が中間地点の道路上１、２、３で０μｓになるように調整した。中間地点の道路上では、遅延時間差０μｓで送信点１送信点２のサービスエリアが重なることになる。

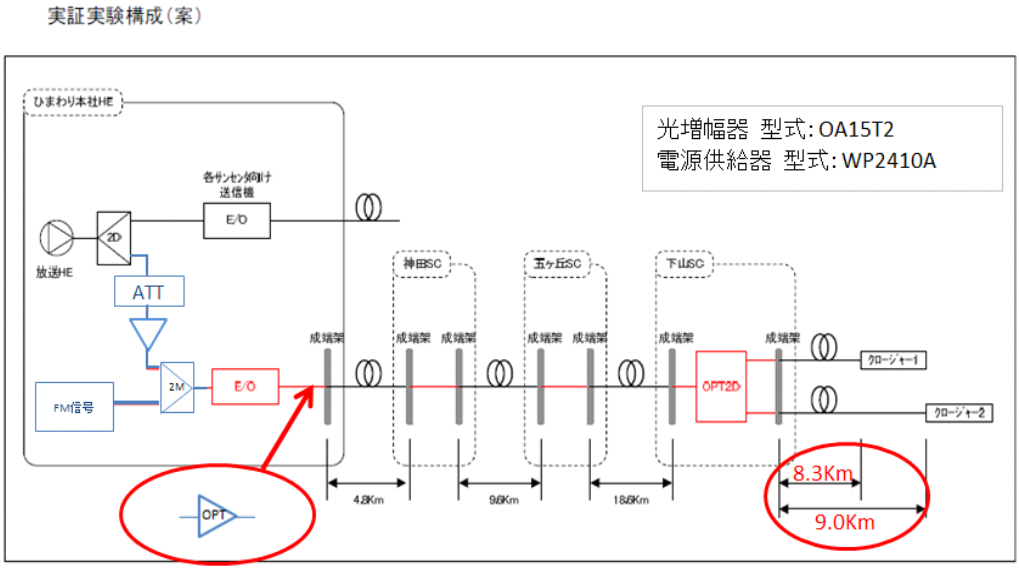


図５　送信点１と送信点２のクロージャーまでの光ケーブル長

５.３.２ 追加した光ケーブル長と遅延時間

遅延時間の調整については、送信点１と送信点２に表２に示す長さの光ケーブルを追加した。

表２　送信点に追加した光ケーブル長と遅延時間差

光ケーブルを追加した送信点と長さ（m）		光ケーブル長の差（m）	中間地点の遅延時間差（μｓ）（＊）
送信点１	送信点２		
640	0	60	0（0.3）
0	0	700	2.7（3.5）
0	640	1340	6.3（6.7）
0	1280	1980	9.0（9.9）
0	1920	2620	13.2（13.1）

（＊）波形から読み取った実測値を示す（かっこ内の数値は計算値）。

５.３.３ 中間地点を送信点 1 と送信点 2 を結ぶ線上に直角方向に移動した場合

図 6 に示す中間地点において測定箇所を 0.5mの間隔で矢印方向に移動し、SINAD、S/N、歪率の測定および音質評価を行った。

音質の評価基準を表 3 に示す。遅延時間差が大きくなるほど、音質評価 2 の値が多くなり、S/N は 30dB 未満となっている。実験値であるが、S/N30～35dB で音質評価が 3、S/N35dB 以上で音質評価が 4 となる。

評価は携帯型ラジオにより行った。

表 3　音質の評価基準（Mean Opinion Score　ITU-T 勧告 P.800））

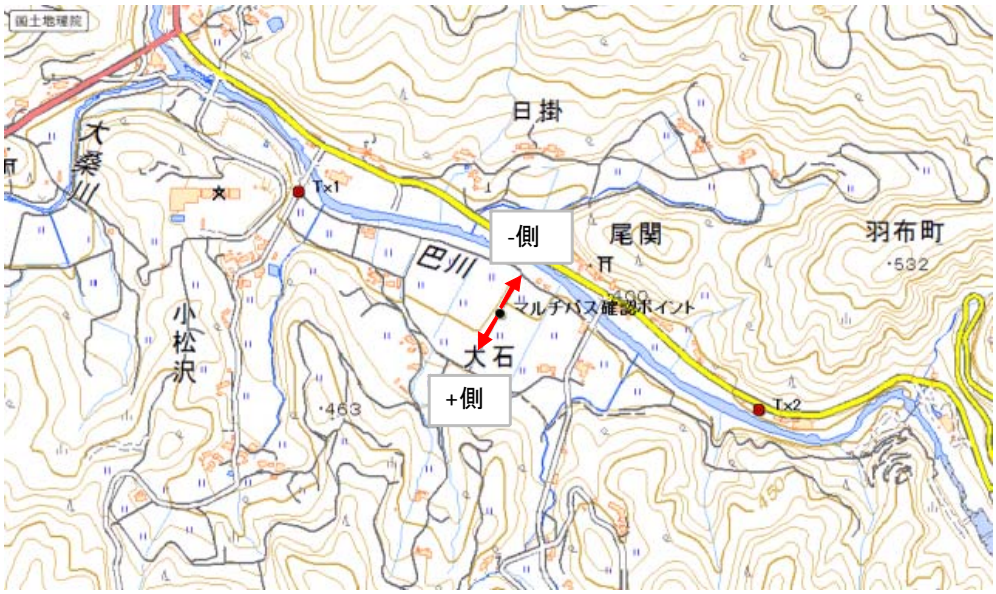
評　価	内　容	表　現（＊）
5	非常に良い	
		検知限
4	良い	
		許容限
3	普通	
		我慢限
2	悪い	
1	非常に悪い	

（＊）人の聴覚による感じ方で、個人差がある。NHK のラジオ評価基準

検知限（雑音が検知できる限界）　　：評価５と４の間

許容限（雑音があるが許容できる限界）　：評価４と３の間

我慢限（雑音が邪魔になるが我慢できる限界：評価３と２の間



出展：国土地理院の地形図を元に作成。

図 6　中間地点のマルチパス確認ポイント（矢印方向に移動）

表 4　遅延時間差 0 μs と 2.7 μs の測定結果（測定箇所±0 で D/U＝0dB に調整後測定）

送信点1の追加の光ケーブル　640m
送信点2の追加の光ケーブル　なし
遅延時間　0 μs(実測値)

測定箇所(m)	SINAD(dB)	S/N(dB)	歪率(%)	音質評価
−5.0	43.69	45.64	0.201	4
−4.5	45.27	46.68	0.545	4
−4.0	28.13	28.37	1.207	2
−3.5	47.89	48.64	0.185	4
−3.0	47.71	48.45	0.170	4
−2.5	50.79	52.31	0.165	4
−2.0	49.46	50.48	0.168	4
−1.5	50.50	51.99	0.170	4
−1.0	49.59	51.34	0.189	4
−0.5	49.19	50.59	0.191	4
±0.0	19.08	20.97	3.490	2
+0.5	37.98	39.70	0.302	4
+1.0	43.72	45.80	0.282	4
+1.5	46.07	47.66	0.281	4
+2.0	47.51	49.27	0.249	4
+2.5	50.00	52.09	0.204	4
+3.0	50.67	53.19	0.188	4
+3.5	52.84	54.66	0.136	4
+4.0	52.81	54.37	0.131	4
+4.5	52.77	54.55	0.138	4
+5.0	51.18	52.65	0.152	4

音質評価	箇所数
2	2
3	0
4	19

送信点1の追加の光ケーブル　なし
送信点2の追加の光ケーブル　なし
遅延時間　2.7 μs(実測値)

測定箇所(m)	SINAD(dB)	S/N(dB)	歪率(%)	音質評価
−5.0	30.63	44.57	2.832	4
−4.5	31.01	43.98	2.694	4
−4.0	37.35	46.96	1.261	4
−3.5	42.86	48.13	0.600	4
−3.0	44.81	47.34	0.405	4
−2.5	44.81	48.86	0.445	4
−2.0	41.23	47.15	0.735	4
−1.5	36.41	45.31	1.392	4
−1.0	38.57	46.20	1.078	4
−0.5	35.94	43.13	1.460	4
±0.0	14.90	19.21	12.842	2
+0.5	34.23	43.37	1.755	4
+1.0	26.62	26.85	1.536	2
+1.5	26.68	27.04	1.453	2
+2.0	44.07	48.21	0.492	4
+2.5	45.73	49.82	0.407	4
+3.0	48.65	50.89	0.239	4
+3.5	50.70	51.63	0.150	4
+4.0	51.09	51.83	0.123	4
+4.5	51.16	52.11	0.127	4
+5.0	51.17	52.16	0.133	4

音質評価	箇所数
2	3
3	0
4	18

表 5　遅延時間差 6.3μs と 9.0μs の測定結果（測定箇所±0 で D/U＝0dB に調整後測定）

送信点1の追加の光ケーブル　なし
送信点2の追加の光ケーブル　640m
遅延時間　6.3μs(実測値)

測定箇所(m)	SINAD(dB)	S/N(dB)	歪率(%)	音質評価
−5.0	23.04	26.72	4.538	2
−4.5	24.80	27.44	3.013	2
−4.0	27.48	30.30	3.152	3
−3.5	31.14	46.00	2.716	4
−3.0	32.59	48.82	2.305	4
−2.5	35.11	49.74	1.733	4
−2.0	33.32	48.54	2.135	4
−1.5	29.83	49.49	3.150	4
−1.0	26.83	45.06	4.365	4
−0.5	25.72	45.14	4.894	4
±0.0	28.67	44.51	3.596	4
+0.5	32.10	46.83	2.452	4
+1.0	33.92	46.41	1.954	4
+1.5	31.26	43.28	2.577	4
+2.0	28.97	47.05	3.477	4
+2.5	24.48	25.99	3.748	2
+3.0	29.64	47.66	3.221	4
+3.5	33.20	50.03	2.163	4
+4.0	34.89	49.99	1.782	4
+4.5	35.78	51.42	1.611	4
+5.0	37.25	51.82	1.350	4

音質評価	箇所数
2	3
3	1
4	17

送信点1の追加の光ケーブル　なし
送信点2の追加の光ケーブル　1280m
遅延時間　9.0μs(実測値)

測定箇所(m)	SINAD(dB)	S/N(dB)	歪率(%)	音質評価
−5.0	16.32	18.95	11.282	2
−4.5	19.81	22.73	6.740	2
−4.0	26.27	28.01	3.883	2
−3.5	31.00	47.04	2.764	4
−3.0	33.54	46.91	2.051	4
−2.5	33.00	47.02	2.205	4
−2.0	30.28	49.36	3.034	4
−1.5	25.95	46.97	4.930	4
−1.0	19.68	23.19	7.811	2
−0.5	19.09	24.16	8.649	2
±0.0	19.15	25.32	9.257	2
+0.5	22.07	24.06	4.835	2
+1.0	30.09	44.85	3.061	4
+1.5	25.75	27.14	2.797	2
+2.0	22.73	27.06	3.888	2
+2.5	24.76	28.23	3.921	2
+3.0	29.62	49.62	3.221	4
+3.5	30.43	49.15	2.950	4
+4.0	30.83	49.67	2.803	4
+4.5	32.36	50.01	2.363	4
+5.0	32.71	49.54	2.283	4

音質評価	箇所数
2	10
3	0
4	11

表 6　遅延時間差 13.2μs の測定結果（測定箇所±0 で D/U＝0dB に調整後測定）

送信点1の追加の光ケーブル　なし
送信点2の追加の光ケーブル　1920m
遅延時間　13.2μs(実測値)

測定箇所(m)	SINAD(dB)	S/N(dB)	歪率(%)	音質評価
−5.0	18.25	23.13	9.17	2
−4.5	19.16	23.58	8.44	2
−4.0	22.14	25.68	5.57	2
−3.5	25.99	47.81	4.86	4
−3.0	29.08	49.60	3.47	4
−2.5	29.62	48.86	3.27	4
−2.0	27.77	50.75	4.02	4
−1.5	24.12	47.29	5.96	4
−1.0	19.82	26.81	8.09	2
−0.5	20.67	25.24	7.07	2
±0.0	21.65	23.86	4.79	2
+0.5	25.02	39.93	5.26	4
+1.0	29.04	47.48	3.42	4
+1.5	27.96	41.66	3.89	4
+2.0	22.03	28.12	6.48	2
+2.5	16.99	23.88	11.09	2
+3.0	22.75	27.88	5.64	2
+3.5	27.80	50.28	4.00	4
+4.0	28.86	50.60	3.53	4
+4.5	30.10	51.49	3.06	4
+5.0	30.55	51.17	2.92	4

音質評価	箇所数
2	9
3	0
4	12

５.３.４ 中間地点の測定点を送信点２側に移動した場合

遅延時間差０μｓと 2.7μｓについて、図７に示す畦道を送信点２側に移動した場合の測定結果を表７に示す（送信点１側は田んぼの中で移動できなかった）。

出展：国土地理院の地形図を元に作成。

図７　中間地点のマルチパス確認ポイント（矢印方向に移動）

表７　遅延時間差０μｓと 2.7μｓの測定結果（測定箇所±0 で D/U＝0dB に調整後測定）

送信点1の追加の光ケーブル　630m
送信点2の追加の光ケーブル　なし
遅延時間　０μｓ(実測値)

測定箇所(m)	SINAD(dB)	S/N(dB)	歪率(%)	音質評価
±0.0	28.13	28.37	1.207	2
+0.5	48.19	50.15	0.241	4
+1.0	50.49	53.36	0.212	4
+1.5	44.31	45.55	0.199	4
+2.0	44.49	46.21	0.322	4
+2.5	49.35	51.90	0.233	4
+3.0	48.72	50.65	0.222	4
+3.5	24.80	25.70	2.133	2
+4.0	47.72	49.72	0.260	4
+10.0	47.45	49.14	0.251	4

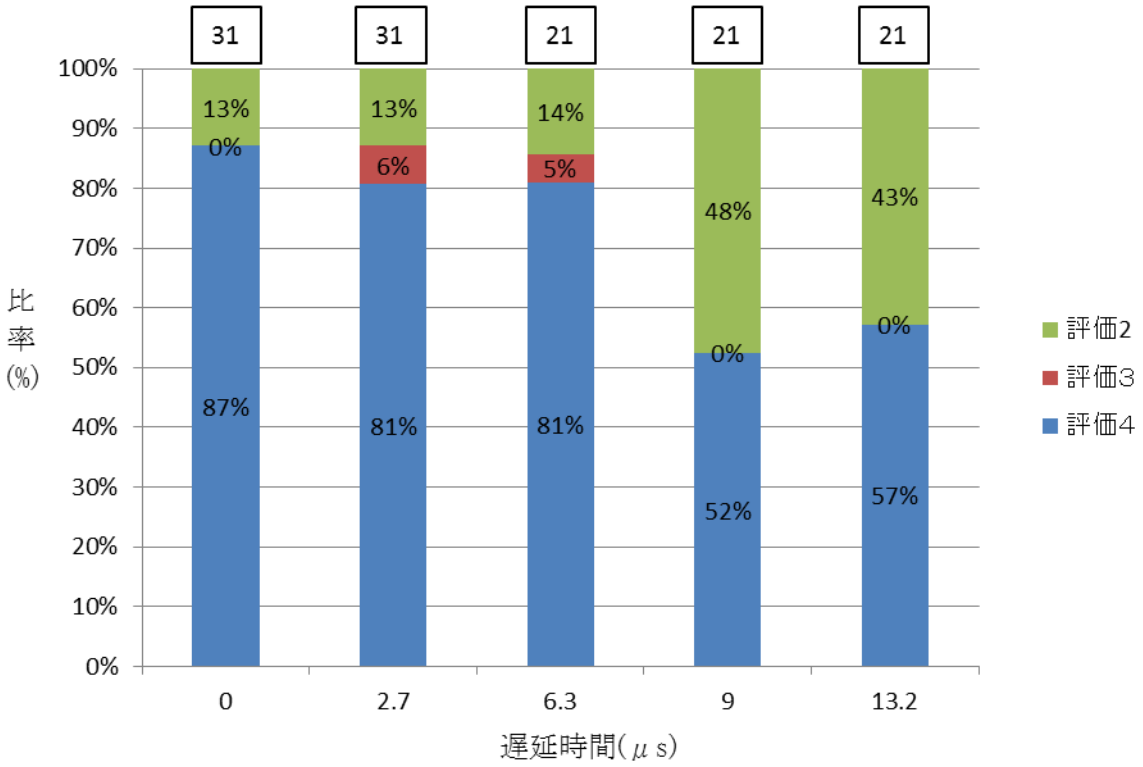
音声評価	箇所数
2	2
3	0
4	8

送信点1の追加の光ケーブル　なし
送信点2の追加の光ケーブル　なし
遅延時間　2.7μｓ(実測値)

測定箇所(m)	SINAD(dB)	S/N(dB)	歪率(%)	音質評価
±0.0	37.35	46.96	1.261	4
+0.5	47.83	51.71	0.315	4
+1.0	48.18	51.84	0.299	4
+1.5	24.70	26.19	3.041	2
+2.0	29.95	30.13	1.074	3
+2.5	49.44	53.03	0.254	4
+3.0	33.31	33.99	1.090	3
+3.5	34.99	43.24	1.589	4
+4.0	48.88	49.73	0.161	4
+10.0	43.01	46.76	0.515	4

音声評価	箇所数
2	1
3	2
4	7

中間地点を送信点 1 と送信点 2 を結ぶ線上に直角方向に移動した場合と中間地点の測定点を送信点 2 側に移動した場合の音質評価の結果を図 8 に示す。



＊1：専門家による評価

＊2：棒グラフ上段 数字 は測定ポイント数

＊3：測定箇所±0 の地点で D/U＝0dB に設定

図 8　遅延時間と音質評価の結果

５.４ 地上高 1m における FM ラジオの音質評価

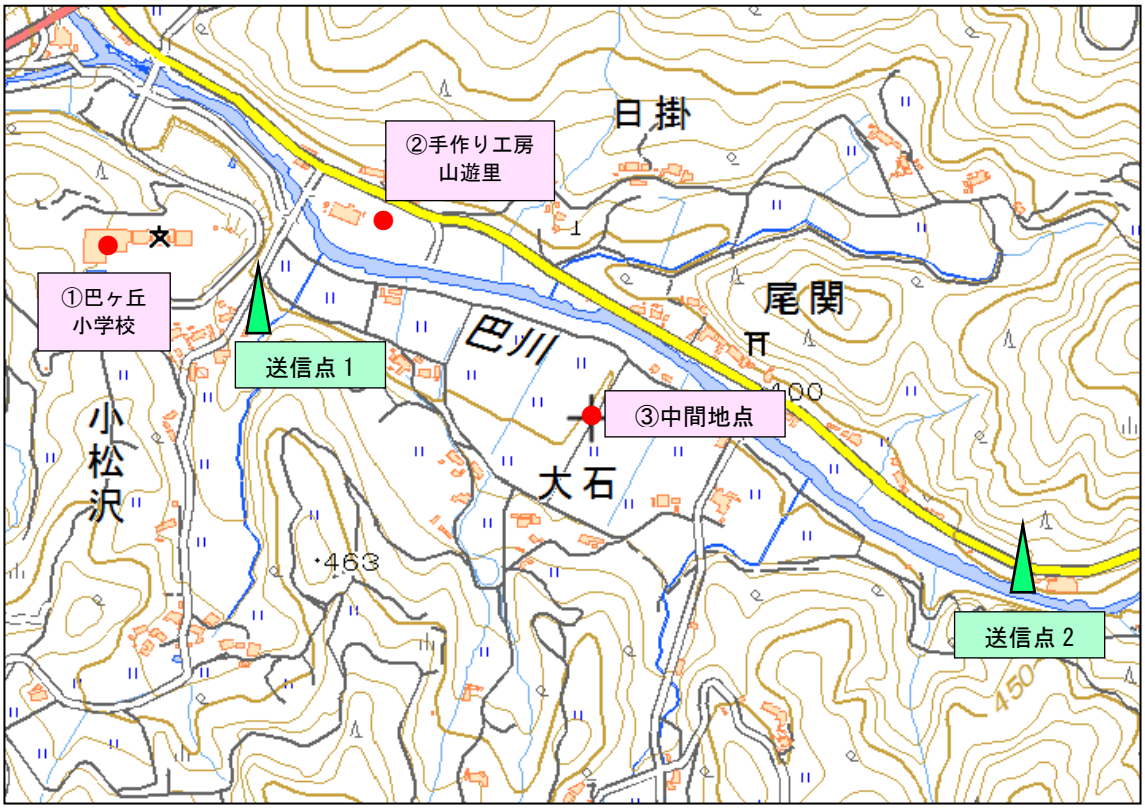
31 名の参加者による音質評価（アンケート調査）を行った。

５.４.１ 調査地点

①愛知県豊田市大桑町別当 56　巴ヶ丘小学校（講堂および校庭）

②愛知県豊田市羽布町柿田15-1　手づくり工房山遊里　駐車場

③愛知県豊田市羽布町仲ノ切 12　道路上（送信点 1 と 2 の中間地点）



出展：国土地理院の地形図を元に作成。

５.４.２ 参加者

表８　参加者の組織名と人数（検討会委員とその関係者）

組織名	人数
豊田市　企画課	1
ひまわりネットワーク株式会社	2
日本放送協会　名古屋放送局	2
日本放送協会	4
株式会社ＣＢＣラジオ	1
東海ラジオ放送株式会社	1
株式会社エフエム愛知	1
マスプロ電工株式会社	2
シンクレイヤ株式会社	2
株式会社ＮＨＫアイテック	2
総務省　東海総合通信局	5
総務省　情報流通行政局	5
一般社団法人日本ＣＡＴＶ技術協会	3
合計	31

５.４.３ 音質評価用信号

送信周波数：87.3MHz

信　　号：①コールサイン

②1kHz トーン信号（モノラル 30%変調）

③文章

④音楽

流す時間：①終了後、②の信号を 40 秒間、③の信号を 40 秒間、④の信号を 40 秒間流し、その後①②③④を繰り返す。

５.４.４ 評価方法

あらかじめ選定された地点において送信点 1 と送信点 2 から送信される信号を携帯型ラジオ C2 で受信し 5 段階の音質評価を行って記録用紙に記入する。

音声評価は野外の雑音環境の中で行うので聴取に集中できるよう両方の耳にヘッドホンを付けて音声を聴取する。

５.４.５ 手　順

① 送信点 1 の電源を ON にして送信点 1 から送信される電波のノイズ評価を行う。

② 次に、送信点 1 の電源を OFF にして、送信点 2 の電源を ON にして、送信点 2 から送信される電波のノイズの評価を行う。

③ 次に送信点 1 と送信点 2 の両方の電源を ON にして送信点 1 と送信点 2 の両方から送信される電波のノイズとマルチパスの評価を行う。

５.４.６ 音質調査の結果

音質調査の結果を表 9～表 11 に示す。

表 9　巴ヶ丘小学校での音質評価結果（中央値）

巴ヶ丘小学校							
空間遅延時間	送信点 1 からの距離約 200m（0.7μs） 送信点 2 からの距離約 1200m　（4μs）						
電界強度 （地上高 1m）	送信点 1 からの電界強度：校庭で 37.5 dBμ/m 送信点 2 からの電界強度：校庭で 43.2 dBμ/m						
電波発射送信点	地点	ノイズ評価			マルチパス評価		
		1kHz	文章	音楽	1kHz	文章	音楽
送信点 1	講堂 1	2	1.75	1.5			
	講堂 2	1	1	1			
	講堂 3	1	1.25	1			
送信点 2	講堂 1	3	3	3			
	講堂 2	2.5	2.5	2.5			
	講堂 3	3	3	3			
送信点 1 と 2	講堂 1	3	3	3	3	3	3
	講堂 2	2.5	2.5	2.5	3	3	3
	講堂 3	3	3	3	3	3	3
送信点 1	校庭 1	3	3	3			
	校庭 2	3.5	3.5	3.75			
	校庭 3	4	4	4			
送信点 2	校庭 1	3.5	3.5	3.5			
	校庭 2	3.5	3.5	3.5			
	校庭 3	4	4	4			
送信点 1 と 2	校庭 1	3.5	3.5	3.5	3.5	4	3.5
	校庭 2	4	4	4	4	4	4
	校庭 3	4	4	4	4	4	4

表 10　手づくり工房山遊里での音質評価結果（中央値）

手づくり工房山遊里							
空間遅延時間	送信点 1 からの距離約 100m（ 0.3μs） 送信点 2 からの距離約 1000m （3.3μs）						
電界強度 （地上高 1m）	送信点 1 からの電界強度：60.9 dBμ/m 送信点 2 からの電界強度：37.4dBμ/m						
電波発射送信点	地点	ノイズ評価			マルチパス評価		
		1kHz	文章	音楽	1kHz	文章	音楽
送信点 1 と 2	地点 1	4	4	4	4	4	4
	地点 2	4	4	4	4	4	4
	地点 3	4	4	4	4	4	4

表 11　中間地点での音質評価結果（中央値）

中 間 地 点							
空間遅延時間	送信点 1 からの距離約 500m（1.7μs） 送信点 2 からの距離約 500m（1.7μs）						
電界強度 （地上高 1m）	地点 1	送信点 1 からの電界強度：45.7 dBμ/m 送信点 2 からの電界強度：41.9 dBμ/m					
	地点 2	送信点 1 からの電界強度：40.5 dBμ/m 送信点 2 からの電界強度：43.7 dBμ/m					
	地点 3	送信点 1 からの電界強度：47.0 dBμ/m 送信点 2 からの電界強度：47.2 dBμ/m					
電波発射送信点	地点	ノイズ評価			マルチパス評価		
		1kHz	文章	音楽	1kHz	文章	音楽
送信点 1	地点 1	3	3	3			
	地点 2	3	3	3			
	地点 3	3.5	3.5	3.5			
送信点 2	地点 1	3	3	3			
	地点 2	3	3	3			
	地点 3	3.5	3.5	3.5			
送信点 1 と 2	地点 1	3	3	3	3	3.25	3
	地点 2	3.5	3.5	3	3.5	3.5	3.5
	地点 3	4	4	4	4	4	4

５.４.７ 音質調査結果のまとめ

音質評価は中央値で表記したが、参考に平均値で表記すると下段の値となっている。

表 12　音質調査結果のまとめ（min～max の幅　上段：中央値　下段：平均値）

場　所		送信点１　ON	送信点２　ON	送信点１および２　ON (マルチパス評価（＊3))
巴ヶ丘小学校	講堂	1～2（＊1）	2.5～3（＊2）	3
		1.2～1.8（＊1）	2.4～3.3（＊2）	2.8～3
	校庭	3～4	3.5～4	3.5～4
		3.1～4.1	3.4～4.1	3.6～4.2
手づくり工房山遊里		－	－	4
				3.9～4.3
中間地点		3～3.5	3～3.5	3～4
		2.7～3.4	3.2～4.3	3.1～3.6

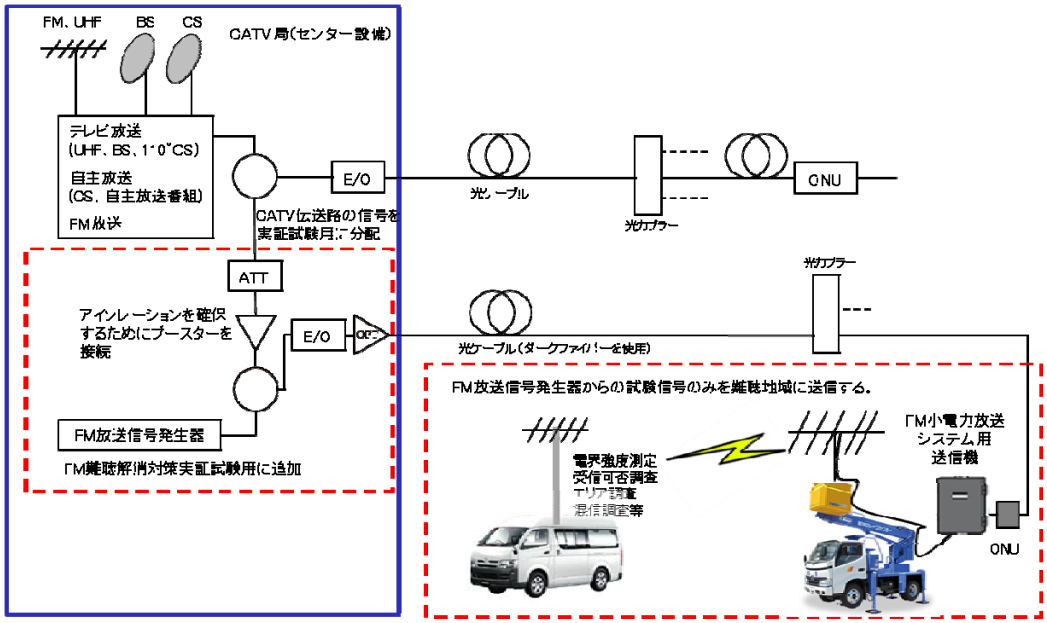
（＊1）送信点 1 は巴ヶ丘小学校の校庭から約 28m下がった道路に設置されており、道路から立ち上がっている土手（p18　現地の写真　①送信点 1 参照）で電波が遮蔽されているため校庭には電波が届くが､校庭から離れている講堂での信号レベルが低い。

（＊2）約 1.2km 離れた送信点 2 からの電波が巴ヶ丘小学校の講堂に届くため聴取できている。

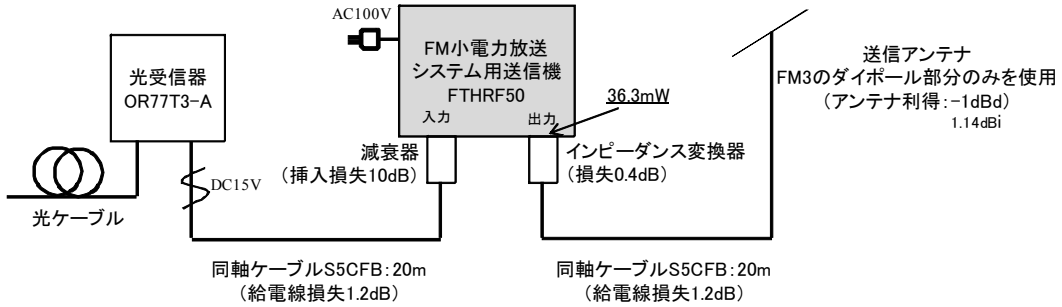
（＊3）マルチパス評価は送信点 1 と送信点 2 から発射される電波の遅延時間差を 0μs に調整したときの評価である。

第６章 資　料

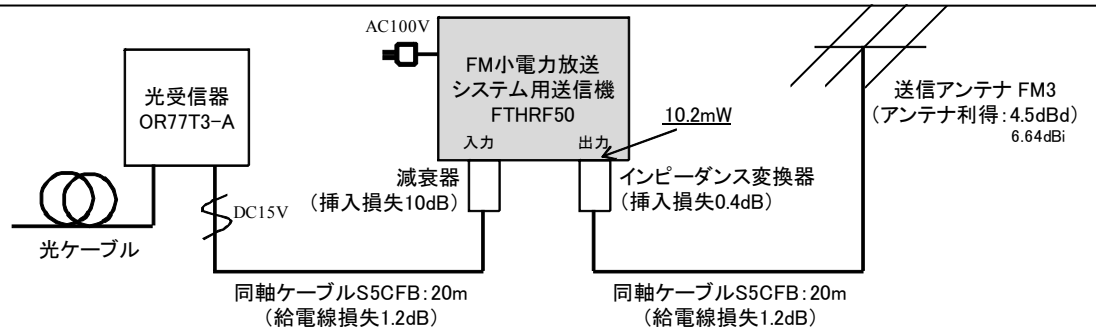
６.１ 無線システム全体図



６.２ 送信点１の設置概要



６.３ 送信点２の設置概要



６.４ 送信点の設置仕様

１）送信点１

電波の型式	NON：CW波 F3E：FMラジオ放送[モノラル] F8E：FMラジオ放送[ステレオ]
占有周波数帯幅	200kHz
周波数	87.3MHz
移動範囲	緯度　35° 02′ 28.29″・東経 137° 22′ 56.81″を中心とした半径1km以内
常置場所　住所	愛知県日進市浅田町上納80番地
常置場所　緯度/経度	緯度　35° 07′ 37.58″・東経 137° 01′ 51.25″
送信機出力	36.3mW
実効放射電力	20mW　＊2mW～20mWで可変
空中線型式	ダイポールアンテナ
	水平偏波面を使用
	型名：FM3（ダイポール部分のみを使用）
	メーカー：マスプロ電工
空中線利得	-1dBd
空中線の指向方向	T.N. 80°
空中線の海抜高	海抜高：400.0m
地上高	地上高：10m
給電線等の損失	1.6dB　＊1.6dB～10.6dBで可変 （同軸ｹｰﾌﾞﾙ20m（S5CFB）損失＋インピーダンス変換器損失＋減衰器）
備考	愛知県豊田市羽布町井戸谷下

２）送信点２

電波の型式	NON：CW波 F3E：FMラジオ放送[モノラル] F8E：FMラジオ放送[ステレオ]
占有周波数帯幅	200kHz
周波数	87.3MHz
移動範囲	北緯　35° 02′ 17.03″・東経137° 23′ 32.69″を中心とした半径1km以内
常置場所　住所	愛知県日進市浅田町上納80番地
常置場所　緯度/経度	緯度　35° 07′ 37.58″・東経 137° 01′ 51.25″
送信機出力	10.2mW
実効放射電力	20mW　＊2mW～20mWで可変
空中線型式	八木式アンテナ
	水平偏波面を使用
	型名：FM3
	メーカー：マスプロ電工
空中線利得	4.5dBd
空中線の指向方向	T.N. 290°
空中線の海抜高	海抜高：409.0m
地上高	地上高：10m
給電線等の損失	1.6dB　＊1.6dB～10.6dBで可変 （同軸ｹｰﾌﾞﾙ20m（S5CFB）損失＋インピーダンス変換器損失＋減衰器）
備考	愛知県豊田市羽布町

3）設置場所の潜在電界

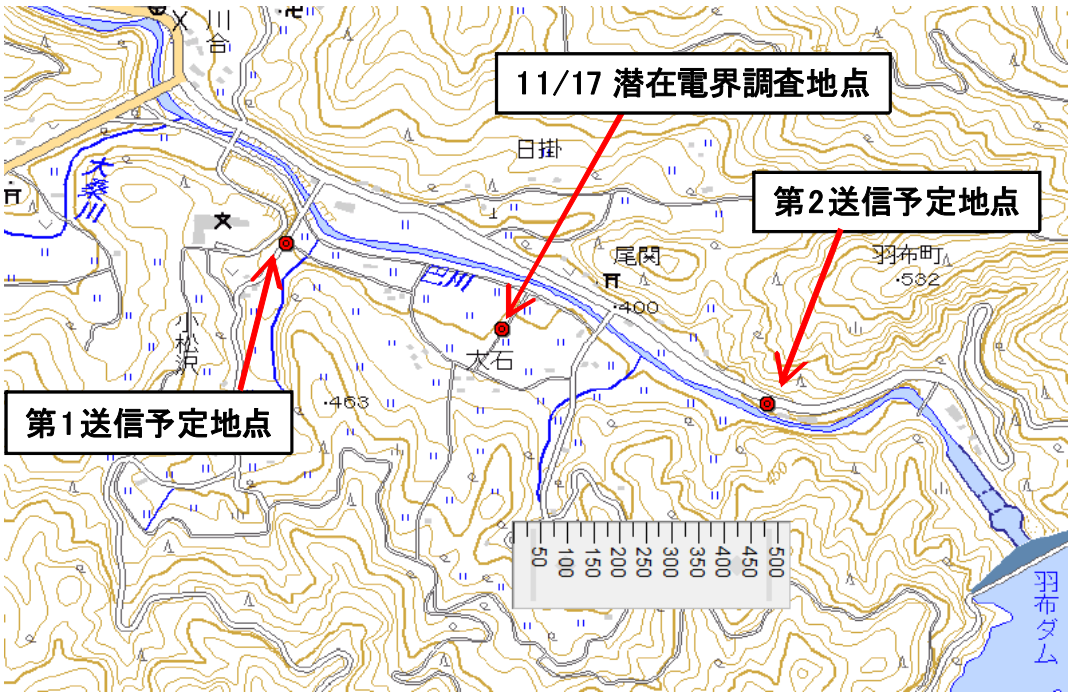
【調査地点】

住所：愛知県豊田市羽布町仲ノ切 12

緯度：35° 02’ 22.31’’

経度：137° 23’ 12.92’’

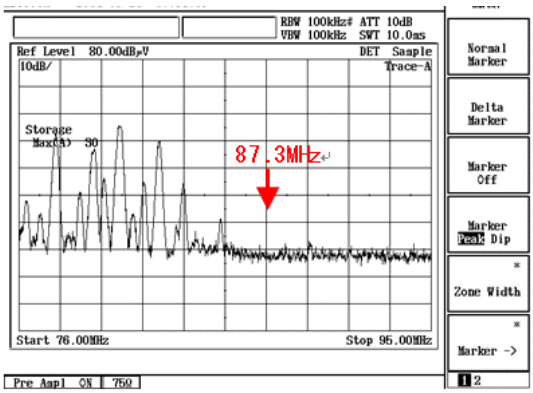
標高：402m



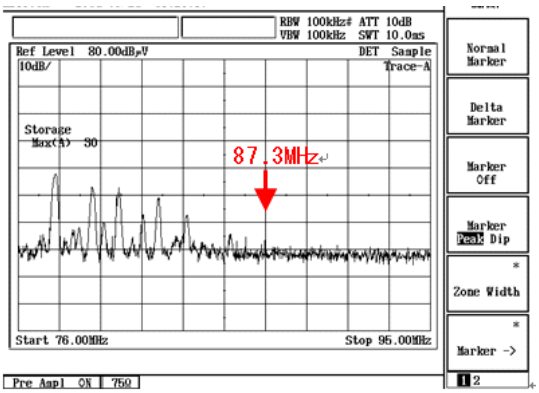
出展：国土地理院の地形図を元に作成。

【76MHz-95MHz 帯域 】

＜水平偏波成分＞

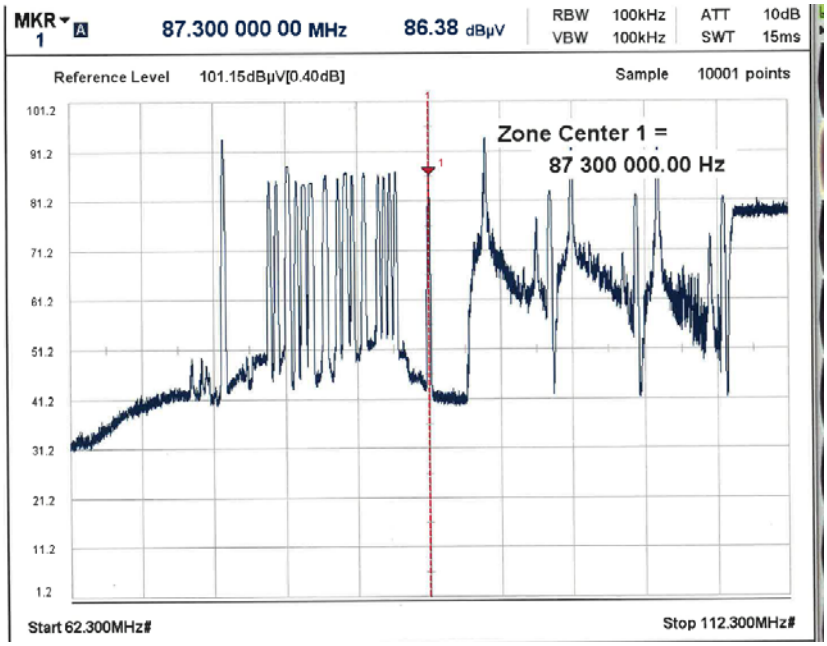


＜垂直偏波成分＞



６.５ センター設備から送出される FM 放送信号の品質

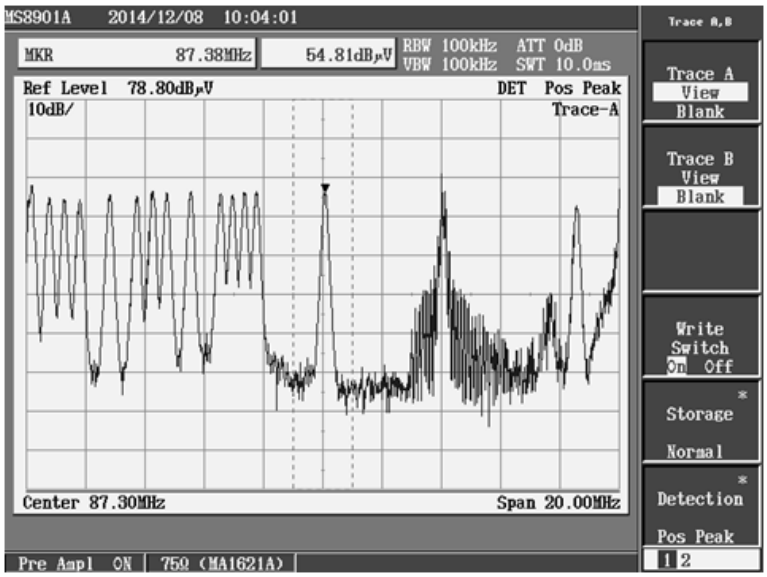
実際のケーブルテレビ伝送の品質を想定し、CN 比 47dB に調整されている。



６.６ 送信点から発射される信号品質

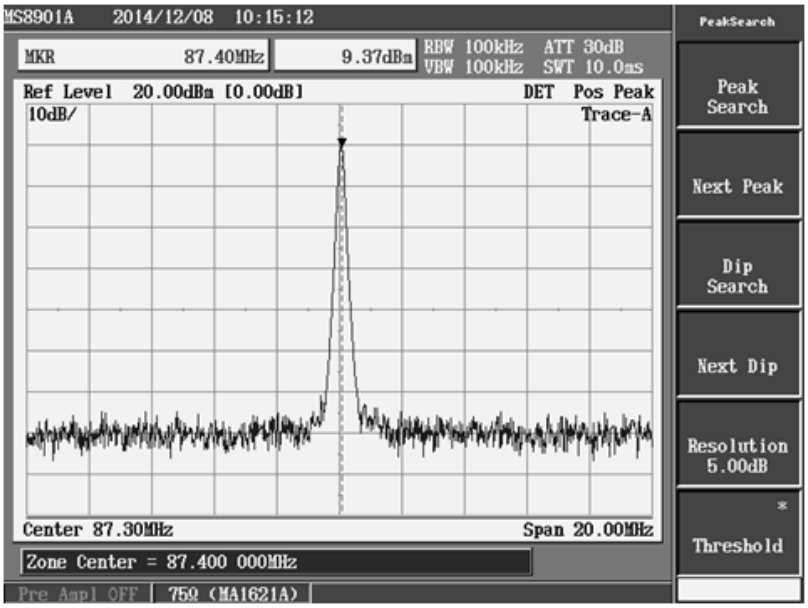
６.６.１ 無線局への入力波形

ケーブルテレビで伝送されている信号のスペクトルも確認できる。



６.６.２ 無線局からの送信波形

IF フィルタで信号以外の成分を減衰させているのが確認できる。



６.７ 現地の写真

①送信点１

右側の土手の約 28m 上、約 200m離れた位置に巴ヶ丘小学校の講堂がある。

②巴ヶ丘小学校

③巴ヶ丘小学校講堂

コーン（3 箇所）を立てた位置で音質評価を行った。

④巴ヶ丘小学校校庭

コーン（3 箇所）を立てた位置で音質評価を行った。

⑤手づくり工房山遊里（駐車場）

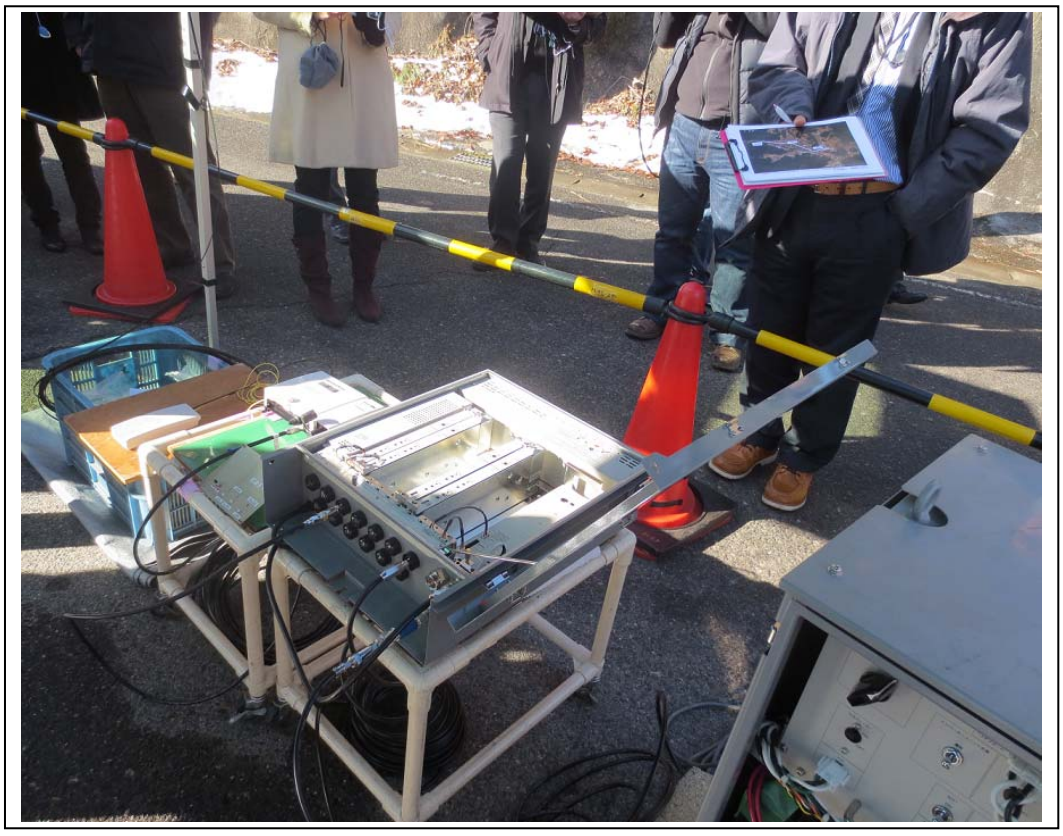
コーン（3 箇所）を立てた位置で音質評価を行った。

⑥中間地点

コーン（3 箇所）を立てた位置で音質評価を行った。

⑦中間地点（音質評価の風景）

⑧無線局の外観



⑨送信点 2

FM受信機に与える影響について

1．強電界環境におけるFM受信機の影響

◆強電界強度環境では、受信機に障害を与える可能性があるため注意が必要。

◆受信機入力部に強い信号が複数波加わると、安定動作領域でないため感度抑圧や相互変調などの障害が発生する可能性がある。

◆影響を受ける条件は、受信機個別性能、入力周波数、入力波数、入力電力等により劣化特性は異なる。
特に、受信機の種類により大きく異なり傾向も見られる。

◆ 特に、相互変調周波数の関係にある場合は、低い入力電力においても受信劣化が生じる。

受信機の種類	強電界の性能	受信形態	受信高	アンテナ	アンテナ利得	備　考
カーステレオ	強い	移動	地上高2m	車載ｱﾝﾃﾅ（屋外）	0～−8dB程度	
ステレオセット	強い	固定	地上高4m	外部ｱﾝﾃﾅ（屋内外）	10～−5dB程度	
ラジカセ	弱い	固定	地上高4m	ﾛｯﾄﾞｱﾝﾃﾅ（屋内）	0～−15dB程度	特に注意が必要
携帯ラジオ	弱い	移動	地上高2m	ｲﾔﾎﾝｱﾝﾃﾅ（屋内外）	−5～−20dB程度	

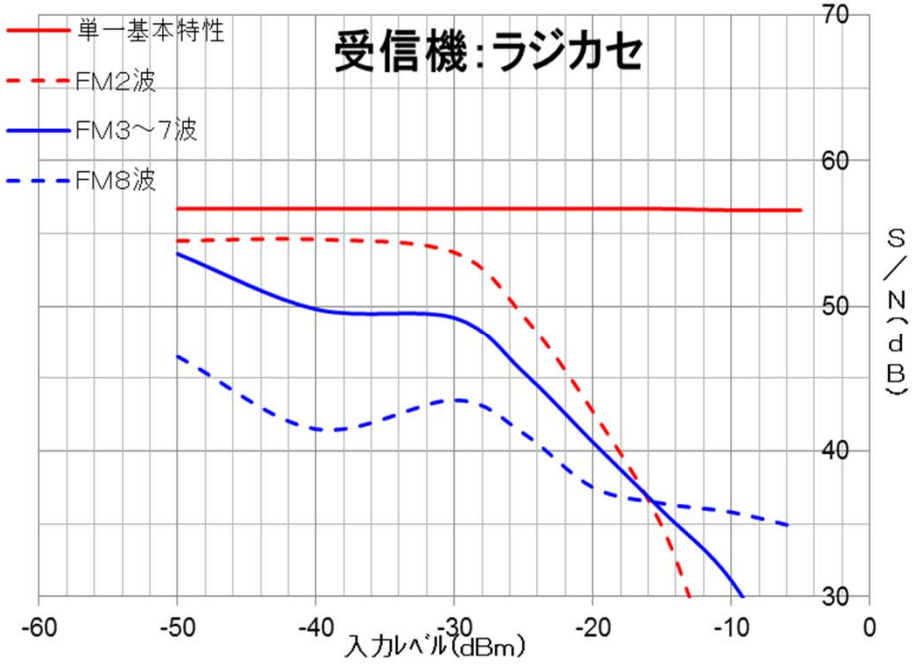
評価試験については、比較的受信劣化が起きやすい（相互変調等の影響を受けやすい）ラジカセ型受信機をモデルに干渉基準を検討した。
なお、カーステレオやステレオコンポは、評価実験において影響がほとんど見られなかった。

参考資料3

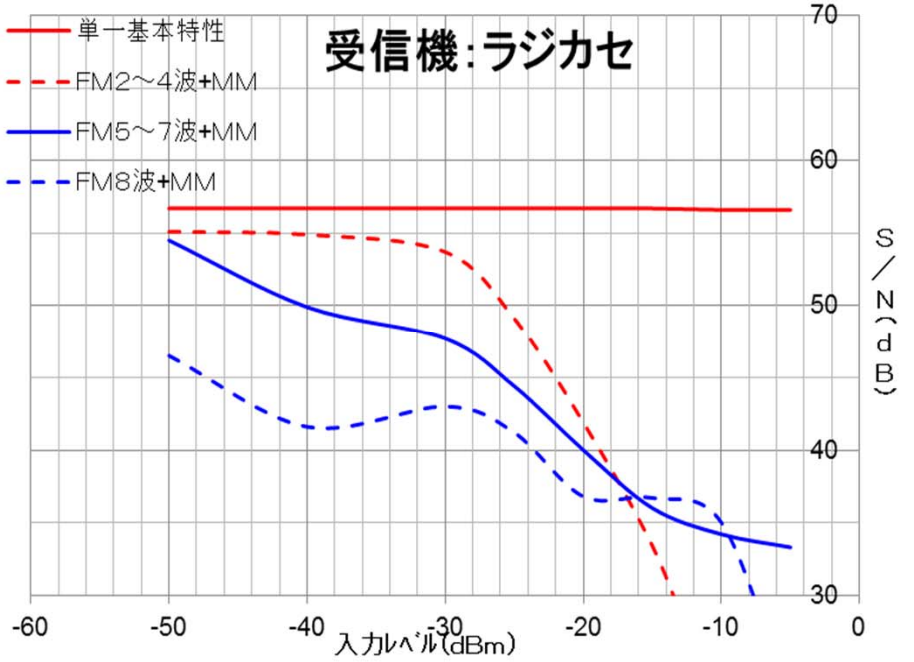
受信機評価試験

2. FM受信機の評価試験

- 市販されている受信機について、FM放送波を2～8波入力した場合と、その条件にV-Lowマルチメディア放送を加えた場合の強電界環境（過入力状態）での受信機のS/N劣化を調査した。
- 試験受信機は、76～108MHzまで受信可能な市販受信機を用意し、東京、大阪、広島で実際に使用している周波数で、71パターン、5機種の受信機で試験した。
- 試験の結果、受信機機種、周波数（相互変調周波数関係を含む）、FM受信波数などの条件により劣化特性が大きく異なるが、最も特性が悪かったものはラジカセ型受信機であった。
- S/N40dBを下回る特性が、FM受信波数により分類できたことから、その組合せの中から最も悪い振る舞いをした代表データを示す。なお、カーオーディオ、ステレオコンポの受信機は、過入力時においてもS/N劣化は微小であり、S/N40dBを下回ることは無かった。



FM放送波2～8波受信時の特性



FM放送波2～8波＋MM受信時の特性

参考資料４

航空移動業務及び航空無線航行業務との混信検討

１．航空無線業務との混信検討（念のため）

ギャップフィラーからの電波が、航空機に搭載されている ILS 及び VOR 受信機に対して与える影響について、国際民間航空条約の ANNEX10 に規定されているイミニティ保護レベル（表１）を満足するための最低離隔距離を ITU 勧告（ITU-R SM.1009-1）に掲載されている以下の式１及び式２により計算した結果、ギャップフィラーの仕様等を表２のとおりに設定した場合、最小離隔距離は「1.4m」となるが、航空機の運用形態や大きさ等を考慮すると、この最小離隔距離よりも近づくことは無いことから、混信問題は生じないものと認められる。

標準航行システムに関するイミュニティ保護レベル

System	ICAO Reference		Maximum Level of undesired FM signal (dBm) 88 MHz	102 MHz	104 MHz	106 MHz	107.9 MHz
ILS	Annex 10, Volume 1, Para 3.1.4.2		15	15	10	5	-10
VOR	Annex 10, Volume 1, Para 3.3.8.2		15	15	10	5	-10
GBAS	Annex 10, Volume 1, Para 3.6.8.2.2.8.2	(108.025 - 111.975 MHz)	15	15			
		(112.000 - 117.975 MHz)		15	10	5	0

Note : 1.Annex 10 for all systems specifies linear interpolation between defined points.
2. The levels quoted are at the input to the receiver.

計算諸元

空中線電力	250mW（-6.02dBW）
ｱﾝﾃﾅ利得等	5dB
GF 周波数	95MHz
離隔距離	100m（航空機の大きさ等を考慮した値）

GF から ILS/VOR 受信機への入力電力算出式　（ITU-R SM.1009-1 3.3.7）

$$E = 76.9 + P - 20 \log d + H + V$$

E : field strength (dB(μV/m)) of the broadcasting signal
P : maximum e.r.p. (dBW) of broadcasting station
d : slant path distance (km) (see definition in Annex 4)
H : h.r.p. correction (dB)
V : v.r.p. correction (dB).

ILS/VOR 受信機の入力電力算出式　（ITU-R SM.1009-1 3.4）

$$N = E - 118 - L_S - L(f) - L_a$$

where:
N : broadcasting signal level (dBm) at the input to the aeronautical receiver
E : field strength (dB(μV/m)) of the broadcasting signal
L_S : signal splitter loss of 3.5 dB
$L(f)$: antenna system frequency-dependent loss at broadcasting frequency f (MHz) of 1.2 dB per MHz below 108 MHz (for a horizontally polarized antenna)
L_a : antenna system fixed loss of 9 dB.

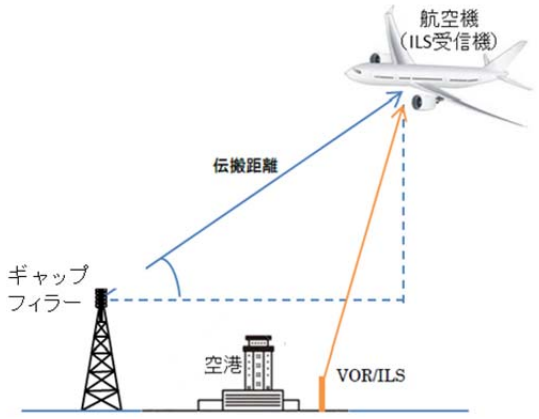


図１　GF と航空無線システムとの位置関係

ギャップフィラーと航空無線システムとの相互変調周波数による影響の検討

１．２波３次の相互変調周波数の検討

ギャップフィラーの周波数と他の FM 放送局との２波３次の相互変調積が航空機に搭載されている ILS 受信機に対して与える影響について、 ITU 勧告（ITU-R SM.1009-1）の規定に基づき、表６のとおり最悪条件でのパラメータで計算した結果、相互変調障害検討値は「-7.3dB≦0」となり、当該最悪条件のもとで特段の問題は生じないものと認められる。

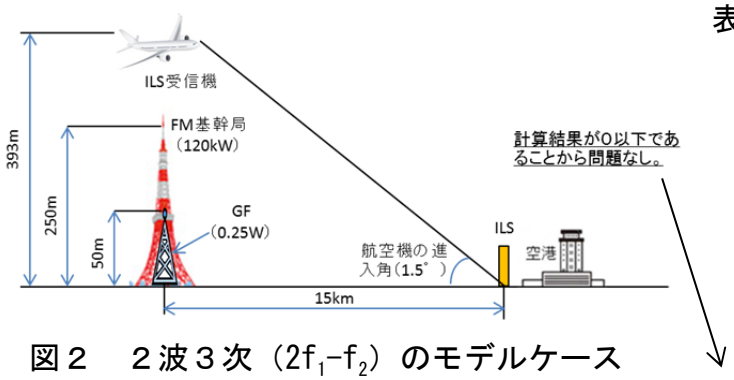


図２　２波３次（$2f_1-f_2$）のモデルケース

表１　計算諸元（２波３次）

FM基幹局のERP	120kW
GFのERP	0.25W
アンテナ利得等	5dB
FM基幹局周波数1（f_1）	95MHz
GF周波数（f_2）	82MHz
水平距離	0m
FM基幹局の送信高	250m
GF送信高	50m
FM基幹局の最小離隔距離	0.14km
GFからの最小離隔距離	0.34km
計算結果	-7.3dB

２．３波３次の相互変調周波数の検討

ギャップフィラーの周波数と他の FM 放送局との３波３次の相互変調積が航空機に搭載されている ILS 受信機に対して与える影響について、 ITU 勧告（ITU-R SM.1009-1）の規定に基づき、表７のとおり最悪条件でのパラメータで計算した結果、相互変調障害検討値は「-5.2dB≦0」となり、当該最悪条件のもとで特段の問題は生じないものと認められる。

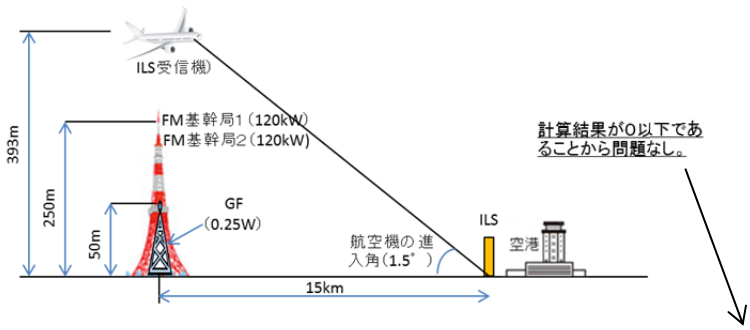


図３　３波３次（$2f_1-f_2$）のモデルケース

表２　計算諸元（３波３次）

FM基幹局のERP	120kW
GFのERP	0.25W
アンテナ利得等	5dB
FM基幹局周波数1（f_1）	79MHz
FM基幹局周波数2（f_2）	92MHz
GF周波数（f_3）	95MHz
水平距離	0m
FM基幹局（1、2）の送信高	250m
GF送信高	50m
FM基幹局（1、2）の最小離隔距離	0.14km
GFからの最小離隔距離	0.34km
計算結果	-5.2dB

International Telecommunication Union

ITU-R
Radiocommunication Sector of ITU

Recommendation ITU-R SM.1009-1

(10/1995)

Compatibility between the sound-broadcasting service in the band of about 87-108 MHz and the aeronautical services in the band 108-137 MHz

SM Series

Spectrum management

International Telecommunication Union

Foreword

The role of the Radiocommunication Sector is to ensure the rational, equitable, efficient and economical use of the radio-frequency spectrum by all radiocommunication services, including satellite services, and carry out studies without limit of frequency range on the basis of which Recommendations are adopted.

The regulatory and policy functions of the Radiocommunication Sector are performed by World and Regional Radiocommunication Conferences and Radiocommunication Assemblies supported by Study Groups.

Policy on Intellectual Property Right (IPR)

ITU-R policy on IPR is described in the Common Patent Policy for ITU-T/ITU-R/ISO/IEC referenced in Annex 1 of Resolution ITU-R 1. Forms to be used for the submission of patent statements and licensing declarations by patent holders are available from http://www.itu.int/ITU-R/go/patents/en where the Guidelines for Implementation of the Common Patent Policy for ITU-T/ITU-R/ISO/IEC and the ITU-R patent information database can also be found.

Series of ITU-R Recommendations

(Also available online at http://www.itu.int/publ/R-REC/en)

Series	Title
BO	Satellite delivery
BR	Recording for production, archival and play-out; film for television
BS	Broadcasting service (sound)
BT	Broadcasting service (television)
F	Fixed service
M	Mobile, radiodetermination, amateur and related satellite services
P	Radiowave propagation
RA	Radio astronomy
RS	Remote sensing systems
S	Fixed-satellite service
SA	Space applications and meteorology
SF	Frequency sharing and coordination between fixed-satellite and fixed service systems
SM	**Spectrum management**
SNG	Satellite news gathering
TF	Time signals and frequency standards emissions
V	Vocabulary and related subjects

Note: *This ITU-R Recommendation was approved in English under the procedure detailed in Resolution ITU-R 1.*

Electronic Publication
Geneva, 2010

© ITU 2010

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, by any means whatsoever, without written permission of ITU.

RECOMMENDATION ITU-R SM.1009-1*

COMPATIBILITY BETWEEN THE SOUND-BROADCASTING SERVICE IN THE BAND OF ABOUT 87-108 MHz AND THE AERONAUTICAL SERVICES IN THE BAND 108-137 MHz

(1993-1995)

The ITU Radiocommunication Assembly,

considering

a) that, in order to improve the efficiency of spectrum utilization, there is a need to refine the criteria used when assessing compatibility between the sound-broadcasting service in the band of about 87-108 MHz and the aeronautical services in the band 108-137 MHz;

b) that there is a need for a compatibility analysis method for identifying potential incompatibilities associated with a large broadcasting assignment plan;

c) that there is a need for a detailed, case-by-case compatibility analysis method to investigate potential incompatibility cases identified by a large scale analysis or for individual assessment of proposed broadcasting or aeronautical assignments;

d) that there is a need to continue the refinement of the compatibility criteria and assessment methods,

recognizing

that coordination has been effected since 1984 by other criteria and/or methods,

recommends

1 that the criteria given in Annex 1 be used for compatibility calculations;

2 that the method given in Annex 2 be used for predicting potential incompatibilities associated with a large broadcasting assignment plan;

3 that the techniques in Annex 3 be used for detailed, case-by-case compatibility calculations concerning potential interference cases identified by the method given in Annex 2 or concerning individual assessment of proposed assignments to broadcasting or aeronautical stations;

4 additionally, that results of practical verification of predicted compatibility situations as well as other relevant information may be used for coordination and to effect further refinement of the compatibility criteria, assessment method and techniques given in Annexes 1, 2 and 3 respectively.

Note from the Director – A list of selected documents that may be useful in studies of compatibility between the aeronautical radionavigation and radiocommunication services and the sound-broadcasting service is given below:

1 ITU conference documents

Regional Administrative Conference for FM Sound Broadcasting in the VHF Band (Region 1 and Certain Countries Concerned in Region 3). First Session (Geneva 1982): Report to the Second Session of the Conference (Geneva, 1982).

Final Acts of the Regional Administrative Conference for the Planning of VHF Sound Broadcasting (Region 1 and Part of Region 3) (Geneva, 1984).

2 Ex-CCIR documents (Düsseldorf, 1990)

Report 929-2 – Compatibility between the broadcasting service in the band of about 87-108 MHz and the aeronautical services in the band of 108-137 MHz.

Report 1198 – Compatibility between the broadcasting service in the band 87.5-108 MHz and aeronautical services in the band 108-137 MHz.

Report 927-2 – General considerations relative to harmful interference from the viewpoint of the aeronautical mobile services and the aeronautical radionavigation service.

* Radiocommunication Study Group 1 made editorial amendments to this Recommendation in 2010 in accordance with Resolution ITU-R 1-5.

NOTE 1 – Reports 929-2 and 1198 represent the culmination of work from:

– Interim Working Party 8/12 (Annapolis, 1983)

– Interim Working Party 10/8 (Paris, 1983)

– Joint Interim Working Party 8-10/1, First Meeting (Geneva, 1984)

– Joint Interim Working Party 8-10/1, Second Meeting (Rio de Janeiro, 1987)

– Joint Interim Working Party 8-10/1, Third Meeting (Helsinki, 1988)

and are contained in the following publication of the ex-CCIR (Düsseldorf, 1990):

– Compatibility between the broadcasting service in the band of about 87-108 MHz and aeronautical services in the band 108-137 MHz.

3 International Civil Aviation Organization (ICAO) documents

[ICAO, 1985] International standards, recommended practices and procedures for air navigation services: aeronautical telecommunications. Annex 10 to the Convention on International Civil Aviation, Vol. I. International Civil Aviation Organization, Montreal, Canada.

[ICAO, 1992] Handbook for evaluation of electromagnetic compatibility (EMC) between ILS and FM broadcasting stations using flight tests. International Civil Aviation Organization, Montreal, Canada.

4 Other documents

AUGSTMAN, E. and VOWLES, S. [1986] Frequency response characteristics of aircraft VOR/localizer antennas in the band 88-118 MHz. TP-7942E, Transport Canada, Ottawa, Ontario, Canada.

DONG, J.G. and SAWTELLE, E.M. [1977] Interference in communications and navigation avionics from commercial FM stations. FAA Report No. RD-78-35. Federal Aviation Administration, Washington, DC, USA.

[FAA, 1992] User's manual and technical reference for the airspace analysis mathematical model. Version 4.1. Federal Aviation Administration, Washington, DC, USA.

HARDING, S.J. [1989] Aeronautical receiver immunity to high level signals from FM broadcast transmitters. CAA Paper 89012. Civil Aviation Authority, London, UK.

HUNT, K., DOEVEN, J. and FINNIE, J. [September, 1993] LEGBAC: Church House to Malaga via Aviemore. *Telecomm. J.*, Vol. 60, No. IX.

[RTCA, 1981] FM broadcast interference related to airborne ILS, VOR and VHF communications. Document No. RTCA/DO-176. Radio Technical Commission for Aeronautics, Washington, DC, USA.

[RTCA, 1985] Minimum operational performance standards for airborne radio communications receiving equipment operating within the radio frequency range of 117.975-137.000 MHz. Document No. RTCA/DO-186. Radio Technical Commission for Aeronautics, Washington, DC, USA.

[RTCA, 1986a] Minimum operational performance standards for airborne ILS localizer receiving equipment operating within the radio frequency range of 108-112 MHz. Document No. RTCA/DO-195. Radio Technical Commission for Aeronautics, Washington, DC, USA.

[RTCA, 1986b] Minimum operational performance standards for airborne VOR receiving equipment operating within the frequency range of 108-117.95 MHz. Document No. RTCA/DO-196. Radio Technical Commission for Aeronautics, Washington, DC, USA.

ANNEX 1

Interference mechanisms, system parameters and compatibility assessment criteria

CONTENTS

		Page
1	Background and introduction	3
2	Types of interference mechanisms	3
3	Compatibility assessment parameters	4
4	Compatibility assessment criteria	9
Appendix 1 –	ILS localizer/VOR coverage and minimum field strengths (Extracted from ICAO Annex 10)	16

1 Background and introduction

Frequency modulation (FM) broadcasting service* interference to instrument landing system (ILS) localizer, VHF omnidirectional radio range (VOR) and VHF communications (COM) equipment** is a widely recognized problem among users of aviation facilities. In air/ground communication receivers, this interference problem ranges from distracting background audio to distorted and garbled reception of air traffic control signals. In airborne ILS localizer and VOR receivers, the interference problem ranges from distracting background audio to errors in course deviation and flag operation. The interference to these navigation receivers is thought to be the more serious problem, as an error in course deviation, especially during the critical approach and landing phase, is not as readily evident to the pilot as the disruption of communications.

Interference to aircraft receivers varies with the make and model of the navigation and communication receiver. There is an increasing probability of harmful interference due to the growing need for additional aeronautical and broadcasting frequency assignments.

This Annex describes:

– interference mechanisms;

– system parameters of the aeronautical radionavigation and radiocommunication systems affected;

– system parameters of the FM broadcasting stations;

– compatibility assessment criteria for Montreal receivers (see definitions in Annex 4);

– compatibility assessment criteria for ICAO, Annex 10, 1998 receivers derived from the measurement procedures of Recommendation ITU-R SM.1140.

2 Types of interference mechanisms

In general, from an ILS localizer and VOR receiver point of view, FM broadcasting transmission modulation can be regarded as noise. However, the frequencies 90 Hz and 150 Hz are specific, vulnerable frequencies for ILS localizer, and the frequencies 30 Hz and 9 960 Hz are specific, vulnerable frequencies for VOR because these frequencies provide critical guidance for the systems concerned and are therefore sensitive to interference.

Notes from the Director:

* For a description of the characteristics of FM broadcasting stations, attention is drawn to Report ITU-R BS.1198.

** For a description of the ILS localizer, VOR and VHF communications systems, attention is drawn to Report ITU-R M.927.

2.1 Type A interference

2.1.1 Introduction

Type A interference is caused by unwanted emissions into the aeronautical band from one or more broadcasting transmitters.

2.1.2 Type A1 interference

A single transmitter may generate spurious emissions or several broadcasting transmitters may intermodulate to produce components in the aeronautical frequency bands; this is termed Type A1 interference.

2.1.3 Type A2 interference

A broadcasting signal may include non-negligible components in the aeronautical bands; this interference mechanism, which is termed Type A2 interference, will in practice arise only from broadcasting transmitters having frequencies near 108 MHz and will only interfere with ILS localizer/VOR services with frequencies near 108 MHz.

2.2 Type B interference

2.2.1 Introduction

Type B interference is that generated in an aeronautical receiver resulting from broadcasting transmissions on frequencies outside the aeronautical band.

2.2.2 Type B1 interference

Intermodulation may be generated in an aeronautical receiver as a result of the receiver being driven into non-linearity by broadcasting signals outside the aeronautical band; this is termed Type B1 interference. In order for this type of interference to occur, at least two broadcasting signals need to be present and they must have a frequency relationship which, in a non-linear process, can produce an intermodulation product within the wanted RF channel in use by the aeronautical receiver. One of the broadcasting signals must be of sufficient amplitude to drive the receiver into regions of non-linearity but interference may then be produced even though the other signal(s) may be of significantly lower amplitude.

Only third-order intermodulation products are considered; they take the form of:

$$f_{intermod} = 2f_1 - f_2 \qquad \text{two-signal case or}$$

$$f_{intermod} = f_1 + f_2 - f_3 \qquad \text{three-signal case}$$

where:

$f_{intermod}$: intermodulation product frequency (MHz).

f_1, f_2, f_3: broadcasting frequencies (MHz) with $f_1 \geq f_2 > f_3$.

2.2.3 Type B2 interference

Desensitization may occur when the RF section of an aeronautical receiver is subjected to overload by one or more broadcasting transmissions; this is termed Type B2 interference.

3 Compatibility assessment parameters

3.1 Introduction

This section identifies the parameters of ILS localizer, VOR and COM aeronautical transmitters and receivers relevant for a compatibility assessment.

3.2 Characteristics of aeronautical systems

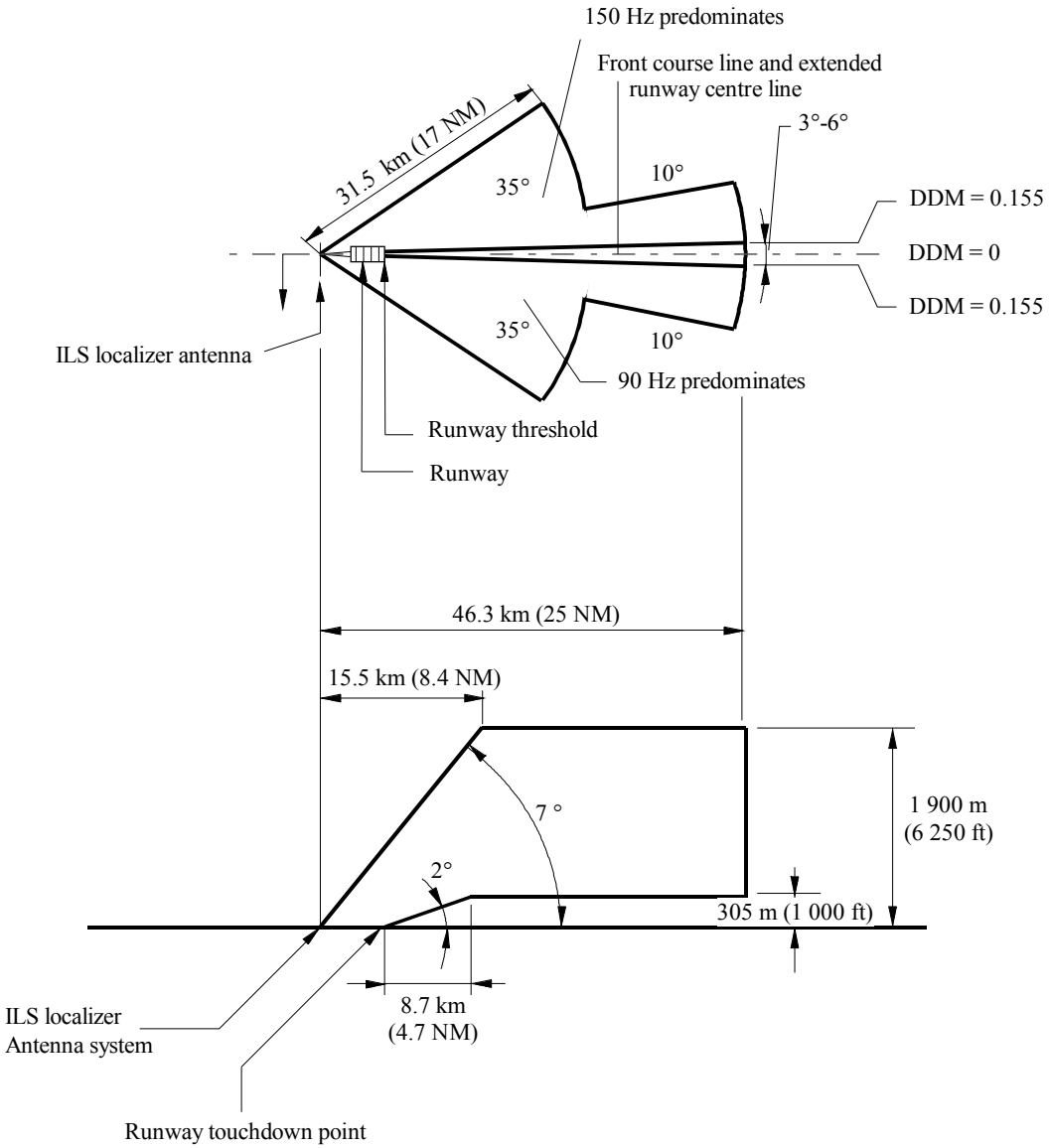
3.2.1 ILS localizer

3.2.1.1 Designated operational coverage (see Note 1)

Figure 1 illustrates a typical designated operational coverage (DOC) for an ILS localizer front course based on ICAO Annex 10 (see Note 1). The DOC may also have back course coverage. Some administrations also use the ILS localizer as an auxiliary approach guidance system and the DOC may not be aligned with a runway.

NOTE 1 – See definitions in Annex 4.

FIGURE 1
Typical ILS localizer front course DOC



Note 1 – All elevations shown are with respect to ILS localizer site elevation.
Note 2 – Not drawn to scale.

D01

3.2.1.2 Field strength

The minimum field strength to be protected throughout the ILS localizer front course DOC (see § 3.1.3.3 of Appendix 1) is 32 dB(μV/m) (40 μV/m). If service is provided in the ILS localizer back course coverage, the field strength to be protected is also 32 dB(μV/m). In certain areas of the ILS localizer DOC, ICAO Annex 10 (see Note 1) requires a higher field strength to be provided in order to increase the received signal-to-noise ratio, thereby increasing system integrity. This is the case within the ILS localizer front course sector (see Note 2) from a range of 18.5 km (10 NM) up to runway touchdown point (see Note 2) where signals of 39-46 dB(μV/m) are required depending upon the Facility Performance Category (I, II, III) of the ILS involved (see § 3.1.3.3 of Appendix 1).

NOTE 1 – The relevant part of ICAO Annex 10 is reproduced in Appendix 1.

NOTE 2 – See definitions in Annex 4.

3.2.1.3 Frequencies

ILS localizer frequencies lie in the band 108-112 MHz. The 40 available channels occur as follows: 108.10, 108.15, 108.30, 108.35 MHz etc. to 111.70, 111.75, 111.90 and 111.95 MHz.

3.2.1.4 Polarization

The ILS localizer signal is horizontally polarized.

3.2.2 VOR

3.2.2.1 Designated operational coverage

The DOC of a VOR can vary from one installation to another; for example, a terminal VOR may have a 74 km (40 NM) radius, and an enroute VOR may have a 370 km (200 NM) radius. Details can be obtained from the appropriate national Aeronautical Information Publication (see definitions in Annex 4) (AIP).

3.2.2.2 Field strength

The minimum field strength to be protected throughout the DOC (see § 3.3.4.2 of Appendix 1) is 39 dB(μV/m) (90 μV/m). The nominal values of the effective radiated power, e.r.p., to achieve this field strength are given in Fig. 2.

3.2.2.3 Frequencies

In the band 108-112 MHz, VOR frequencies are located between ILS localizer frequencies and occur as follows: 108.05, 108.20, 108.25, 108.40, 108.45 MHz etc. to 111.60, 111.65, 111.80 and 111.85 MHz. VOR frequencies occupy channels spaced at 50 kHz intervals in the band 112-118 MHz and occur as follows: 112.00, 112.05 ... 117.95 MHz.

3.2.2.4 Polarization

The VOR signal is horizontally polarized.

3.2.3 COM

3.2.3.1 Designated operational coverage

The DOC of a COM facility can vary from one installation to another (from 9.3 km (5 NM) radius to 370 km (200 NM) radius). Details can be obtained from the Provider State (see definitions in Annex 4).

3.2.3.2 Field strength

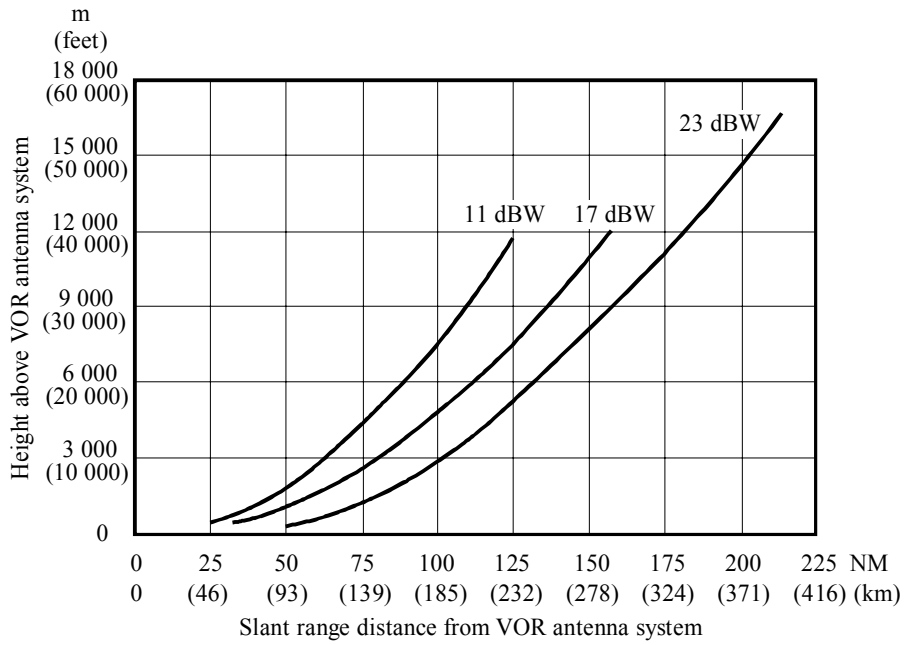
ICAO Annex 10 does not specify a minimum field strength provided by a ground-based COM transmitter, but in § 4.6.1.2 of Part I, it states that on a high percentage of occasions, the e.r.p. should be such as to provide a field strength of at least 38 dB(μV/m) (75 μV/m) within the DOC of the facility.

3.2.3.3 Frequencies

COM frequencies occupy channels spaced at 25 kHz intervals in the band 118-137 MHz and occur as follows: 118 000, 118 025 ... 136 975 MHz.

FIGURE 2

VOR coverage distance/height as a function of e.r.p.



Note 1 – Nominal VOR effective radiated power required to provide 39 dB(μV/m) field strength (–107 dB(W/m²) power density) at various slant ranges/heights with a typical antenna array located 4.9 m (16 ft) above ground. These curves are based on extensive experience of a number of facilities and indicate the nominal effective radiated power to assure the specified power density on a high percentage of occasions taking into account propagation and typical ground/aircraft installation characteristics.

Source: ICAO Annex 10, Attachment C to Part I, Fig. C-13. D02

3.2.3.4 Polarization

The COM signal is vertically polarized.

3.3 Characteristics of FM broadcasting stations

3.3.1 Maximum effective radiated power

The most accurate available value of maximum e.r.p. should be used for compatibility calculations.

3.3.2 Horizontal radiation pattern

The most accurate available information for horizontal radiation pattern (h.r.p.) should be used for compatibility calculations.

3.3.3 Vertical radiation pattern

The most accurate available information for vertical radiation pattern (v.r.p.) should be used for compatibility calculations.

3.3.4 Spurious emission suppression

In the North American experience, it has not generally been necessary to require the suppression of spurious emissions by more than 80 dB. Considering special circumstances within Region 1 and some areas of Region 3, the values given in Table 1, for spurious emission suppression in the aeronautical band 108-137 MHz, are recommended for the case of radiated intermodulation products from co-sited broadcasting transmitters.

TABLE 1

Maximum e.r.p. (dBW)	Suppression relative to maximum e.r.p. (dB)
≥ 48	85
30	76
< 30	46 + maximum e.r.p. (dBW)

NOTE 1 – Linear interpolation is used between maximum e.r.p. values of 30 and 48 dBW.

3.3.5 Frequencies

The bands of operation may be found in the Radio Regulations. In Region 1 and certain parts of Region 3, the band is 87.5-108 MHz, with channels every 100 kHz (87.6, 87.7 ... 107.9 MHz). In Region 2, the band is 88-108 MHz, with channels every 200 kHz (88.1, 88.3 ... 107.9 MHz).

3.3.6 Polarization

The polarization of an FM signal may be horizontal, vertical or mixed.

3.3.7 Free space field strength calculation for broadcasting signals

The free space field strength is to be determined according to the following formula:

$$E = 76.9 + P - 20 \log d + H + V \quad (1)$$

where:

E: field strength (dB(μV/m)) of the broadcasting signal

P: maximum e.r.p. (dBW) of broadcasting station

d: slant path distance (km) (see definition in Annex 4)

H: h.r.p. correction (dB)

V: v.r.p. correction (dB).

In the case of a broadcasting station with mixed polarization, the maximum e.r.p. to be used is the larger of the horizontal and vertical components. However, where both the horizontal and vertical components have equal values, the maximum e.r.p. to be used is obtained by adding 1 dB to the value of the horizontal component.

3.4 Receiver input power

Assuming an aircraft antenna radiation pattern with no directivity, the field strengths of the broadcasting signal and of the aeronautical signal are to be converted to power at the input to an aeronautical receiver according to the following formulas:

a) for a broadcasting signal in the band 87.5-108.0 MHz:

$$N = E - 118 - L_s - L(f) - L_a \quad (2)$$

where:

N: broadcasting signal level (dBm) at the input to the aeronautical receiver

E: field strength (dB(μV/m)) of the broadcasting signal

L_s: signal splitter loss of 3.5 dB

$L(f)$: antenna system frequency-dependent loss at broadcasting frequency f (MHz) of 1.2 dB per MHz below 108 MHz

L_a: antenna system fixed loss of 9 dB.

b) for an aeronautical signal and a Type A1 signal in the band 108-118 MHz:

$$N_a = E_a - 118 - L_s - L_a \quad (3)$$

where:

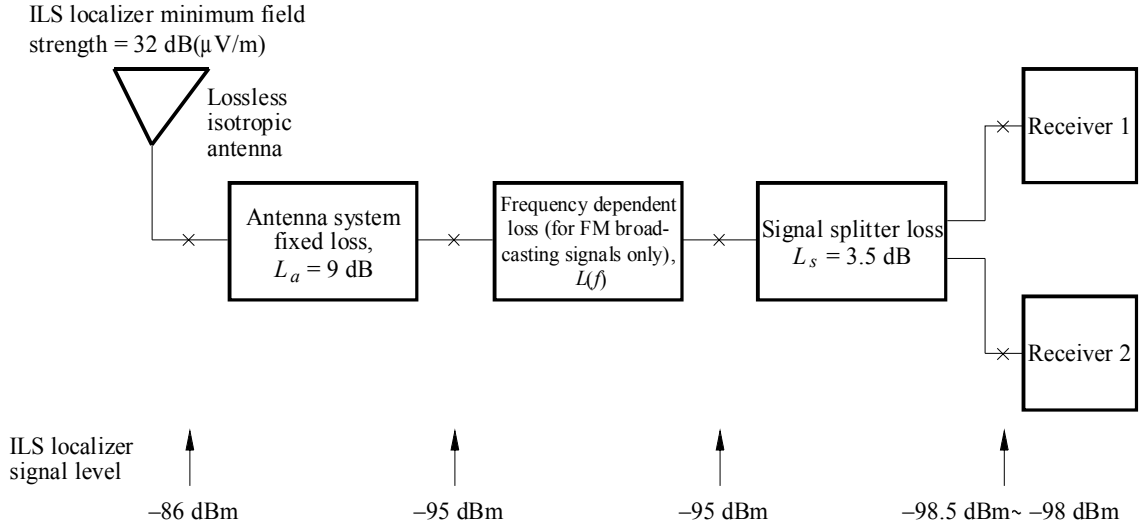
N_a: signal level (dBm) at the input to the aeronautical receiver

E_a: field strength (dB(μV/m)) of the aeronautical or Type A1 signal.

Figure 3 illustrates how the ILS localizer minimum field strength of 32 dB(μV/m) is converted to –98 dBm at the receiver input of a typical aircraft receiver installation using formula (3).

FIGURE 3

Conversion of the ILS localizer minimum field strength to a signal level at the input to an aeronautical receiver



Note 1 – Typical aircraft installation includes a signal splitter to feed two aeronautical receivers.

Note 2 – The frequency dependent loss $L(f)$, is equal to 0 for aeronautical frequencies and therefore does not appear in formula (3). D03

4 Compatibility assessment criteria

4.1 Standard interference thresholds

An interference threshold is the minimum power level of an interfering signal that causes an unacceptable degradation in receiver performance. In bench measurements and flight tests of ILS localizer and VOR receivers, it has been found that:

– the interference threshold based on a change in course deflection current (see definitions in Annex 4) is usually exceeded before the flag comes into view;

– a 1 to 3 dB increase in the interfering signal levels beyond the interference threshold levels will cause a gross change in course deflection current or cause the flag to appear.

Using simulated broadcasting signals, the interference thresholds in § 4.1.1 to 4.1.3 were used for the purpose of standardizing bench measurements for Type A and Type B interference and were chosen to be reasonable representations of typical operational situations.

4.1.1 ILS localizer

The interference thresholds for a wanted signal with a difference in depth of modulation (see definitions in Annex 4) (DDM) of 0.093 are:

– a change in the course deflection current of 7.5 μA (see Note 1), or

– the appearance of the flag, whichever occurs first.

4.1.2 VOR

The interference thresholds with a wanted signal present are:

– a change of the bearing indication by 0.5° which corresponds to 7.5 μA (see Note 1) course deflection current, or

– a change in the audio voltage level by 3 dB, or

– the appearance of the flag for more than 1 s.

NOTE 1 – For measurement of course deflection current, see § 4.2 of Annex 1 to Recommendation ITU-R IS.1140.

4.1.3 COM

The interference thresholds for airborne COM receivers are as follows:

– with a wanted signal present, the interference threshold is a reduction to 6 dB in the (audio signal plus noise)-to-noise ratio $(S + N)/N$, or

– with no wanted signal present, the interference should not operate the squelch.

4.2 Interference assessment criteria – Montreal ILS localizer and VOR receivers (see definitions in Annex 4)

4.2.1 Type A1 interference

Table 2 gives the values of the protection ratio to be used. Type A1 interference need not be considered for frequency differences greater than 200 kHz.

TABLE 2

Frequency difference between wanted signal and spurious emission (kHz)	Protection ratio (dB)
0	14
50	7
100	–4
150	–19
200	–38

4.2.2 Type A2 interference

Table 3 gives the values of the protection ratio to be used. Type A2 interference need not be considered for frequency differences greater than 300 kHz.

4.2.3 Type B1 interference

4.2.3.1 Compatibility assessment formulas

Taking account of tested ILS localizer and VOR receivers exhibiting poor immunity to Type B1 interference, the following formulas should be used to assess potential incompatibilities.

NOTE 1 – A potential incompatibility (see definitions in Annex 4) is identified when the relevant formula is satisfied.

a) *Two-signal case*: Montreal receiver

$$2\ \{N_1 - 28 \log \{\max (1.0;\ f_A - f_1)\}\} +$$

$$N_2 - 28 \log \{\max (1.0;\ f_A - f_2)\} + K - L_c > 0 \quad (4)$$

b) *Three-signal case*: Montreal receiver

$$N_1 - 28 \log \{\max (1.0;\ f_A - f_1)\} +$$

$$N_2 - 28 \log \{\max (1.0;\ f_A - f_2)\} +$$

$$N_3 - 28 \log \{\max (1.0;\ f_A - f_3)\} + K + 6 - L_c > 0 \quad (5)$$

where:

N_1, N_2, N_3: broadcasting signal levels (dBm) at the input to the aeronautical receiver for broadcasting frequencies f_1, f_2 and f_3 respectively

f_A: aeronautical frequency (MHz)

f_1, f_2, f_3: broadcasting frequencies (MHz) $f_1 \geq f_2 > f_3$

$K =$ 140 for ILS localizer and

$K =$ 133 for VOR

L_c: correction factor (dB) to account for changes in the ILS localizer or VOR signal levels (see § 4.2.3.3).

TABLE 3

Frequency difference between wanted signal and broadcasting signal (kHz)	Protection ratio (dB)
150	–41
200	–50
250	–59
300	–68

4.2.3.2 Frequency offset correction

Before applying formulas (4) and (5), a correction from Table 4 is applied to each signal level as follows:

$$N\,(\text{corrected}) = N - \text{correction term}$$

Type B1 interference need not be considered for frequency differences greater than 200 kHz.

TABLE 4

Frequency difference between wanted signal and intermodulation product (kHz)	Correction term (dB)
0	0
50	2
100	8
150	16
200	26

4.2.3.3 Correction factor to account for changes in Type B1 interference immunity resulting from changes in wanted signal levels

The following correction factor may be applied for ILS localizer and VOR, two and three-signal cases:

$$L_c = N_A - N_{ref} \tag{6}$$

where:

L_c: correction factor (dB) to account for changes in the wanted signal level

N_A: wanted signal level (dBm) at the input to the aeronautical receiver

N_{ref}: reference level (dBm) of the wanted signal at the input to the aeronautical receiver for the Type B1 interference immunity formula

= –89 dBm for ILS localizer and

= –82 dBm for VOR.

4.2.3.4 Trigger and cut-off values (see definitions in Annex 4)

$$\text{Trigger value (dBm)} = \frac{L_c - K}{3} + 28 \log \{\max (1.0;\ f_A - f)\} \quad \text{dBm} \tag{7}$$

$$\text{Cut-off value (dBm)} = -66 + 20 \log \frac{\max (0.4; 108.1 - f)}{0.4} \quad \text{dBm} \tag{8}$$

where:

L_c: correction factor (dB) taking into account the change in wanted signal level (see § 4.2.3.3)

K = 146 for ILS localizer and 139 for VOR 3-signal cases and

K = 140 for ILS localizer and 133 for VOR 2-signal cases.

f_A: aeronautical frequency (MHz)

f: broadcasting frequency (MHz)

Experience has shown that the use of lower cut-off values merely associates additional intermodulation products with each trigger value, but at lower levels of potential interference.

4.2.4 Type B2 interference

For an assessment of Type B2 interference, the following empirical formula may be used to determine the maximum level of a broadcasting signal at the input to the airborne ILS localizer or VOR receiver to avoid potential interference:

$$N_{max} = -20 + 20 \log \frac{\max (0.4; f_A - f)}{0.4} \tag{9}$$

where:

N_{max}: maximum level (dBm) of the broadcasting signal at the input to the aeronautical receiver

f: broadcasting frequency (MHz)

f_A: aeronautical frequency (MHz).

For some combinations of frequency and wanted signal level, formula (9) assumes more stringent receiver immunity criteria than those of the ICAO Annex 10 1998 receiver as given in formula (13). To take into account of both Montreal and ICAO Annex 10 1998 receiver immunity characteristics, both formula (9) and formula (13) should be applied and the lower value of N_{max} should be used.

No correction factor to account for improvement in immunity resulting from increases in wanted signal levels is applied in the above formula due to insufficient test data.

4.3 Interference assessment criteria – ICAO Annex 10 1998 ILS localizer and VOR receivers

4.3.1 Type A1 interference (see Note 1)

As for Montreal receivers, § 4.2.1.

4.3.2 Type A2 interference (see Note 1)

As for Montreal receivers, § 4.2.2.

NOTE 1 – Further A1 and A2 measurements need to be made before possible modifications to § 4.3.1 and 4.3.2 of this Recommendation can be considered.

4.3.3 Type B1 interference

4.3.3.1 Compatibility assessment formulas

The following formulae should be used to assess potential incompatibilities.

a) *Two-signal case*

$$2\left\{N_1 - 20\log\frac{\max(0.4;108.1 - f_1}{0.4}\right\} +$$

$$N_2 - 20\log\frac{\max(0.4;108.1 - f_2)}{0.4} + K - L_c + S > 0 \qquad (10)$$

where:

N_1, N_2: broadcasting signal levels (dBm) at the input to the aeronautical receiver for broadcasting frequencies f_1 and f_2 respectively

f_1, f_2: broadcasting frequencies (MHz) $f_1 > f_2$

$K =$ 78 for ILS localizer and VOR

L_c: correction factor (dB) to account for changes in wanted signal levels (see § 4.3.3.3)

S: 3 dB margin to take into account of the fact that the ICAO Annex 10 1998 receiver immunity criteria equations do not provide comprehensive compatibility assessment formulae.

b) *Three-signal case*

$$N_1 - 20\log\frac{\max(0.4;108.1 - f_1)}{0.4} +$$

$$N_2 - 20\log\frac{\max(0.4;108.1 - f_2)}{0.4} +$$

$$N_3 - 20\log\frac{\max(0.4;108.1 - f_3)}{0.4} + K + 6 - L_c + S > 0 \qquad (11)$$

where:

f_1, f_2, f_3: broadcasting frequencies (MHz) $f_1 \geq f_2 > f_3$

N_1, N_2, N_3: broadcasting signal levels (dBm) at the input to the aeronautical receiver for broadcasting frequencies f_1, f_2 and f_3 respectively

$K =$ 78 for ILS localizer and VOR

L_c: correction factor (dB) to account for changes in wanted signals, (see § 4.3.3.3)

S: 3 dB margin to take into account of the fact that the ICAO Annex 10 1998 receiver immunity criteria equations do not provide comprehensive compatibility assessment formulae.

4.3.3.2 Frequency offset correction

Before applying formulae (10) and (11), a correction from Table 5 is applied to each signal as follows:

$$N\,(\text{corrected}) = N - \text{correction term}$$

Type B1 interference need not be considered for frequency differences greater than 150 kHz; in such cases, signal levels would be so high that type B2 interference would occur.

TABLE 5

Frequency difference between wanted signal and intermodulation product (kHz)	Correction term (dB)
0	0
50	2
100	5
150	11

4.3.3.3 Correction factor to account for changes in immunity resulting from changes in wanted signal levels

The correction factor, L_c, described in § 4.2.3.3 for Montreal receivers but with $N_{ref} = -86$ dBm for ILS localizer and −79 dBm for VOR, is to be used.

4.3.3.4 Trigger and cut-off values (see definitions in Annex 4)

$$\text{Trigger value (dBm)} = \frac{L_c - K - S}{3} + 20 \log \frac{\max (0.4;\ 108.1 - f)}{0.4} \quad \text{dBm} \qquad (12)$$

where:

L_c: correction factor (dB) (see § 4.3.3.3)

K = 78 for ILS localizer and VOR for 2-signal cases and

K = 84 for ILS localizer and VOR for 3-signal cases

f: broadcasting frequency (MHz)

S: 3 dB margin to take into account of the fact that the ICAO Annex 10 1998 receiver immunity criteria equations do not provide comprehensive compatibility assessment formulae.

The cut-off value is the same as for Montreal receivers described in equation (8).

4.3.4 Type B2 Interference

For an assessment of type B2 interference, the following empirical formula may be used to determine the maximum level of a broadcasting signal at the input to the airborne ILS localizer or VOR receiver to avoid potential interference:

$$N_{max} = \min \left(15;\ -10 + 20 \log \frac{\max (0.4;\ 108.1 - f)}{0.4} + L_c - S \right) \qquad (13)$$

where:

N_{max}: maximum level (dBm) of the broadcasting signal at the input to the aeronautical receiver

f: broadcasting frequency (MHz)

S: 3 dB margin to take into account of the fact that the ICAO Annex 10 1998 receiver immunity criteria equations do not provide comprehensive compatibility assessment formulae

L_c: correction factor (dB) to account for changes in the wanted signal level. $L_c = \max(0; 0.5(N_A - N_{ref}))$.

N_A: wanted signal level (dBm) at the input to the aeronautical receiver

N_{ref}: reference level (dBm) of the wanted signal at the input to the aeronautical receiver for the type B2 interference immunity formula

= –86 dBm for ILS localizer

= –79 dBm for VOR.

4.4 Interference assessment criteria – ICAO Annex 10 1998 COM receivers

Type A1 and Type B1 intermodulation interference to COM receivers cannot be caused to COM frequencies above 128.5 MHz. Type A2 interference cannot be caused to any COM service frequency. There were little data available on aircraft COM antenna characteristics which could be used to develop a formula to convert field strength to receiver input power.

4.4.1 Compatibility assessment formulas

ICAO has specified in its Annex 10, Part I (§ 4.7.3) that:

– after 1 January 1995, all new installations of COM receiving systems shall meet new interference immunity performance standards;

– after 1 January 1998, all COM receiving systems shall meet new interference immunity performance standards.

4.4.1.1 Type B1 interference

ICAO Annex 10 states that the COM receiving system "shall provide satisfactory performance in the presence of two signal, third-order intermodulation products caused by VHF FM broadcast signals having levels at the receiver input of –5 dBm".

4.4.1.2 Type B2 interference

ICAO Annex 10 states that the COM receiving system "shall not be desensitized in the presence of VHF FM broadcast signals having levels at the receiver input of –5 dBm".

APPENDIX 1
TO ANNEX 1

ILS localizer/VOR coverage and minimum field strengths

Extract from: "International Standards, Recommended Practices and Procedures for Air Navigation Services: Aeronautical Telecommunications, Annex 10 to the Convention on International Civil Aviation, Volume I", International Civil Aviation Organization, Montreal, 1985.

The following extract pertains to the ILS localizer:

"3.1.3.3 *Coverage*

3.1.3.3.1 The localizer shall provide signals sufficient to allow satisfactory operation of a typical aircraft installation within the localizer and glide path coverage sectors. The localizer coverage sector shall extend from the centre of the localizer antenna system to distances of:

46.3 km (25 NM) within ± 10° from the front course line;

31.5 km (17 NM) between 10° and 35° from the front course line;

18.5 km (10 NM) outside of ± 35° if coverage is provided;

except that, where topographical features dictate or operational requirements permit, the limits may be reduced to 33.3 km (18 NM) within the ± 10° sector and 18.5 km (10 NM) within the remainder of the coverage when alternative navigational facilities provide satisfactory coverage within the intermediate approach area. The localizer signals shall be receivable at the distances specified at and above a height of 600 m (2 000 ft) above the elevation of the threshold, or 300 m (1 000 ft) above the elevation of the highest point within the intermediate and final approach areas, whichever is the higher. Such signals shall be receivable to the distances specified, up to a surface extending outward from the localizer antenna and inclined at 7° above the horizontal.

3.1.3.3.2 In all parts of the coverage volume specified in 3.1.3.3.1 above, other than as specified in 3.1.3.3.2.1, 3.1.3.3.2.2 and 3.1.3.3.2.3 below, the field strength shall be not less than 40 μV/m (–114 dBW/m^2).

Note. – This minimum field strength is required to permit satisfactory operational usage of ILS localizer facilities.

3.1.3.3.2.1 For Facility Performance Category I localizers, the minimum field strength on the ILS glide path and within the localizer course sector from a distance of 18.5 km (10 NM) to a height of 60 m (200 ft) above the horizontal plane containing the threshold shall be not less than 90 μV/m (–107 dBW/m^2).

3.1.3.3.2.2 For Facility Performance Category II localizers, the minimum field strength on the ILS glide path and within the localizer course sector shall be not less than 100 μV/m (–106 dBW/m^2) at a distance of 18.5 km (10 NM) increasing to not less than 200 μV/m (–100 dBW/m^2) at a height of 15 m (50 ft) above the horizontal plane containing the threshold.

3.1.3.3.2.3 For Facility Performance Category III localizers, the minimum field strength on the ILS glide path and within the localizer course sector shall be not less than 100 μV/m (–106 dBW/m^2) at a distance of 18.5 km (10 NM), increasing to not less than 200 μV/m (–100 dBW/m^2) at 6 m (20 ft) above the horizontal plane containing the threshold. From this point to a further point 4 m (12 ft) above the runway centre line, and 300 m (1 000 ft) from the threshold in the direction of the localizer, and thereafter at a height of 4 m (12 ft) along the length of the runway in the direction of the localizer, the field strength shall be not less than 100 μV/m (–106 dBW/m^2).

Note. – The field strengths given in 3.1.3.3.2.2 and 3.1.3.3.2.3 above are necessary to provide the signal-to-noise ratio required for improved integrity.

3.1.3.3.3 **Recommendation.** – *Above 7°, the signals should be reduced to as low a value as practicable.*

Note 1. – The requirements in 3.1.3.3.1, 3.1.3.3.2.1, 3.1.3.3.2.2 and 3.1.3.3.2.3 above are based on the assumption that the aircraft is heading directly toward the facility.

Note 2. – Guidance material on significant airborne receiver parameters is given in 2.2.2 and 2.2.4 of Attachment C to Part I.

3.1.3.3.4 When coverage is achieved by a localizer using two radio frequency carriers, one carrier providing a radiation field pattern in the front course sector and the other providing a radiation field pattern outside that sector, the ratio of the two carrier signal strengths in space within the front course sector to the coverage limits specified at 3.1.3.3.1 above shall not be less than 10 dB."

The following extract pertains to the VOR:

"3.3.3. – Polarization and pattern accuracy

3.3.3.1 The emission from the VOR shall be horizontally polarized. The vertically polarized component of the radiation shall be as small as possible.

Note. – It is not possible at present to state quantitatively the maximum permissible magnitude of the vertically polarized component of the radiation from the VOR. (Information is provided in the Manual on Testing of Radio Navigation Aids *(Doc 8071) as to flight checks that can be carried out to determine the effects of vertical polarization on the bearing accuracy.)*

3.3.3.2 The accuracy of the bearing information conveyed by the horizontally polarized radiation from the VOR at a distance of approximately 4 wavelengths for all elevation angles between 0 and 40°, measured from the centre of the VOR antenna system, shall be within ± 2°.

3.3.4. – Coverage

3.3.4.1 The VOR shall provide signals such as to permit satisfactory operation of a typical aircraft installation at the levels and distances required for operational reasons, and up to an elevation angle of 40°.

3.3.4.2 **Recommendation.** – *The field strength or power density in space of VOR signals required to permit satisfactory operation of a typical aircraft installation at the minimum service level at the maximum specified service radius should be 90 μV/m or –107 dBW/m^2.*"

ANNEX 2

General assessment method

CONTENTS

Page

1 Introduction 17

2 Location and height of ILS and VOR test points 18

3 Application of general assessment method 21

4 Broadcasting station antenna corrections 25

Appendix 1 – Location of test points with maximum interference potential. *An explanation of the GAM* 27

Appendix 2 – Considerations regarding maximum field strength and interference potential 28

Appendix 3 – Prediction of ILS field strength using two-ray geometry 30

1 Introduction

The purpose of this Annex is to provide an assessment method for the analysis of compatibility between stations of the aeronautical radionavigation services and stations in a large broadcasting assignment plan. The techniques given in Annex 3 may be used to carry out a more detailed analysis, or to verify the results obtained from an analysis.

1.1 Philosophy of the general assessment method

The central objective of the General Assessment Method (GAM) is to calculate all significant potential incompatibilities within an aeronautical volume at a number of defined calculation points or test points (see Note 1). For a particular set of broadcasting and aeronautical frequency combinations, the maximum potential incompatibility associated with a particular aeronautical service is identified in the form of a protection margin.

An extension of the compatibility assessment method contained in the Geneva Agreement, 1984, is needed because of subsequent refinement of the compatibility criteria and identification of the need for a more thorough assessment method. In addition, because of the need to identify and examine potential incompatibilities associated with a large assignment plan, it is necessary to develop an assessment method suitable for automated implementation in an efficient manner.

The GAM is based upon the need to protect the aeronautical radionavigation service at specified minimum separation distances (see Note 1) from broadcasting station antennas, depending on the aeronautical service (ILS or VOR) (see Note 1) and the particular use made of that service.

NOTE 1 – See definitions in Annex 4.

1.2 ILS localizer

When assessing compatibility with an ILS localizer the GAM is based on a number of fixed test points, supplemented by an additional test point for each broadcasting station within the Designated Operational Coverage (DOC) (see definitions in Annex 4) of the ILS.

1.3 VOR

The DOCs employed in the VOR service are large and consequently there is likely to be a large number of broadcasting stations located within each VOR DOC. The GAM assesses compatibility with VOR by generating a test point above each broadcasting station inside the DOC and taking account of broadcasting stations outside the DOC.

2 Location and height of ILS and VOR test points

2.1 ILS test points

2.1.1 Fixed test points

For each of the fixed test points shown in Fig. 4, the minimum height, distance from the localizer site and the bearing relative to the extended runway centre line are given in Table 6.

The fixed test points A, E, F, G and H have minimum heights (see also § 3.2.1) of 0, 0, 150, 300 and 450 m, respectively, above the ILS localizer site elevation. These values represent a glide path with a slope of 3°. All other fixed test points have minimum heights of 600 m.

2.1.2 Test points related to broadcasting stations

If the broadcasting station is within the shaded zone in Fig. 4:

– an additional test point is generated having the geographic coordinates of the broadcasting station and the same height as the broadcasting antenna.

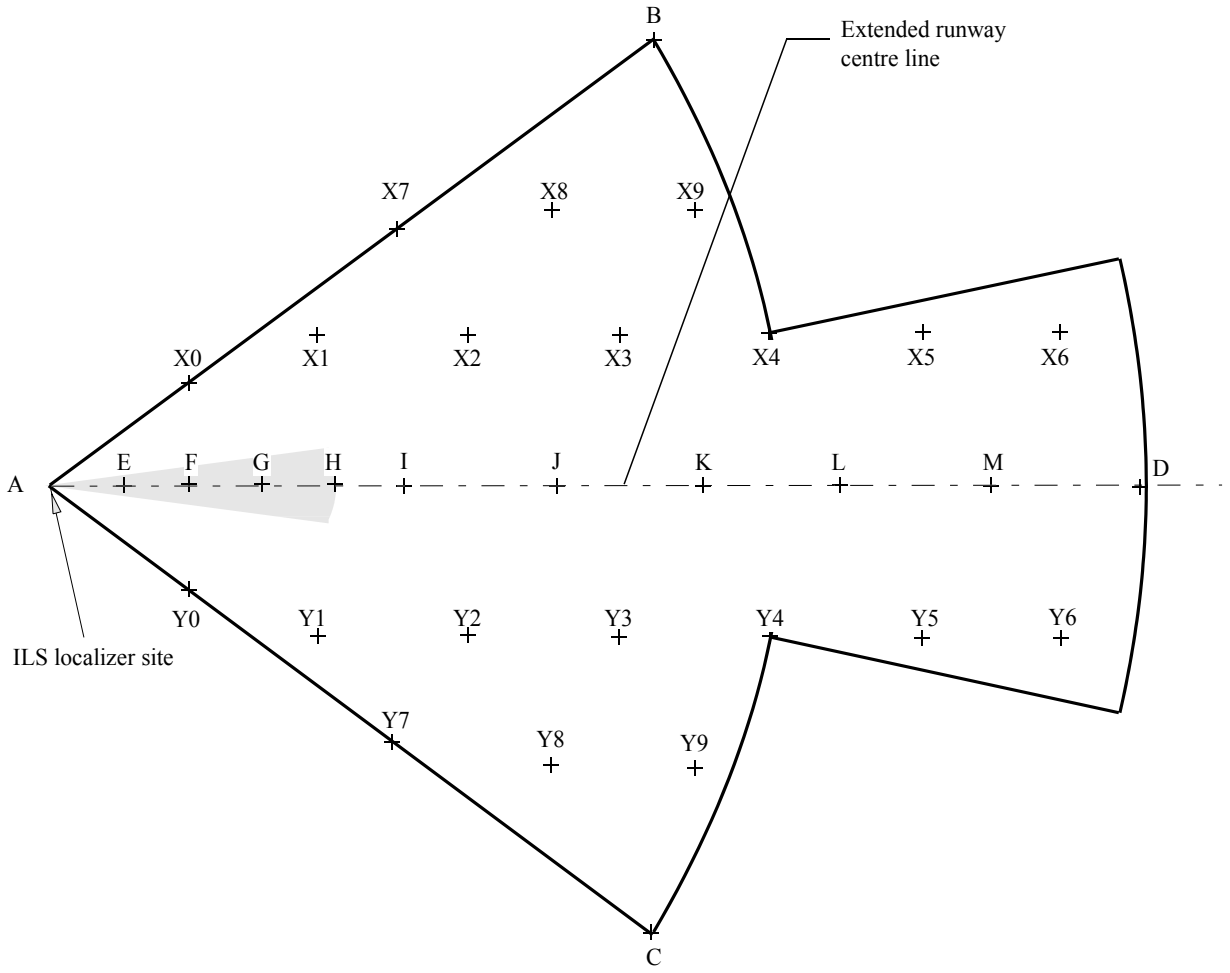
If the broadcasting station is within or below the ILS DOC but outside the shaded zone in Fig. 4, an additional test point is generated having the geographic coordinates of the broadcasting station. The minimum height of the test point is the greater of:

– 600 m above the ILS localizer site; or

– 150 m above the broadcasting antenna.

FIGURE 4

Fixed test point locations within ILS DOC



Note 1 – The shaded zone extends 12 km from the ILS localizer site and is within ± 7.5° of the extended runway centre line.

D04

TABLE 6

Points on or above the extended runway centre line			Points off the extended runway centre line (all at height of 600 m)		
Identification	Distance (km)	Minimum height (m)	Identification	Distance (km)	Bearing relative to the runway centre line (degrees)
A	0	0	B, C	31.5	–35, 35
E	3	0	X0, Y0	7.7	–35, 35
F	6	150	X1, Y1	12.9	–25.5, 25.5
G	9	300	X2, Y2	18.8	–17.2, 17.2
H	12	450	X3, Y3	24.9	–12.9, 12.9
I	15	600	X4, Y4	31.5	–10, 10
J	21.25	600	X5, Y5	37.3	–8.6, 8.6
K	27.5	600	X6, Y6	43.5	–7.3, 7.3
L	33.75	600	X7, Y7	18.5	–35, 35
M	40	600	X8, Y8	24.0	–27.6, 27.6
D	46.3	600	X9, Y9	29.6	–22.1, 22.1

2.2 VOR test points

2.2.1 Test points related to broadcasting stations that are inside the DOC

A test point is located at the geographic coordinates of the broadcasting station, at a minimum height which is the greatest of:

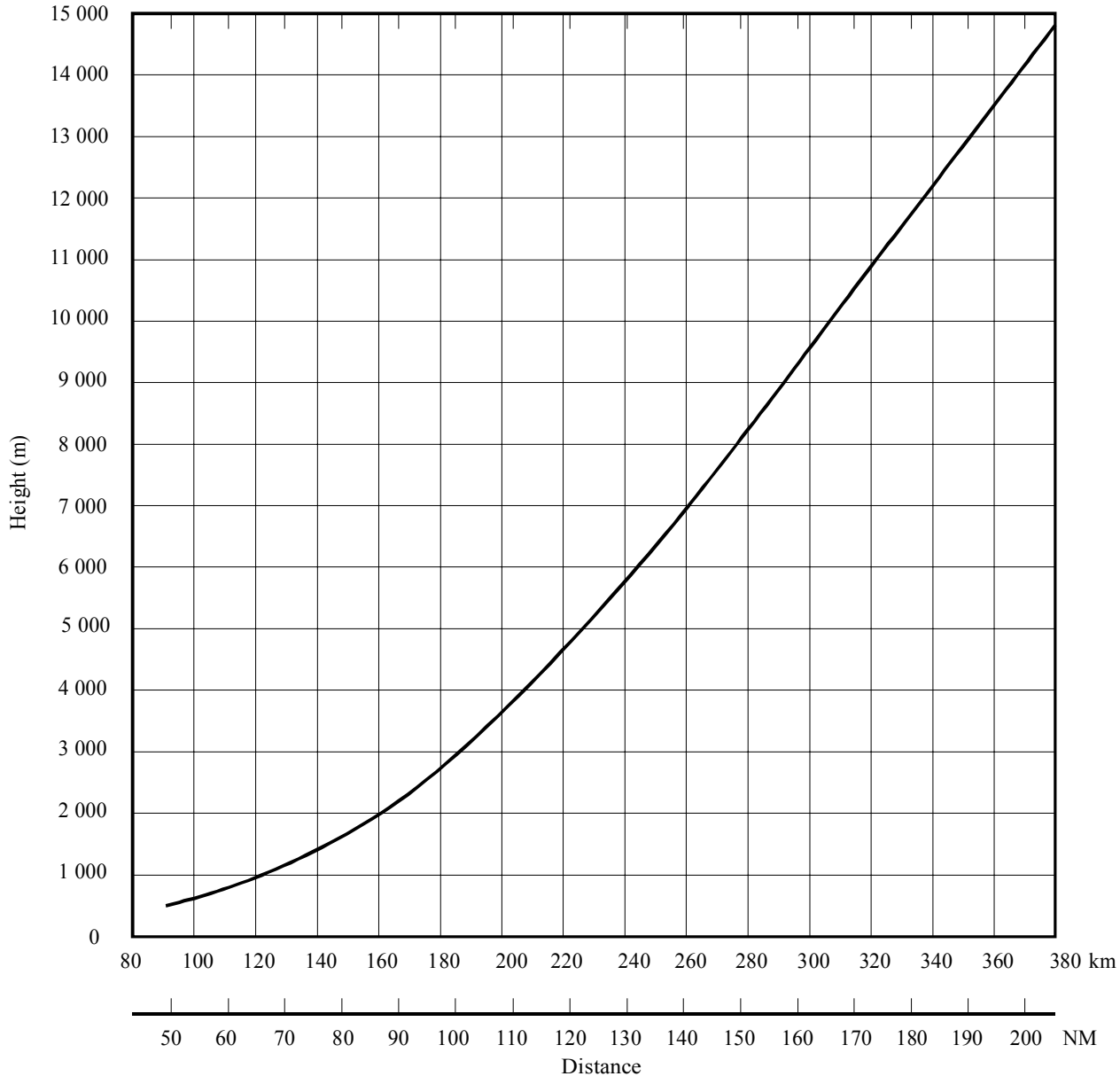
– 600 m above local terrain (approximated as 600 m above the site height of the broadcasting station), or

– 300 m above the antenna of the broadcasting station, or

– the height derived from Fig. 5 to which is added the height of the VOR site.

FIGURE 5

Distance versus test point height above VOR site



Note 1 – This curve is derived from ICAO documentation (see § 3.2.2.2 of Annex 1). D05

2.2.2 Test points related to broadcasting stations that are outside the DOC

Broadcasting stations which are outside the DOC but no more than 3 km from the boundary of the DOC are treated as in § 2.2.1. For stations more than 3 km outside the DOC, but within the distance limits specified in § 3.1.2, a test point is generated at the nearest point on the boundary of the DOC, and at a minimum height which is the greatest of:

– 600 m above mean sea level, or

– the broadcasting antenna height above mean sea level, or

– the height derived from Fig. 5 to which is added the height of the VOR site.

Test points on the boundary of the DOC which are separated by less than 250 m are regarded as co-located.

2.2.3 Additional test points

Additional test points within the DOC may be specified to cover a particular use of a VOR, for instance where it is used as a landing aid, or where a service is required at an elevation angle of less than 0° (see also § 3.2.3.2).

3 Application of general assessment method

3.1 General

The compatibility criteria are contained in Annex 1.

3.1.1 Test point selection

Test points are selected in accordance with the criteria set out in § 2.

3.1.2 Broadcasting stations to be included in the analysis at a test point

Broadcasting stations are included in the analysis at a test point:

– if there is a line-of-sight path (see definitions in Annex 4) from the broadcasting antenna to the test point and if the calculated signal level is greater than the B1 cut-off value (§ 4.2.3.4 of Annex 1);

– if the free-space field strength (§ 3.3.7 of Annex 1) is at least the value which can cause Type A1 or A2 or B2 incompatibility (§ 4.2 and 4.3 of Annex 1) subject to a maximum separation distance of 125 km in the A1 and B2 cases.

3.1.3 Compatibility calculations

In order to assess the compatibility of the set of broadcasting stations which meet the conditions of § 3.1.2 at any selected test point (see § 3.1.1), it is necessary to:

– calculate the free-space field strength (§ 3.3.7 of Annex 1) from each of the broadcasting stations at the test point taking account of the slant path distance (see definitions in Annex 4), the maximum e.r.p. and the antenna characteristics (see § 4);

– calculate the ILS or VOR signal level (see § 3.2.2.3 and 3.2.3.2);

– calculate the input power to an aeronautical receiver using § 3.4 of Annex 1.

Taking into account the frequency and type (ILS or VOR) of the aeronautical service and the information obtained above, the compatibility for each type of interference may be assessed as in § 3.1.3.1 to 3.1.3.4.

3.1.3.1 Type A1 interference

The frequencies of the two and three component intermodulation products which can be generated by any sub-set of co-sited broadcasting stations are calculated. Any product for which the frequency falls within 200 kHz of the aeronautical frequency is examined further to determine if its field strength is sufficient to cause Type A1 interference, taking account of the criteria in § 4.2.1 of Annex 1.

To assess A1 compatibility with ICAO Annex 10 1998 aeronautical receivers, the criteria in § 4.3.1 of Annex 1 should be used.

3.1.3.2 Type A2 interference

Each of the broadcasting stations (identified as in § 3.1.2) is examined to determine if its frequency falls within 300 kHz of the aeronautical frequency and, if so, if its field strength is sufficient to cause Type A2 interference, taking account of the criteria in § 4.2.2 of Annex 1.

To assess A2 compatibility with ICAO Annex 10 1998 aeronautical receivers, the criteria in § 4.3.2 of Annex 1 should be used.

3.1.3.3 Type B1 interference

The frequencies of the two and three component intermodulation products which can be generated by any sub-set of broadcasting stations (identified as in § 3.1.2) which contains at least one component reaching the trigger value (see § 4.2.3.4 of Annex 1) and for which all components are above the cut-off value (see definitions in Annex 4) (see § 4.2.3.4 of Annex 1) at the input to the aeronautical receiver are calculated. Any product whose frequency falls within 200 kHz of the aeronautical frequency is examined further to determine if the sum (dBm) of the powers at the input to the aeronautical receiver (see § 3.4 of Annex 1) is sufficient to cause Type B1 interference, taking account of the criteria in § 4.2.3 of Annex 1.

To assess B1 compatibility with ICAO Annex 10 1998 aeronautical receivers, the criteria in § 4.3.3 of Annex 1 should be used.

3.1.3.4 Type B2 interference

Each of the broadcasting stations (identified as in § 3.1.2) is examined to determine if its power at the input to the aeronautical receiver (see § 3.4 of Annex 1) (see Note 1) is sufficient to cause Type B2 interference, taking account of the criteria in § 4.2.4 of Annex 1.

To assess B2 compatibility with ICAO Annex 10 1998 aeronautical receivers, the criteria in § 4.3.4 of Annex 1 should be used.

NOTE 1 – The term “equivalent input power” is used to mean “the power at the input of an aeronautical receiver after taking into account any frequency dependent terms”.

3.2 Special considerations regarding compatibility assessments

3.2.1 Test point heights greater than the minimum values

To ensure that all potential Type B1 interference situations are considered, additional calculations for greater test point heights should be carried out, subject to the test point height not exceeding:

– the maximum height of the DOC, or

– the maximum height at which the trigger value can be achieved.

A more detailed explanation of this matter and the reasons for its restriction to Type B1 interference are given in § 7 of Appendix 1.

3.2.2 ILS

3.2.2.1 Fixed test points

The slant path distance between the broadcasting antenna and a test point is used in field-strength calculations. However, this is subject to the following minimum value:

– 150 m if the broadcasting station is within the shaded zone in Fig. 4, or

– 300 m if the broadcasting station is not within the shaded zone in Fig. 4.

3.2.2.2 Test points related to broadcasting stations

If the broadcasting station is within the shaded zone in Fig. 4:

– additional calculations are made for a horizontal separation distance of 150 m, using the maximum value of the e.r.p. and the height specified in § 2.1.2.

If the broadcasting station is within or below the ILS DOC but outside the shaded zone in Fig. 4:

– additional calculations are made for a test point location above the broadcasting station for the height specified in § 2.1.2. The relevant maximum vertical radiation pattern correction derived from § 4.4 is applied.

3.2.2.3 Calculation of ILS field strength

If sufficient information about the ILS installation is known, the two-ray method in § 3.2.2.3.1 may be used.

If the required information is not available, the ILS interpolation method given in § 3.2.2.3.2 may be used.

3.2.2.3.1 Two-ray method

Appendix 3 provides the details of a method which may be used to obtain an accurate prediction of the ILS field strength. To use this method some detailed information about the ILS installation must be known and the required information is listed in Appendix 3. At test points A and E (see Table 6), the minimum field strength, 32 dB(μV/m) (see § 3.2.1.2 of Annex 1), is used.

3.2.2.3.2 ILS interpolation method

The following linear interpolation method can be used for heights greater than 60 m above the ILS localizer site.

From the centre of the localizer antenna system to a distance (see Note 1) of 18.5 km, and for angles no more than ± 10° from the front course line, the field strength is 39 dB(μV/m).

NOTE 1 – Within § 3.2.2.3.2, the distances used are calculated in the horizontal plane through the ILS localizer site.

From the centre of the localizer antenna system to a distance of 31.5 km and for angles greater than 10° but no more than 35° each side of the front course line (see Fig. 1), the ILS field strength, E_{ILS}, is given by:

$$E_{ILS} = 39 - \frac{d}{4.5} \qquad \text{dB(μV/m)} \tag{14}$$

where:

d: distance (km) from the ILS localizer site to the test point.

From a distance of 18.5 km to a distance of 46.3 km, and for angles no more than ± 10° from the front course line, the ILS field strength, E_{ILS}, is given by:

$$E_{ILS} = 39 - \frac{d - 18.5}{4} \qquad \text{dB(μV/m)} \tag{15}$$

For heights below 60 m, the minimum field strength, 32 dB(μV/m), is used.

The values for ILS localizer field strength used in this interpolation method are the minimum values specified in ICAO Annex 10 (see also Appendix 1 to Annex 1) and since variations below these minima are not permitted, there is no requirement for a safety margin.

3.2.3 VOR

3.2.3.1 Additional test points

The slant path distance between the antenna of the broadcasting station and any additional test point (see § 2.2.3) is used in field-strength calculations. However, this is subject to a minimum value of 300 m.

3.2.3.2 Calculation of VOR field strength at test points

For test points with elevation angles greater than 0° and less than 2.5°, the following formula is applicable for installations where the VOR transmitting antenna is no more than 7 m above ground level:

$$E_{VOR} = E_{MIN} + \max\left(20 \log\left(\theta\, D_{MX} / D_{TP}\right); 0\right) \quad (16)$$

where:

E_{MIN}: ICAO minimum field strength (39 dB(μV/m))

D_{MX}: specified range of VOR (km) in the direction of the test point

D_{TP}: slant path distance (km) from VOR transmitter site to test point

θ: elevation angle (degrees) of the test point with respect to the VOR antenna, given by:

$$\theta = \tan^{-1}\left(\left[H_{TP} - H_{VOR} - (D_{TP} / 4.1)^2\right] / \left[1\,000\, D_{TP}\right]\right) \quad (17)$$

where:

H_{TP}: test point height (m) above sea level

H_{VOR}: VOR antenna height (m) above sea level.

For elevation angles which exceed the value of 2.5°, the field strength is calculated using the elevation angle of 2.5°.

For installations where the VOR transmitting antenna is more than 7 m above ground level, or where there is a requirement for a service at elevation angles of less than 0°, the minimum value of VOR field strength (39 dB(μV/m)) is to be used for all test points.

The method described above is an interpolation method based on a minimum field strength value and therefore there is no requirement for a safety margin.

3.2.4 Calculation of Type A1 potential interference

Spurious emissions, except radiated intermodulation products, should, as a general measure, be kept at such a low level that there will be no incompatibility to be considered further in the compatibility analysis. Hence A1 calculations are made only for the case of radiated intermodulation products from co-sited broadcasting stations.

Because the e.r.p. of the intermodulation product may not be known, the Type A1 interference margin is calculated indirectly by taking account of the unwanted field-strength value at a test point for each of the transmissions from co-sited broadcasting stations, together with the relevant A1 suppression value for each of these transmitters.

The Type A1 interference margin is calculated as:

$$IM = \max\left((E_i - S_i); \ldots; (E_N - S_N)\right) + PR - Ew \quad (18)$$

where:

IM: A1 interference margin (dB)

N: number of intermodulation components ($N = 2$ or 3)

E_i: unwanted field strength (dB(μV/m)) of broadcasting transmission i at the test point

S_i: A1 suppression (dB) of broadcasting transmitter i

PR: protection ratio (dB) appropriate for frequency difference between the intermodulation product and the aeronautical frequencies (see Table 2)

Ew: field strength (dB(μV/m)) of the aeronautical signal at the test point (at least 32 dB(μV/m) for ILS and 39 dB(μV/m) for VOR).

In a case where the A1 suppression value for a broadcasting transmitter is known, this value should be used when calculating compatibility.

3.2.5 Calculation of Type B1 potential interference

To ensure that worst-case B1 results are obtained for broadcasting stations which are sited close to one another, any broadcasting station within 3 km of a test point is regarded as being beneath that test point (see also Appendix 1).

3.2.6 Calculation of Type B2 potential interference

In the calculation of Type B2 potential interference, no allowance for the level of the aeronautical signal is made and thus the minimum values of 32 and 39 dB(μV/m) for ILS and VOR respectively are used.

3.2.7 Multiple interference

In principle, the combined effect of multiple sources of potential interference to an aeronautical service at a given test point should be taken into account. However, within the GAM:

– the use of a free-space calculation method normally provides an over-estimate of any broadcasting field strength;

– the use of the calculation methods given in § 3.2.2.3 and 3.2.3.2, for ILS localizer and VOR, respectively, normally provides an under-estimate of any aeronautical field strength.

Therefore, it is not considered necessary to take multiple interference into account in the GAM.

However, in the case of A1 compatibility calculations, when the frequency difference between the wanted signal and the spurious emission is either 0 or 50 kHz, the protection ratio should be increased by 3 dB to provide a safety margin.

4 Broadcasting station antenna corrections

4.1 General

Account is taken of the directional properties of broadcasting station transmitting antennas when calculating field-strength values (§ 3.3.7 of Annex 1).

4.2 Polarization discrimination

No account is taken of any polarization discrimination between broadcasting and aeronautical radionavigation transmissions (except as indicated in § 3.3.7 of Annex 1).

4.3 Horizontal radiation pattern

For a broadcasting station which has a directional antenna, the horizontal radiation pattern (h.r.p.) data are specified at 10° intervals, starting from true north. The h.r.p. correction, H (dB), is given by:

$$H = \text{(e.r.p. in the relevant direction)} - \text{(maximum e.r.p.)} \quad (19)$$

4.4 Vertical radiation pattern correction

Vertical radiation pattern (v.r.p.) corrections are applied only for elevation angles above the horizontal plane through the broadcasting antenna.

Broadcasting antennas vary from a simple antenna such as a dipole, as often used at low power stations, to the more complex multi-tiered antenna normally used at high power stations.

In a case where the actual antenna aperture is not known, Table 7 is used to relate the maximum e.r.p. to the vertical aperture and is based upon a statistical analysis of operational practice.

The v.r.p. corrections described in § 4.4.1 and 4.4.2 apply to both horizontally and vertically polarized transmissions and the limiting values quoted take account of the worst-case slant path.

TABLE 7

Maximum e.r.p. (dBW)	Vertical aperture in wavelengths
e.r.p. ≥ 44	8
37 ≤ e.r.p. < 44	4
30 ≤ e.r.p. < 37	2
e.r.p. < 30	1

4.4.1 V.r.p. corrections for vertical apertures of two or more wavelengths

In order to model the envelope of the vertical radiation pattern of antennas with apertures of two or more wavelengths, the v.r.p. correction, V (dB), is calculated by using the following formula:

$$V = -20 \log (\pi A \sin \theta) \quad (20)$$

where:

A: vertical aperture (wavelengths)

θ: elevation angle (relative to the horizontal).

It should be noted that for small elevation angles this expression can produce positive values for V. In such cases, V is set to 0 dB (i.e., no v.r.p. correction is applied).

For large elevation angles, V is limited to a value of –14 dB, that is, $0 \geq V \geq -14$ dB.

Where the actual maximum v.r.p. correction is known, this should be used as the limiting value in place of –14 dB.

4.4.2 V.r.p. corrections for vertical apertures of less than two wavelengths

When using low gain antennas (those with vertical apertures of less than two wavelengths) the values in Table 8 characterize the envelope of the v.r.p.

For intermediate angles linear interpolation is used.

TABLE 8

Elevation angle (degrees)	v.r.p. correction (dB)
0	0
10	0
20	–1
30	–2
40	–4
50	–6
60	–8
70	–8
80	–8
90	–8

4.4.3 V.r.p. corrections for spurious emissions in the band 108-118 MHz

The v.r.p. corrections given in § 4.4.1 and 4.4.2 are also applied to spurious emissions in the band 108-118 MHz.

4.5 Combination of horizontal and vertical radiation patterns

The relevant values, in dB, of the h.r.p. and v.r.p. corrections are added arithmetically subject to a maximum combined correction of –20 dB, or the maximum v.r.p. correction, whichever is larger. At elevation angles above 45°, no h.r.p. corrections are made.

APPENDIX 1

TO ANNEX 2

Location of test points with maximum interference potential

An explanation of the GAM

This Appendix is a clarification of the inter-relationship between test point location and local maxima of interference potential in relation to the GAM.

1 Aircraft at the same height as a broadcasting station antenna

Consider the situation of an aircraft flying near a broadcasting station. If the aircraft flies at the same height as the broadcasting antenna, the maximum value of broadcasting field strength perceived by the aircraft will be at the point of nearest approach. In the case of an omni directional broadcasting antenna, the points of maximum field strength lie on a circle centred on the antenna.

2 Aircraft at a greater height than a broadcasting station antenna

If the aircraft flies at a constant altitude on a radial line towards and over the site of a broadcasting antenna, the point of maximum field strength is vertically above the antenna (see Appendix 2 to Annex 2).

3 Relationship between vertical and horizontal separation distances

If the maximum value of v.r.p. correction for the broadcasting antenna is –14 dB, the maximum value of field strength achieved for a vertical separation of y m is the same as that for a separation of $5y$ m in the horizontal plane through the broadcasting antenna (where the v.r.p. correction is 0 dB).

4 Location of maximum interference potential

For A1, A2 and B2 calculations, the vertical separation and horizontal separation concepts are equivalent because the broadcasting signals have a common source location. In the B1 case, the contributing sources are generally not co-sited and the location of the maximum interference potential may not be immediately obvious if the horizontal separation concept is used.

However, if the vertical separation concept is used, the point of maximum interference potential is above one or other of the broadcasting antennas (see Appendix 2 to Annex 2).

Thus, a unique pair (or trio) of points has been defined for a worst-case calculation without having to rely on a very large number of calculation points on some form of three-dimensional grid.

5 Test points for VOR

In the GAM, this direct approach is used for VOR compatibility calculations and is extended by means of additional test points situated at (or near) the DOC boundary to ensure that broadcasting stations outside the DOC are properly taken into account.

6 Test points for ILS

In contrast to the VOR situation, relatively few broadcasting stations are situated inside or below an ILS DOC. In consequence it is easier to demonstrate that compatibility has been fully evaluated by using a set of fixed test points to supplement test points generated above or near any broadcasting stations inside the DOC.

Test points inside the shaded zone in Fig. 4 are chosen to permit assessment of compatibility from ground level upwards and the test point heights chosen represent a glide path with a slope of 3°.

7 Effect of increased test point height

Calculations of 2 or 3 component Type B1 potential interference give worst-case results at the minimum test point height for any given sub-set of broadcasting stations which are within line-of-sight of the test point. However, at greater test point heights it is possible for additional broadcasting stations to become line-of-sight to the test point and further calculations are needed to determine if these stations can contribute to a Type B1 potential interference. The maximum value of any potential interference occurs at the minimum height for which all relevant broadcasting stations are within line-of-sight of the test point. The greatest height which needs to be considered is the lower of:

– the maximum height of the DOC, or

– the maximum height at which the signal level from a broadcasting station achieves the trigger value.

APPENDIX 2

TO ANNEX 2

Considerations regarding maximum field strength and interference potential

1 Maximum field strength

Consider an aircraft flying on a path at constant altitude along a radial towards a broadcasting station with the aircraft height greater than that of the broadcasting antenna (see Fig. 6).

In the following:

P: e.r.p. (dBW)

h: height difference (km)

d: slant path distance (km)

θ: elevation angle, relative to the horizontal at the broadcasting antenna

V: v.r.p. correction (dB).

At any point T, the field strength E (dB(μV/m)) (Note 1) is given by (see § 3.3.7 of Annex 1):

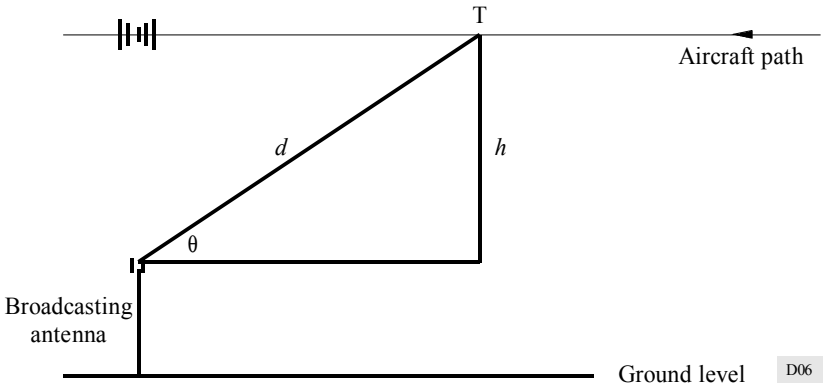
$$E = 76.9 + P - 20 \log d + V \quad (21)$$

NOTE 1 – For simplicity, it is assumed that there is no h.r.p. correction.

The v.r.p. correction is modelled as –20 log ($\pi A \sin\theta$), where A is the vertical aperture of the antenna, in wavelengths, subject to a maximum value of correction for high values of θ.

FIGURE 6

Aircraft path above a broadcasting antenna



1.1 At low values of θ (where V is between 0 and its maximum value),

$$E = 76.9 + P - 20 \log d - 20 \log (\pi A \sin\theta) \quad (22)$$

but $d = h / \sin\theta$

therefore:

$$E = 76.9 + P - 20 \log \left(\frac{h \pi A \sin\theta}{\sin\theta} \right) = 76.9 + P - 20 \log (h \pi A) \quad (23)$$

Thus the field-strength value is constant.

1.2 At larger values of θ (where V has reached its maximum value), that is near the broadcasting station (the zone shown shaded in Fig. 6), the v.r.p. correction remains constant at its maximum value. Thus:

$$E = 76.9 + P - 20 \log d + \text{constant} \quad (24)$$

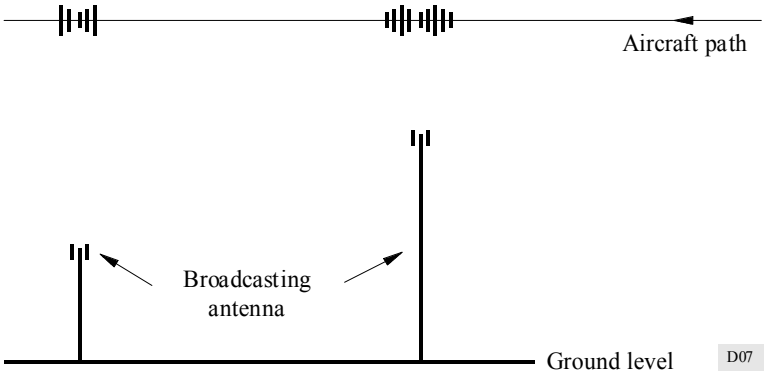
The maximum value of field strength is achieved when d reaches its minimum value (= h), directly above the broadcasting antenna.

2 Maximum Type B1 interference potential

Consider an aircraft flying on a path at a constant altitude above the line joining two broadcasting antennas (see Fig. 7).

FIGURE 7

Aircraft path above two broadcasting antennas



Outside the shaded areas, the field-strength values are constant (as described in § 1.1), their sum is constant and therefore the Type B1 interference potential is also constant.

Inside each shaded area, the field-strength value from the nearer transmitter increases to a local maximum directly above its antenna (as described in § 1.2).

In the GAM, both local maxima are examined thus permitting the worst case to be identified.

Similar reasoning applies to the three station case.

APPENDIX 3

TO ANNEX 2

Prediction of ILS field strength using two-ray geometry

This model uses two-ray geometry over a smooth spherical earth. It is a requirement of this method that the ground in the vicinity of the reflection point is a reasonable approximation to a smooth earth.

For an ILS localizer signal, the area in which the reflection takes place will be on (or very near to) the airport itself and in this area the ground is likely to be substantially flat and thus a good approximation to the required conditions.

The elements needed to make the calculation are:

– maximum e.r.p. of the ILS localizer installation;

– slant path distance between the ILS localizer antenna and the test point;

– horizontal radiation pattern of the ILS localizer antenna;

– bearing of the test point;

– height of the ILS localizer antenna above ground level (a.g.l.);

– height of the ILS localizer site above mean sea level (a.m.s.l.);

– height of the test point a.m.s.l.

Because the maximum elevation angle which needs to be considered within any ILS DOC is 7° (see Fig. 1), there is no need to include the vertical radiation pattern of the ILS localizer antenna in the calculation.

In the case of a path of less than a few hundred kilometres, it is a reasonable approximation to assume that the Earth may be represented as a parabola with heights measured on the *y*-axis and distances on the *x*-axis (see Fig. 8).

Under these circumstances, the difference in path length, Δ (m), between the direct path and that involving a reflection is given by:

$$\Delta = \frac{2\,h_1\left[h_2 - h_p - (D/4.1)^2\right]}{1\,000\,D} \quad \text{m} \tag{25}$$

where:

D: horizontal distance (km) from the ILS localizer site to the test point

h_1: ILS transmitting antenna height (m) above the reflecting plane

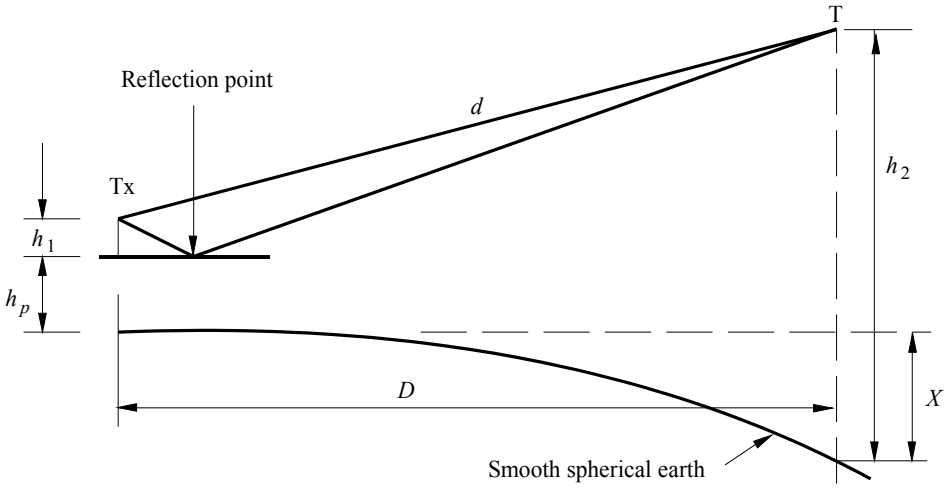
h_2: test point height (m) a.m.s.l.

h_p: height of the reflection plane (m) a.m.s.l. (equal to the ILS localizer site height)

and reference should be made to Note 1 on Fig. 8.

FIGURE 8

Two-ray geometry



Note 1 – The effect of the Earth's curvature in the region between the transmitter site and the reflection point is neglected in this approximation.

Tx: ILS localizer transmitting antenna
T: test point
d: slant path distance (km)
X: curved earth height difference (m), (identified for information only);
$X = (D/4.1)^2$

D08

At the reflection angles involved, the Earth has a reflection coefficient very close to –1 and the correction factor, *C*, due to the summation of the two signal components is given by:

$$C = 10 \log \left(2 - 2 \cos (2\pi \Delta / \lambda)\right) \quad (26)$$

where:

λ: wavelength (m), of the ILS signal.

The reflection zone is close to the transmitter site and if the latter is a few hundred metres from the end of the runway then the reflection zone will be between these two points. Care must be taken when determining the height of the ILS transmitting antenna above the reflection zone in the case where the ground is sloping. This means that an accurate ground profile is required in order to obtain accurate field strength results. For greatest accuracy, the reflection plane should be drawn through the ground slope in the reflection zone with the heights above the reflection plane recalculated appropriately.

The predicted field strength, *E* (dB(μV/m)), is given by:

$$E = 76.9 + P - 20 \log d + C + H \quad (27)$$

where:

P: e.r.p. (dBW) of the ILS localizer installation

d: slant path distance (km)

C: correction (dB) given in equation (26)

H: h.r.p correction for the ILS localizer transmitting antenna in the direction of the test point.

An allowance of 8 dB is to be made to provide a safety margin, but the field strength value calculated as in § 3.2.2.3.2 is taken as a lower limit.

The field strength, E_{ILS} (dB(μV/m)), to be used in compatibility calculations is thus:

$$E_{ILS} = \max (E - 8; \text{value from § 3.2.2.3.2}) \quad (28)$$

ANNEX 3

Detailed compatibility assessment and practical verification

CONTENTS

Page

1 Introduction 32

2 Matters requiring special attention 32

2.1 Prediction of broadcasting field strengths 32

2.2 Test point considerations 33

2.3 Considerations for coordinated stations 33

2.4 Consideration of operating stations 33

3 Multiple interference 34

4 Detailed compatibility assessment 34

5 Practical verification process 34

6 Summary 35

1 Introduction

The General Assessment Method (GAM) predicts more potential incompatibilities to the aeronautical radionavigation service than may occur in practice. However, the results of correlation tests show that when measured data are used in a compatibility analysis, the calculated results match closely with practical experience. Thus, the use of measured data will improve the accuracy of a compatibility analysis.

As an extension to the GAM, a detailed, case-by-case analysis may be conducted using parameters derived from models with increased degrees of accuracy. These models may be used individually or in combination. They approach practical experience when the calculated values of individual parameters approximate more closely to measured values. The advantage of this modelling approach is that it provides opportunities for an efficient compatibility analysis and that it can provide accurate results, thus avoiding the need for extensive flight measurements and their associated practical difficulties.

2 Matters requiring special attention

2.1 Prediction of broadcasting field strengths

In the GAM the prediction of broadcasting field strengths is based on free-space propagation. However, measurements have shown that free-space propagation predictions may lead to a significant overestimation in a case where both the transmitting and receiving antennas are at low heights (for example, less than 150 m) above the ground.

In general, it is not possible to perform calculations which are more realistic than those based on free-space propagation because sufficient information is not readily available about the propagation path between the broadcasting station antenna and the test point. In particular, information about the ground profile along this path is required. However, where this information is available, for example from a terrain data bank, then more realistic field strength calculations may be made. For the reasons given earlier, it is to be expected that the field strength values calculated by a more detailed method, in particular for propagation paths with a restricted ground clearance, will be significantly lower than the values given using free-space propagation only. Under those circumstances, more detailed field strength calculation methods will result in a significant reduction in potential incompatibility.

2.2 Test point considerations

When undertaking a detailed compatibility analysis for any test point at which the GAM has indicated a potential incompatibility, care should be taken to check the validity of the test point in relation to the aeronautical service volume. Because the GAM generates test points automatically, it is possible that some test points will coincide with locations where, in accordance with published aeronautical documentation:

– aircraft are not able to fly because of natural or man-made obstructions;

– aircraft are not permitted to fly because of specific flight restrictions;

– pilots are advised not to use the aeronautical navigation facility because it is known to give unreliable results in a particular area.

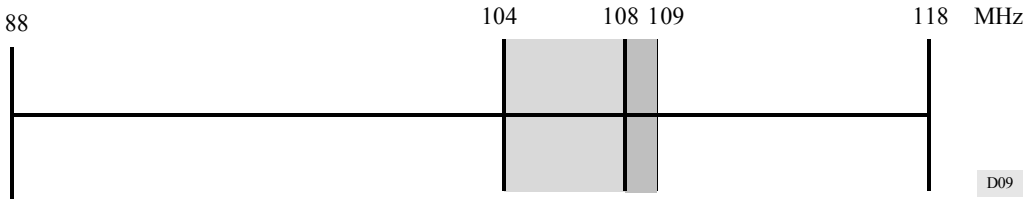
In addition, there can be circumstances where the test points generated by the GAM lie below and therefore outside the service volume of a VOR. This is particularly likely to occur with lower power VOR installations.

2.3 Considerations for coordinated stations

A very large number of aeronautical and broadcasting stations have been coordinated between administrations using compatibility criteria other than those contained in Annex 1. In particular, in Region 1 and certain countries in Region 3, the Geneva 1984 criteria have been widely used for many years. Calculations made using the GAM with the B1 interference criteria for the Montreal receiver given in Annex 1 will show less potential interference than calculations made using the Geneva 1984 criteria in most cases; however, there will be cases where more potential interference will be calculated. The frequency ranges for aeronautical and broadcasting stations where more potential interference may be calculated are shown shaded in Fig. 9. Because some worst-case assumptions are an inherent part of the GAM, it is to be expected that in a large majority of the cases where the GAM indicates more potential interference, a more detailed compatibility assessment, taking account of the proposals in this Annex, will show that in practice there will be no reduction in compatibility. In particular, the use of realistic aeronautical and broadcasting field strengths, rather than minimum or free-space values, respectively, will provide a significant reduction in calculated potential interference.

FIGURE 9

Spectrum chart for VHF/FM and ILS/VOR bands



The frequency range within which the Montreal receiver may show more potential B1 interference than the GE84 receiver is shown shaded.

There may be cases where the more detailed analysis is not able to restore the compatibility to the values previously calculated. If the incompatibilities are confirmed, for example by flight tests, the relevant administration(s) must take the necessary steps to ensure compatibility.

2.4 Consideration of operating stations

Because the GAM is intended to calculate all significant potential incompatibilities within an aeronautical service volume, a number of worst-case assumptions were included. There is thus likely to be an over-estimation of potential interference and it may be found that the GAM indicates potential interference in situations where the relevant aeronautical and broadcasting stations are all operating and no interference problem appears to exist in practice. Such situations should be examined as they may provide useful information which will lead to an improvement of the assessment method.

3 Multiple interference

In a case where measured values, or reasonably accurate predictions of the wanted and unwanted field strengths are available, account must be taken of multiple intermodulation products, for each interference mode. This may be done by using the power sum of the individual interference margins, IM, at a given test point.

The total interference margin, *IM* (dB), is given by:

$$IM = 10 \log \left(\sum_{i=1}^{N} 10^{(IM_i/10)} \right) \quad (29)$$

where:

N: number of individual interference margins

IM_i: value of ith interference margin.

4 Detailed compatibility assessment

Tests have shown that as predicted values for data are replaced by measured values, the results of compatibility calculations approach closer to those found in practice. When all data values in the analysis are replaced by measured values, the results of compatibility calculations compare closely with the results from correlation flight tests.

Thus in a detailed, case-by-case compatibility assessment, the most accurate data values available should be used. In particular, the accuracy of compatibility calculations will be improved by:

– replacing the predicted horizontal radiation pattern for a broadcasting antenna with the pattern measured for the antenna as installed;

– replacing the predicted vertical radiation pattern for a broadcasting antenna (see Annex 2, § 4) with the pattern measured for the antenna as installed;

– in the case of ILS, calculate the wanted signal level by the two-ray method of § 3.2.2.3.1 rather than by the interpolation method of § 3.2.2.3.2;

– replacing the predicted horizontal radiation pattern for the ILS localizer transmitting antenna with the measured pattern for the antenna as installed.

Further improvements to the accuracy of the compatibility calculations will be obtained by:

– replacing predicted levels of broadcasting signals with values measured during flight trials;

– replacing predicted levels of aeronautical signals with values measured during flight trials.

In the latter case, it has been found possible to measure ILS field strengths along the centre line of the runway and make use of a predicted or measured horizontal radiation pattern for the ILS localizer antenna to obtain accurate values for field strengths at locations off the extended runway centre line. This avoids the need to make extensive measurements throughout the ILS DOC.

5 Practical verification process

Verification of the results of compatibility assessment calculations may be obtained by:

– measuring the levels of broadcasting signals at the input to an aeronautical receiver;

– measuring the level of an aeronautical signal at the input to its receiver;

– using an aeronautical receiver with characteristics which have been measured by bench tests, taking into account an adequate range of broadcasting and aeronautical signal levels and frequencies and taking into account the difference between these measured characteristics and those used in the theoretical calculations;

– using an aircraft receiving antenna with a radiation pattern and frequency response which have been measured and taking into account the difference between these measured characteristics and those used in the theoretical calculations.

It is particularly important to use an aircraft receiving antenna with measured characteristics if it is desired to make an accurate comparison between predicted field strength values for broadcasting stations and the levels of their signals at the input to an aeronautical receiver.

6 Summary

Improved accuracy may be obtained from a compatibility assessment calculation by using more accurate data, for example:

– measured broadcasting antenna horizontal radiation patterns;

– measured broadcasting antenna vertical radiation patterns;

– an improved prediction of the ILS field strength;

– a measured ILS localizer transmitting antenna horizontal radiation pattern.

Verification of a compatibility assessment calculation may be obtained by using:

– measured levels of broadcasting signals;

– measured levels of aeronautical signals;

– an aeronautical receiver with measured characteristics;

– an aircraft receiving antenna with measured radiation pattern and frequency response characteristics.

ANNEX 4

Definitions

Aeronautical Information Publication (AIP)

A document published by a Provider State describing, among other things, the characteristics and DOC of aeronautical facilities.

Antenna corrections

These are the reductions in effective radiated power (e.r.p.) on specified azimuthal bearings and elevation angles relative to the value of e.r.p. in the direction of maximum radiation. They are normally specified as horizontal and vertical corrections in dB.

COM

A two-way (air-ground) radiocommunication system operating in the band 118-137 MHz.

Course deflection current

The output of the receiver which is fed to the pilot's indicator and to the autopilot. For the ILS localizer receiver, it provides left/right guidance proportional to the DDM of the 90 Hz and 150 Hz signals for a given angular displacement from runway centre line. For a VOR receiver, it provides left/right guidance proportional to the phase difference of two 30 Hz signals.

Course line

It is the projection onto the horizontal plane of the path that an aircraft would fly while following an ILS localizer receiver indicator showing zero course deflection (i.e. DDM = 0). For normal ILS approaches, the course line should be identical to the extended runway centre line (see Fig. 1).

Course sector

A sector in the horizontal plane originating from the ILS localizer antenna, containing the course line and limited by the full scale fly-left and full scale fly-right deflection of the ILS localizer receiver indicator. Full scale indicator deflection is equivalent to ± 150 μA course deflection current (DDM = 0.155).

Cut-off value

The minimum power level of a broadcasting signal at the input to an aeronautical receiver to which this signal is considered to form a potential source of Type B1 interference.

Designated Operational Coverage (DOC)

The volume inside which the aeronautical service operational requirements are met; this is the coverage volume promulgated in aeronautical documents.

Difference in Depth of Modulation (DDM)

The depth of modulation is the ratio of the amplitude of the modulation of the 90 Hz or 150 Hz signal to the carrier amplitude. The DDM is the modulation depth of the stronger signal minus the modulation depth of the weaker signal.

Distance and distance calculation

Where two locations are separated by more than 100 km, then the distance between them is calculated as the shorter great-circle ground distance. For distances less than 100 km, the height of the broadcasting transmitter antenna and the height of the test point are taken into account and if there is a line-of-sight path between them, the slant path distance is calculated.

Effective Earth radius

An effective Earth radius of 4/3 times the true value is used for distance calculations.

Elevation angle

The angle relative to the horizontal between two locations (positive above horizontal), using the effective Earth radius value defined above (see Fig. 6).

Flag

A visual warning device which is displayed in the pilot's indicator associated with an ILS localizer or VOR receiver, indicating when the receiver is inoperative, not operating satisfactorily or when the signal level or the quality of the received signal falls below acceptable values.

Front course sector

The course sector which encompasses the runway. The width of the front course sector is adjusted between 3° and 6° (normally 5°) so that the distance between a full scale fly-left deflection and a full scale fly-right deflection of an ILS localizer receiver indicator would equate to a width of approximately 210 m at the runway threshold (see Fig. 1).

Future immunity aeronautical receivers

Receivers which at least meet the immunity to Type B interference as specified in ICAO Annex 10. As of 1 January 1998, all receivers in use shall be considered to have this degree of immunity. These receivers are also referred to as 1998 ICAO Annex 10 receivers.

Glide path

The descent profile for a runway, normally 3°, provided by an ILS glide path transmitter and antenna system operating in the band 329.3-335.0 MHz.

ICAO Annex 10

"International Standards, Recommended Practices and Procedures for Air Navigation Services: Aeronautical Telecommunications, Annex 10 to the Convention on International Civil Aviation, Volume I", International Civil Aviation Organization, Montreal, 1985.

Instrument Landing System (ILS)

A radionavigation system specified in ICAO Annex 10 and agreed internationally as the current standard precision approach and landing aid for aircraft.

ILS localizer

The component of an ILS which provides guidance in the horizontal plane. The transmitter with its associated antenna system produces a composite field pattern amplitude modulated with 90 Hz and 150 Hz. The radiation field pattern is such that when an observer faces the localizer from the approach end of the runway, the depth of modulation of the radio frequency carrier due to the 150 Hz tone predominates on the right-hand side and that due to the 90 Hz tone predominates on the left-hand side. The DDM is zero on the centre line of the runway and the extended runway centre line.

Line-of-sight

Unobstructed path between two locations using the effective Earth radius defined above.

Minimum separation distances

Minimum horizontal and vertical separation distances defining a zone around a broadcasting antenna within which aircraft would not normally fly.

Montreal aeronautical receivers

An ILS localizer or VOR receiver whose characteristics are defined by the equations specified in § 4.2 of Annex 1. (These characteristics were agreed at the 1992 meeting of Task Group 12/1 in Montreal.) The term encompasses receivers previously termed "current immunity" and "poor immunity".

Potential incompatibility

A potential incompatibility is considered to occur when the agreed protection criteria are not met at a test point.

Provider state

The authority responsible for the provision of aeronautical services for a country or other specified area.

Runway threshold

The beginning of that portion of the runway usable for landing.

Runway touchdown point

A point on a runway defining the start of the surface where the aircraft wheels may make contact with the ground, normally inset from the runway threshold.

Slant path distance

The shortest distance between two points above the Earth's surface (e.g., between a broadcasting antenna and a test point).

Test point

A point for which a compatibility calculation is made. It is completely described by the parameters of geographical position and height.

Trigger value

The minimum value of a FM broadcasting signal which, when applied to the input of an aeronautical receiver, is capable of initiating the generation of a third order intermodulation product of sufficient power to represent potential interference.

VHF Omnidirectional Radio Range (VOR)

A short range (up to approximately 370 km or 200 nautical miles) aid to navigation which provides aircraft with a continuous and automatic presentation of bearing information from a known ground location.

高齢者・障害者等に優しいアシストシステムの評価研究報告書

別冊資料集（抜粋）

２　管内におけるコミュニティＦＭ放送との混信影響調査（第３章２関連）

【実験の内容及び結果】

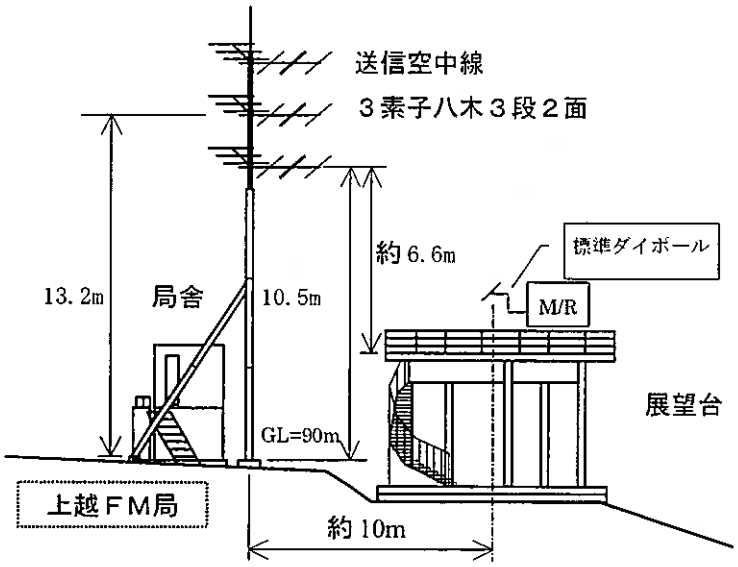
１　送信点

(1)「上越ＦＭ」電界強度測定

送信空中線直下の電界強度を測定した。測定ポイントは、隣接する展望台の上で行った。

○「上越ＦＭ」概要

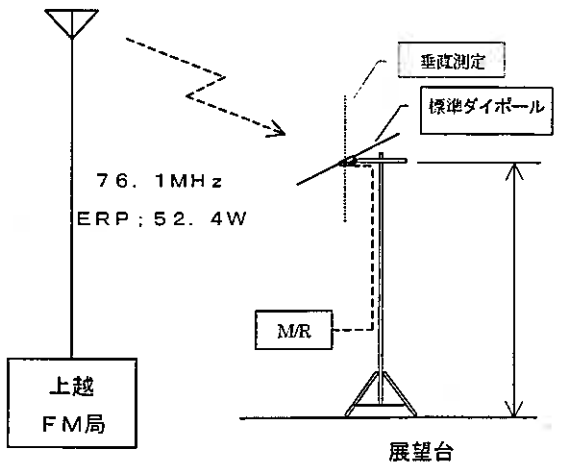
・送信周波数；７６．１ＭＨｚ
・ＥＲＰ；５２．４Ｗ
・送信空中線；３素子八木３段２面



<図１>

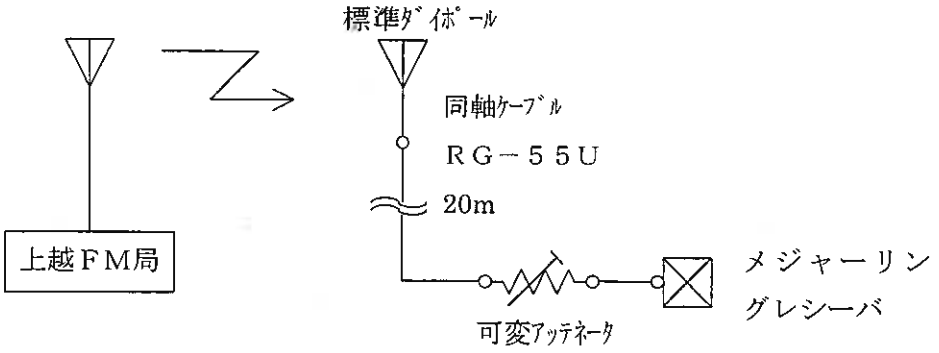
○測定概要図

測定は、メジャーリングレシーバを使用し、展望台からの高さを変えて、測定を行った。
測定周波数は「上越ＦＭ」の送信周波数７６．１ＭＨｚを測定した。
音声アシストシステムは、垂直偏波での使用が想定される為、水平及び垂直にて測定した。



<図２>

○測定系統図



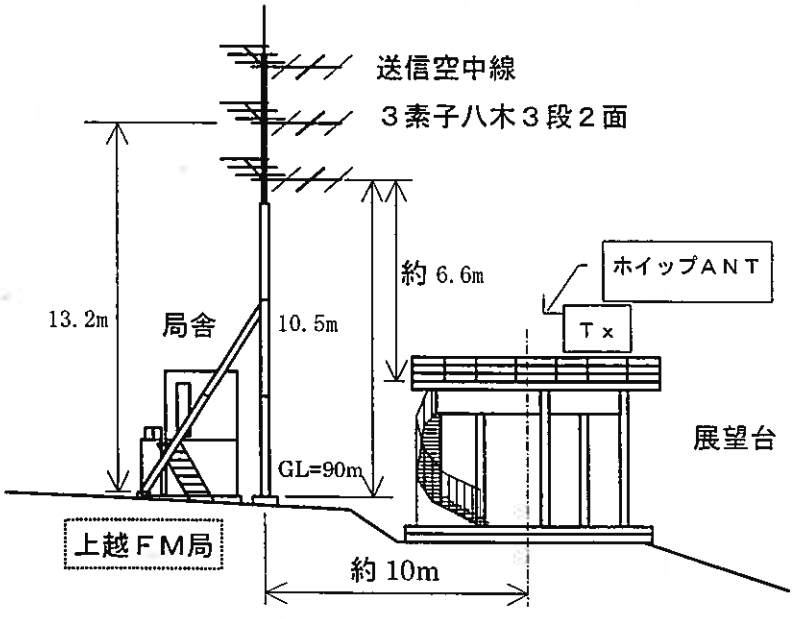
<図３>

(2) ＦＭ放送局強電界下における音声アシストシステム受信状況調査

コミュニティＦＭ放送局、「上越ＦＭ」の送信空中線直下において、音声アシストシステム実験局により受信状況を調査した。送信及び受信ポイントは、隣接する展望台の上で行った。

○アシストシステム実験局概要

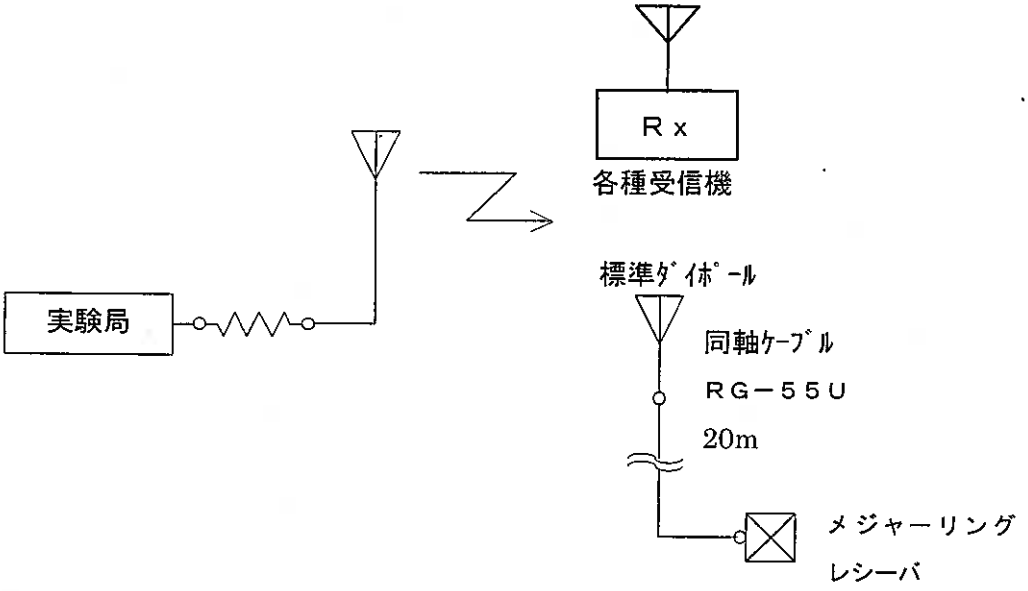
・識別信号；でんかんしんえつあしすとじっけん１
・送信周波数；７５．８ＭＨｚ
・空中線電力；０．０１Ｗ
・占有周波数帯域幅；１８０ｋＨｚ
・送信空中線；ヘリカルホイップアンテナ



<図４>

○測定概要図

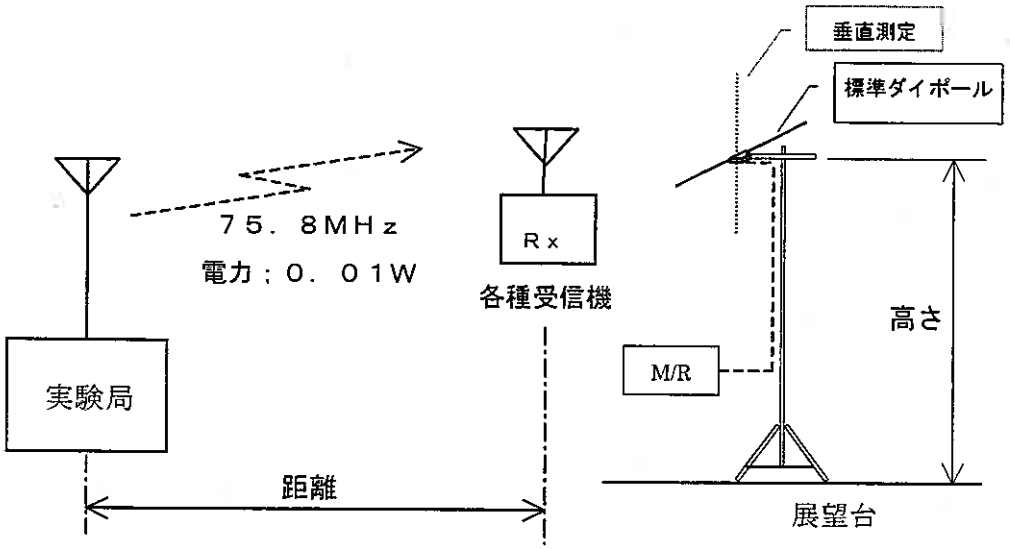
測定は、メジャーリングレシーバを使用し、展望台からの高さを変えて、測定を行った。
測定周波数は「上越ＦＭ」の送信周波数７６．１ＭＨｚを測定した。
音声アシストシステムは、垂直偏波での使用が想定される為、水平及び垂直にて測定した。



＜図５＞

○測定系統図

受信機は受信帯域幅を±１１５ｋＨｚから±９０ｋＨｚに変更したものと、帯域幅を改造していない受信機、市販ラジカセを、音声アシストシステム送信機からの距離を１ｍづつ変えて、それぞれ音声アシストシステム及びコミュニティＦＭの受信状況を調査した。



＜図６＞

(3)受信状況の評価の方法

評価	受信了解度の評価	評価	混信の評価
5	非常に良い	1	検知できない
4	良い	2	検知できるが気（邪魔）にならない
3	普通	3	やや気（邪魔）になる
2	悪い	4	気（邪魔）になる
1	非常に悪い	5	非常に気（邪魔）になる

＜表１＞

＊記載方法は、「受信了解度／混信」とし、受信了解度４　混信２の場合「４／２」とする。

２　ＦＭ放送局のフリンジにおける、音声アシストシステムによる受信への影響

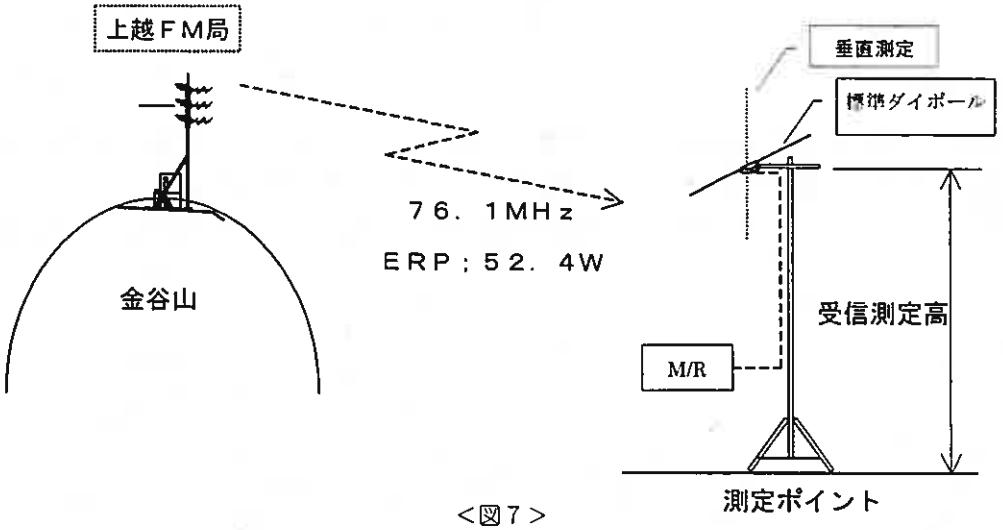
(1)「上越ＦＭ」電界強度測定

「上越ＦＭ」局放送フリンジでの電界強度を測定した。

○測定概要図

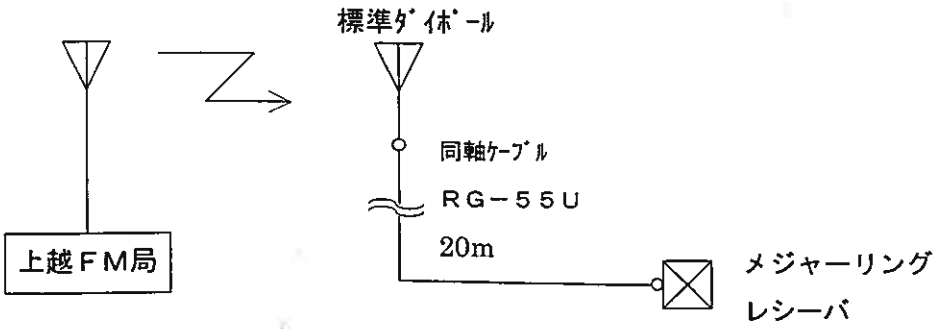
測定は、メジャーリングレシーバを使用し、地上からの高さを変えて、測定を行った。

測定周波数は「上越ＦＭ」の送信周波数７６．１ＭＨｚを測定した。音声アシストシステムは、垂直偏波での使用が想定される為、水平及び垂直にて測定した。



＜図７＞

○測定系統図



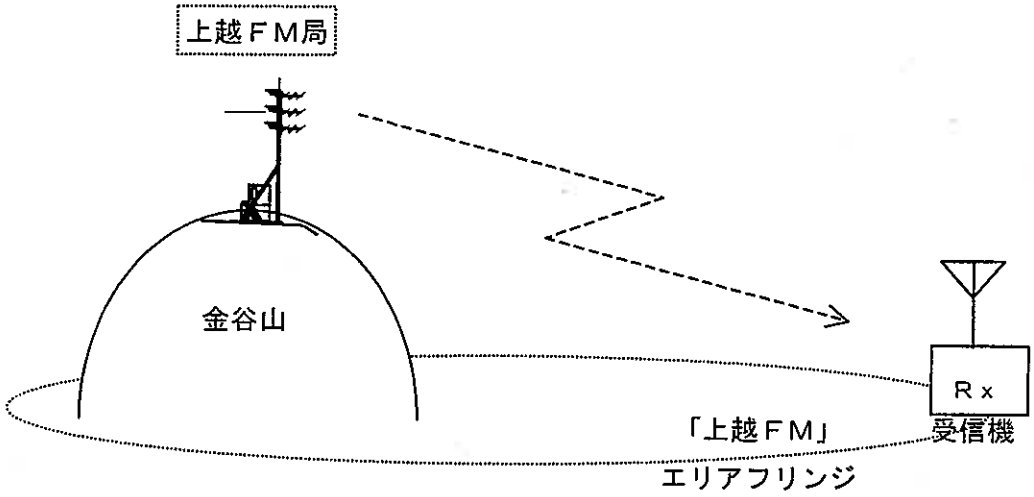
＜図８＞

(2) ＦＭ放送局のフリンジにおける、音声アシストシステムによる受信への影響

コミュニティＦＭ放送局、「上越ＦＭ」のフリンジ地点において、音声アシストシステム実験局により受信状況を調査した。

○音声アシストシステム実験局概要

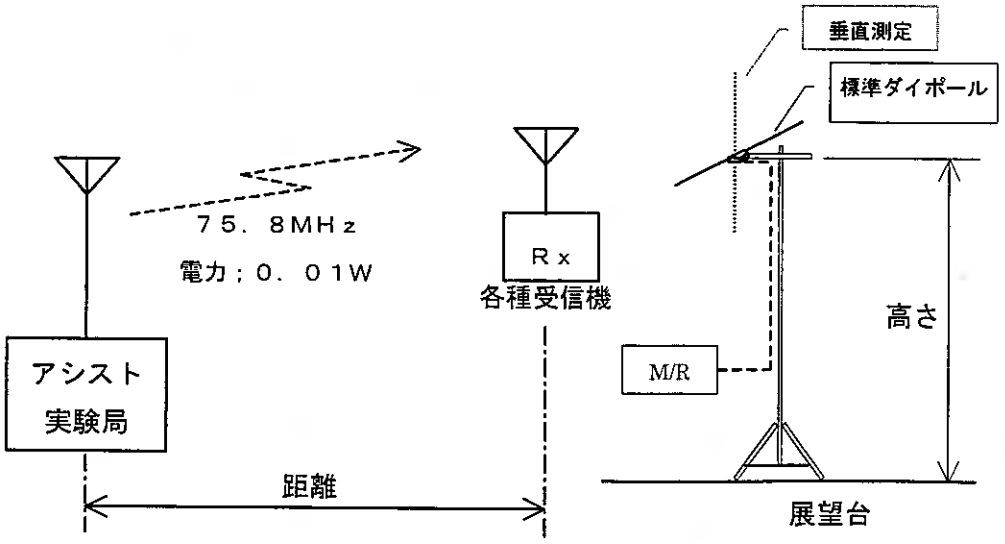
・識別信号；でんかんしんえつあしすとじっけん１
・送信周波数；７５．８ＭＨｚ
・空中線電力；０．０１Ｗ
・送信空中線；ヘリカルホイップアンテナ



＜図９＞

○測定概要図

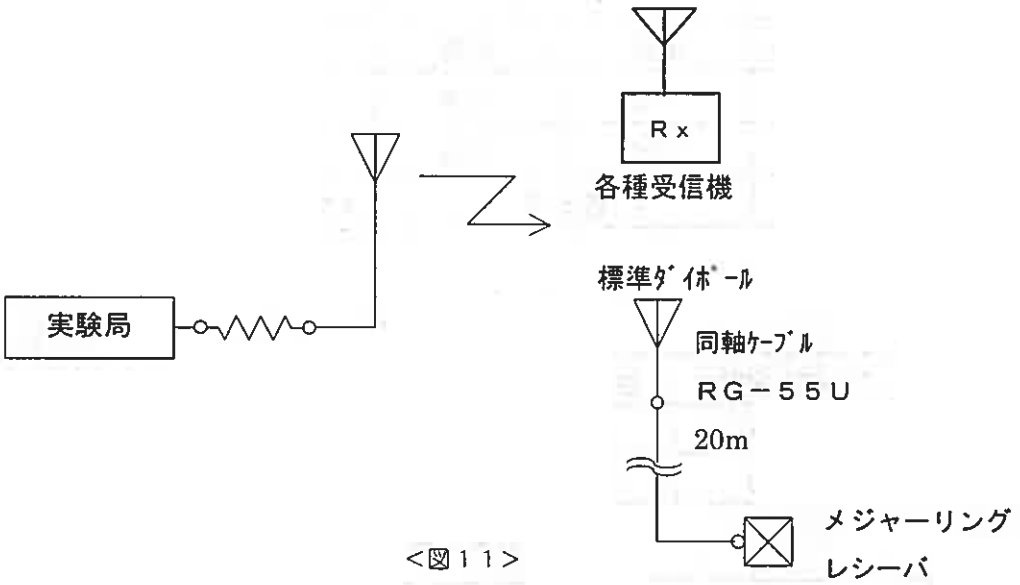
測定は、メジャーリングレシーバを使用し、展望台からの高さを変えて、測定を行った。
測定周波数は「上越ＦＭ」の送信周波数７６．１ＭＨｚを測定した。
音声アシストシステムは、垂直偏波での使用が想定される為、水平及び垂直にて測定した。



＜図１０＞

○測定系統図

受信機は、受信帯域幅を±１１５ｋＨｚから±９０ｋＨｚに変更したものと、帯域幅を改造していない受信機、市販ラジカセを使用し、それぞれ音声アシストシステムとコミュニティＦＭの受信状況を調査した。



<図１１>

(3)評価方法

評価方法は表１参照。
なお、コミュニティＦＭ新津も上記と同様の要領で測定を行った。

3　測定結果等

測定データ等の結果は次表を参照。

DATA1（第3章-2-(1)関連）			
FM局	上越FM	測定日	平成11年8月4日
測定場所	上越FM送信点	測定者	八木アンテナ

1．上越FM局

電界強度測定表＜表1＞

	計算値	76.1MHz		75.8MHz		備　考
高さ(m)	dBμV／m	水平	垂直	水平	垂直	※アシストシステムは送信断
1．5	116．3	116	108	22	22	
4	121．3	120	110	23	22	
備考		直接波		スプリアス成分等潜在電界		

2．アシストシステム

測定条件＜表2＞

局名	アシスト実験1	使用アンテナ	付属ﾎｲｯﾌﾟ	受信周波数	下記
送信出力	10mW	送信高	1．5m	FM局からの方位	TN90°
アッテネータ	0 dB	受信高	1．5m	FM局からの距離	約10m

測定表＜表3＞

	受信状況(ﾒﾘｯﾄ評価／劣化)						電界強度 75.8MHz	電界強度 75.8MHz
	受信機A		受信機B		受信機C			
距離(m)	f=75.8MHz	f=76.1MHz	f=75.8MHz	f=76.1MHz	f=75.8MHz	f=76.1MHz	垂直	計算値
0	5／1	5／1	5／1	5／1	5／2	5／2	-	-
1	5／1	5／1	5／1	4／1	5／2	5／2	98	116．9
1．5	5／1	5／1	5／1	3／3	5／2	5／2	97	113．4
2	5／1	5／1	5／1	3／3	5／2	5／2	93	110．9
3	5／1	5／1	5／1	3／3	5／2	5／2	89	107．4
4	5／1	5／1	5／1	3／3	5／2	5／2	92	104．9
5	5／1	5／1	5／1	3／3	5／2	5／2	91	102．9
6	5／1	5／1	5／1	3／3	5／2	5／2	82	101．3
7	5／1	5／1	5／1	3／3	5／2	5／2	78	99．8
(展望台のため7mで測定限界)				―	―	―	―	93．8
―	―	―	―	―	―	―	―	―
―	―	―	―	―	―	―	―	―
―	―	―	―	―	―	―	―	―
考察	強電界下であるが、送信機最大出力のため、放送波に影響されなかった。				帯域の広いﾗｼﾞｶｾでは、何れの周波数でも気にはならないが、両変調が聞こえた。		計算値は空中線利得0dBdとした。実際は－10dBd。	
備考	受信帯域幅180kHz (7ｼｽﾄ用、携帯型)		受信帯域幅230kHz (7ｼｽﾄ用、携帯型)		受信帯域幅230kHz (ﾗｼﾞｶｾﾀｲﾌﾟ)		単位；dBμV/m	

DATA2(第3章-2-(1)関連)			
FM局	上越FM	測定日	平成11年8月4日
測定場所	上越FM送信点	測定者	八木アンテナ

1. 上越FM局

電界強度測定表<表1>

	計算値	76.1MHz		75.8MHz		備 考
高さ(m)	dBμV/m	水平	垂直	水平	垂直	※アシストシステムは送信断
1.5	116.3	116	108	22	22	
4	121.3	120	110	23	22	
備考		直接波		スプリアス成分等潜在電界		

2. アシストシステム

測定条件<表2>

局名	アシスト実験1	使用アンテナ	付属ホイップ	受信周波数	下記
送信出力	10mW	送信高	1.5m	FM局からの方位	TN90°
アッテネータ	25 dB	受信高	1.5m	FM局からの距離	約10m

測定表<表3>

	受信状況(メリット評価/劣化)						電界強度 75.8MHz	電界強度 75.8MHz
	受信機A		受信機B		受信機C			
距離(m)	f=75.8MHz	f=76.1MHz	f=75.8MHz	f=76.1MHz	f=75.8MHz	f=76.1MHz	垂直	計算値
0	5/1	5/1	5/1	5/1	5/2	5/1	-	-
1	5/1	5/1	5/1	5/1	3/3	5/1	-	91.9
1.5	5/1	5/1	3/3	5/1	3/3	5/1	-	88.4
2	5/1	5/1	1/3	5/1	3/3	5/1	-	85.9
3	5/1	5/1	1/3	5/1	3/3	5/1	-	82.4
4	5/1	5/1	1/3	5/1	3/3	5/1	-	79.9
5	5/1	5/1	1/3	5/1	3/3	5/1	64	77.9
6	—	5/1	1/3	5/1	3/3	5/1	-	76.3
7	—	5/1	1/3	5/1	3/3	5/1	-	74.8
(展望台のため7mで測定限界)				—	—			—
—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—
考察	送信機出力を−25dBとして、アシストのエリアを狭めた。				帯域の広いラジカセでは、送信出力を下げると、アシスト受信に妨害を感じた。		計算値は空中線利得0dBdとした。実際は−10dBd。	
備考	受信帯域幅180kHz (アシスト用、携帯型)		受信帯域幅230kHz (アシスト用、携帯型)		受信帯域幅230kHz (ラジカセタイプ)		単位:dBμV/m	

DATA3(第3章-2-(1)関連)			
FM局	上越FM	測定日	平成11年8月4日
測定場所	直江津港	測定者	八木アンテナ

1.上越FM局

電界強度測定表<表1>

	計算値	76.1MHz		75.8MHz		備 考
高さ(m)	dBμV/m	水平	垂直	水平	垂直	※アシストシステムは送信断
1.5	50.0	53	40	5.8	5.8	
4	54.0	55	44	6.3	5.9	
備考		直接波		スプリアス成分等潜在電界		

2.アシストシステム

測定条件<表2>

局名	アシスト実験1	使用アンテナ	付属ホイップ	受信周波数	下記
送信出力	10mW	送信高	1.5m	FM局からの方位	TN17°
アッテネータ	0 dB	受信高	1.5m	FM局からの距離	5.0km

測定表<表3>

	受信状況(メリット評価/劣化)						電界強度 75.8MHz	電界強度 75.8MHz
	受信機A		受信機B		受信機C			
距離(m)	f=75.8MHz	f=76.1MHz	F=75.8MHz	f=76.1MHz	f=75.8MHz	f=76.1MHz	垂直	計算値
0	5/1	1/4	5/1	1/5	5/1	1/5	-	-
1	5/1	1/3	5/1	1/5	5/1	1/5	86	116.9
1.5	5/1	1/3	5/1	1/5	5/1	1/5	80	113.4
2	5/1	1/3	5/1	1/5	5/1	1/5	81	110.9
3	5/1	1/3	5/1	1/5	5/1	1/5	83	107.4
4	5/1	1/3	5/1	1/5	5/1	1/5	84	104.9
5	5/1	1/3	5/1	3/5	5/1	1/5	84	102.9
6	5/1	1/3	5/1	3/5	5/1	1/4	82	101.3
7	5/1	1/3	5/1	3/5	5/1	3/2	81	99.8
8	5/1	1/3	5/1	3/5	5/1	3/2	81	97.6
9	5/1	1/3	5/1	3/5	5/1	3/2	80	95.6
10	5/1	1/3	5/1	3/5	5/1	3/2	82	93.8
50	-	-	5/1	3/3	-	-	-	-
100	-	-	3/1	-	-	-	-	-
考察					上越FMのフリンジでは、送信機出力が最大のため、上越FM受信に妨害を感じた。		計算値は空中線利得0dBdとした。実際は-10dBd。	
備考	受信帯域幅180kHz (アシスト用、携帯型)		受信帯域幅230kHz (アシスト用、携帯型)		受信帯域幅230kHz (ラジカセタイプ)		単位;dBμV/m	

DATA4(第3章-2-(1)関連)			
FM局	上越FM	測定日	平成11年8月4日
測定場所	直江津港	測定者	八木アンテナ

1．上越FM局

電界強度測定表＜表1＞

	計算値	76.1MHz		75.8MHz		備 考
高さ(m)	dBμV/m	水平	垂直	水平	垂直	※アシストシステムは送信断
1.5	50.0	53	40	5.8	5.8	
4	54.0	55	44	6.3	5.9	
備考		直接波		スプリアス成分等潜在電界		

2．アシストシステム

測定条件＜表2＞

局名	アシスト実験1	使用アンテナ	付属ﾎｲｯﾌﾟ	受信周波数	下記
送信出力	10mW	送信高	1.5m	FM局からの方位	TN17°
アッテネータ	25 dB	受信高	1.5m	FM局からの距離	5.0km

測定表＜表3＞

	受信状況(ﾒﾘｯﾄ評価／劣化)						電界強度	電界強度
	受信機A		受信機B		受信機C		75.8MHz	75.8MHz
距離(m)	f=75.8MHz	f=76.1MHz	f=75.8MHz	f=76.1MHz	f=75.8MHz	f=76.1MHz	垂直	計算値
0	5／1	5／1	5／1	5／1	5／1	3／2	-	-
1	5／1	5／1	5／1	5／1	5／1	3／2	-	91.9
2	5／1	5／1	5／1	5／1	5／1	3／2	-	85.9
3	5／1	5／1	5／1	5／1	5／1	3／2	-	82.4
4	5／1	5／1	5／1	5／1	5／1	3／2	-	79.9
5	5／1	5／1	5／1	5／1	5／1	3／2	-	77.9
6	5／1	5／1	5／1	5／1	3／1	3／2	-	76.3
7	5／1	5／1	5／1	5／1	3／1	3／2	-	74.8
8	5／1	5／1	5／1	5／1	3／1	3／2	-	72.6
9	5／1	5／1	5／1	5／1	3／1	3／2	-	70.6
10	5／1	5／1	5／1	5／1	3／1	3／2	-	68.8
15	5／1	5／1	5／1	5／1	3／1	3／1	-	61.9
16	-	5／1	-	-	2／1	3／1	-	60.7
考察					アシストの送信出力を下げると、上越FMの受信は妨害が低減された。		計算値は空中線利得0dBdとした。実際は−10dBd。	
備考	受信帯域幅180kHz (7ｼｽﾄ用、携帯型)		受信帯域幅230kHz (7ｼｽﾄ用、携帯型)		受信帯域幅230kHz (ﾗｼﾞｶｾﾀｲﾌﾟ)		単位;dBμV/m	

DATA5(第3章-2-(1)関連)			
FM局	上越FM	測定日	平成11年8月4日
測定場所	直江津港	測定者	八木アンテナ

1．上越FM局

電界強度測定表＜表1＞

	計算値	76.1MHz		75.8MHz		備 考
高さ(m)	dBμV/m	水平	垂直	水平	垂直	※アシストシステムは送信断
1.5	50.0	53	40	5.8	5.8	
4	54.0	55	44	6.3	5.9	
備考		直接波		スプリアス成分等潜在電界		

2．アシストシステム

測定条件＜表2＞

局名	アシスト実験1	使用アンテナ	付属ﾎｲｯﾌﾟ	受信周波数	下記
送信出力	10mW	送信高	1.5m	FM局からの方位	TN17°
アッテネータ	40 dB	受信高	1.5m	FM局からの距離	5.0km

測定表＜表3＞

	受信状況(ﾒﾘｯﾄ評価／劣化)						電界強度 75.8MHz	電界強度 75.8MHz
	受信機A		受信機B		受信機C			
距離(m)	f=75.8MHz	f=76.1MHz	f=75.8MHz	f=76.1MHz	f=75.8MHz	f=76.1MHz	垂直	計算値
0	5／1	5／1	5／1	3／2	5／1	5／1	-	-
1	5／1	5／1	5／1	3／2	5／1	5／1	-	76.9
2	5／1	5／1	5／1	5／1	5／1	5／1	-	70.9
3	5／1	5／1	5／1	5／1	5／1	5／1	-	67.4
4	3／1	5／1	5／1	5／1	5／1	5／1	55	64.9
5	3／1	5／1	5／1	5／1	5／1	5／1	-	62.9
6	-	5／1	5／1	5／1	3／1	5／1	-	61.3
7	-	5／1	5／1	5／1	3／1	5／1	-	59.8
8	-	5／1	5／1	5／1	3／1	5／1	-	57.6
9	-	5／1	5／1	5／1	3／1	5／1	-	55.6
10	-	5／1	4／1	5／1	3／1	5／1	-	53.8
15	-	5／1	4／1	5／1	2／1	5／1	-	52.2
20	-	5／1	3／1	5／1	1／1	5／1	-	41.9
考察	送信機出力を－40dBとして、受信機Cでアシストの影響無いようエリアを狭めた。6m以降省略。				アシスト送信機近傍でも上越FM受信は良好になった。		計算値は空中線利得0dBdとした。実際は－10dBd。	
備考	受信帯域幅180kHz (ｱｼｽﾄ用、携帯型)		受信帯域幅230kHz (ｱｼｽﾄ用、携帯型)		受信帯域幅230kHz (ﾗｼﾞｶｾﾀｲﾌﾟ)		単位;dBμV/m	

DATA6(第3章-2-(1)関連)			
FM局	新津FM	測定日	平成11年8月5日
測定場所	送信点	測定者	八木アンテナ

1.新津FM局

電界強度測定表＜表1＞

	計算値	76.1MHz		75.8MHz		備 考
高さ(m)	dBμV/m	水平	垂直	水平	垂直	※アシストシステムは送信断
1.5	104.1	106	90	20	15	
4	110.1	105	92	21	18	
備考		直接波		スプリアス成分等潜在電界		

2.アシストシステム

測定条件＜表2＞

局名	アシスト実験1	使用アンテナ	付属ﾎｲｯﾌﾟ	受信周波数	下記
送信出力	10mW	送信高	1.5m	FM局からの方位	TN270°
アッテネータ	0 dB	受信高	1.5m	FM局からの距離	約20m

測定表＜表3＞

	受信状況(ﾒﾘｯﾄ評価/劣化)						電界強度 75.8MHz	電界強度 75.8MHz
	受信機A		受信機B		受信機C			
距離(m)	f=75.8MHz	f=76.1MHz	f=75.8MHz	f=76.1MHz	f=75.8MHz	f=76.1MHz	垂直	計算値
0	5/1	5/1	5/1	5/2	5/1	5/1	-	-
1	5/1	5/1	5/1	5/2	5/2	5/1	92	116.9
1.5	5/1	5/1	5/1	4/2	5/2	5/1	85	113.4
2	5/1	5/1	5/1	3/2	5/2	5/1	80	110.9
3	5/1	5/1	5/1	3/2	5/2	5/1	82	107.4
4	5/1	5/1	5/1	3/2	5/2	5/1	79	104.9
5	5/1	5/1	5/1	3/2	5/2	5/1	82	102.9
6	5/1	5/1	5/1	3/2	5/2	5/1	78	101.3
7	5/1	5/1	5/1	3/2	5/2	5/1	76	99.8
8	5/1	5/1	5/1	3/2	4/3	5/1	70	97.6
9	5/1	5/1	5/1	3/2	4/3	5/1	69	95.6
10	5/1	5/1	5/1	3/2	2/5	5/1	65	93.8
11	3/1	5/1	5/1	3/2	2/5	5/1	63	92.2
考察	強電界下であるが、アシスト受信、FM受信ともに、影響はなかった。				帯域の広いﾗｼﾞｶｾでは、強電界下であるため、アシスト受信に妨害を感じた。		計算値は空中線利得0dBdとした。実際は−10dBd。	
備考	受信帯域幅180kHz (ｱｼｽﾄ用、携帯型)		受信帯域幅230kHz (ｱｼｽﾄ用、携帯型)		受信帯域幅230kHz (ﾗｼﾞｶｾﾀｲﾌﾟ)		単位:dBμV/m	

DATA7（第3章-2-(1)関連）			
FM局	新津FM	測定日	平成11年8月5日
測定場所	送信点	測定者	八木アンテナ

1．新津FM局

電界強度測定表＜表1＞

	計算値	76.1MHz		75.8MHz		備 考
高さ(m)	dBμV／m	水平	垂直	水平	垂直	※アシストシステムは送信断
1.5	104.1	106	90	20	15	
4	110.1	105	92	21	18	
備考		直接波		スプリアス成分等潜在電界		

2．アシストシステム

測定条件＜表2＞

局名	アシスト実験1	使用アンテナ	付属ﾎｲｯﾌﾟ	受信周波数	下記
送信出力	10mW	送信高	1．5m	FM局からの方位	TN270°
アッテネータ	18 dB	受信高	1．5m	FM局からの距離	約20m

測定表＜表3＞

	受信状況(ﾒﾘｯﾄ評価／劣化)						電界強度 75.8MHz	電界強度 75.8MHz
	受信機A		受信機B		受信機C			
距離(m)	f=75.8MHz	f=76.1MHz	f=75.8MHz	f=76.1MHz	F=75.8MHz	f=76.1MHz	垂直	計算値
0	5／1	5／1	5／1	4／1	5／2	5／1	-	-
1	5／1	5／1	5／1	5／1	5／2	5／1	-	98.9
2	5／1	5／1	5／1	5／1	5／2	5／1	-	92.9
3	5／1	5／1	5／1	5／1	5／2	5／1	-	89.4
4	5／1	5／1	5／1	5／1	5／2	5／1	-	86.9
5	5／1	5／1	5／1	5／1	4／3	5／1	71	84.9
6	-	5／1	5／1	5／1	4／3	5／1	-	83.3
7	-	5／1	5／1	5／1	4／3	5／1	-	81.8
8	-	5／1	-	-	4／3	5／1	-	79.6
9	-	5／1	-	-	4／3	5／1	-	77.6
10	-	5／1	-	-	2／5	5／1	-	75.8
11	-	5／1	-	-	2／5	5／1	-	74.2
12	-	5／1	-	-	2／5	5／1	-	72.7
考察	強電界下であるが出力低下させても、アシスト受信、FM受信ともに、影響はなかった。		8m以降は省略		帯域の広いﾗｼﾞｶｾでは、アシスト受信に、妨害を感じた。		計算値は空中線利得0dBdとした。実際は−10dBd程度見込まれる。	
備考	受信帯域幅180kHz（ｱｼｽﾄ用、携帯型）		受信帯域幅230kHz（ｱｼｽﾄ用、携帯型）		受信帯域幅230kHz（ﾗｼﾞｶｾﾀｲﾌﾟ）		単位;dBμV/m	

DATA8(第3章-2-(1)関連)			
FM局	新津FM	測定日	平成11年8月5日
測定場所	藤山(ERPﾎﾟｲﾝﾄ 11)	測定者	八木アンテナ

1. 新津FM局

電界強度測定表＜表1＞

	計算値	76.1MHz		75.8MHz		備 考
高さ(m)	dBμV／m	水平	垂直	水平	垂直	※アシストシステムは送信断
1.5	39.6	41	22	4.3	3.9	
4	48.1	49	37	6.0	4.6	
備考		直接波		スプリアス成分等潜在電界		

2. アシストシステム

測定条件＜表2＞

局名	アシスト実験1	使用アンテナ	付属ﾎｲｯﾌﾟ	受信周波数	下記
送信出力	10mW	送信高	1.5m	FM局からの方位	TN0°
アッテネータ	0 dB	受信高	1.5m	FM局からの距離	9.8km

測定表＜表3＞

	受信状況(ﾒﾘｯﾄ評価／劣化)						電界強度	電界強度
	受信機A		受信機B		受信機C		75.8MHz	75.8MHz
距離(m)	f=75.8MHz	f=76.1MHz	f=75.8MHz	f=76.1MHz	f=75.8MHz	f=76.1MHz	垂直	計算値
0	5／1	1／5	5／1	1／5	5／1	1／5	-	-
1	5／1	1／5	5／1	1／5	5／1	1／5	102	116.9
1.5	5／1	1／5	5／1	1／5	5／1	1／5	100	113.4
2	5／1	1／5	5／1	1／5	5／1	1／5	99	110.9
3	5／1	1／5	5／1	1／5	5／1	1／5	99	107.4
4	5／1	1／5	5／1	1／5	5／1	1／5	99	104.9
5	5／1	1／5	5／1	3／5	5／1	1／5	96	102.9
6	5／1	2／4	5／1	3／5	5／1	1／5	96	101.3
7	5／1	2／4	5／1	3／5	5／1	1／5	94	99.8
8	5／1	2／4	5／1	3／5	5／1	1／5	94	97.6
9	5／1	3／1	5／1	3／5	5／1	1／5	94	95.6
10	5／1	3／1	5／1	3／3	5／1	1／5	90	93.8
50	-	-	4／1	-	-	-	-	-
100	-	-	3／1	-	-	-	-	-
考察	強電界下であるが、送信機最大出力のため、放送波に影響されなかった。				帯域の広いﾗｼﾞｶｾでは、アシスト送信による影響を感じた。		計算値は空中線利得0dBdとした。実際は−10dBd程度見込まれる。	
備考	受信帯域幅180kHz (ｱｼｽﾄ用、携帯型)		受信帯域幅230kHz (ｱｼｽﾄ用、携帯型)		受信帯域幅230kHz (ﾗｼﾞｶｾﾀｲﾌﾟ)		単位;dBμV/m	

DATA9(第3章-2-(1)関連)			
FM局	新津FM	測定日	平成11年8月5日
測定場所	藤山(ERPﾎﾟｲﾝﾄ 11)	測定者	八木アンテナ

1. 新津FM局

電界強度測定表＜表1＞

	計算値	76.1MHz		75.8MHz		備 考
高さ(m)	dBμV/m	水平	垂直	水平	垂直	※アシストシステムは送信断
1.5	39.6	41	22	4.3	3.9	
4	48.1	49	37	6.0	4.6	
備考		直接波		スプリアス成分等潜在電界		

2. アシストシステム

測定条件＜表2＞

局名	アシスト実験1	使用アンテナ	付属ﾎｲｯﾌﾟ	受信周波数	下記
送信出力	10mW	送信高	1.5m	FM局からの方位	TN0°
アッテネータ	45 dB	受信高	1.5m	FM局からの距離	9.8km

測定表＜表3＞

	受信状況(ﾒﾘｯﾄ評価／劣化)						電界強度 75.8MHz	電界強度 75.8MHz
	受信機A		受信機B		受信機C			
距離(m)	f=75.8MHz	f=76.1MHz	F=75.8MHz	f=76.1MHz	f=75.8MHz	f=76.1MHz	垂直	計算値
0	5／1	3／1	5／1	3／1	5／1	3／1	-	-
1	5／1	3／1	5／1	3／1	5／1	3／1	-	71.9
2	5／1	3／1	5／1	3／1	5／1	3／1	-	65.9
3	5／1	3／1	5／1	3／1	5／1	3／1	-	62.4
4	5／1	3／1	5／1	3／1	5／1	3／1	-	59.9
5	5／1	3／1	4／1	3／1	5／1	3／1	53	57.9
6	5／1	3／1	3／1	3／1	3／1	3／1	-	56.3
7	-	3／1	-	3／1	3／1	3／1	-	54.8
8	-	3／1	-	3／1	3／1	3／1	-	52.6
9	-	3／1	-	3／1	2／1	3／1	-	50.6
10	-	3／1	-	3／1	2／1	3／1	-	48.8
11	-	3／1	-	-	2／1	3／1	-	47.2
12	-	3／1	-	-	2／1	3／1	-	45.7
考察	送信機出力を－45dBとして、アシストのエリアを狭めた。新津FMは妨害無。				新津FMは妨害無く受信できた。		計算値は空中線利得0dBdとした。実際は－10dBd。	
備考	受信帯域幅180kHz (ｱｼｽﾄ用、携帯型)		受信帯域幅230kHz (ｱｼｽﾄ用、携帯型)		受信帯域幅230kHz (ﾗｼﾞｶｾﾀｲﾌﾟ)		単位:dBμV/m	

3　外国語ＦＭ放送等との混信影響調査（第3章2関連）

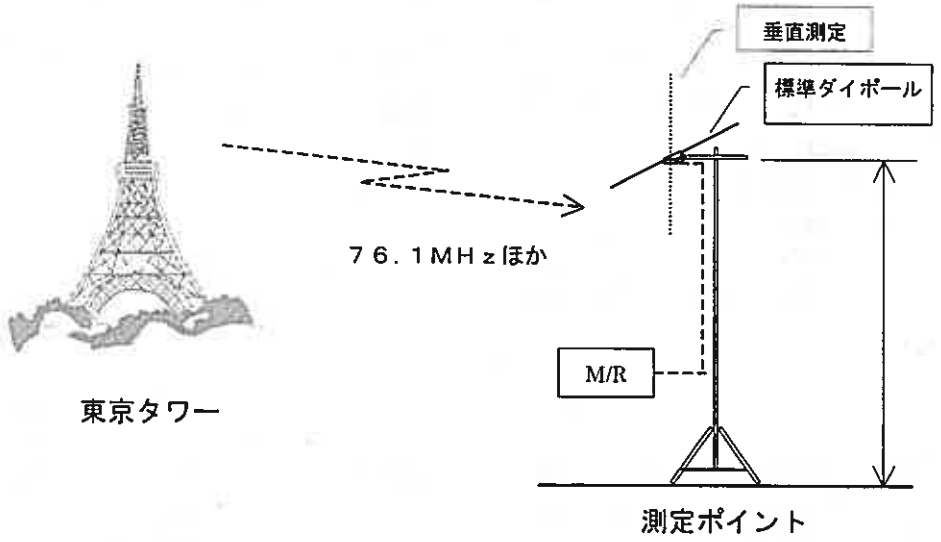
【実験の内容及び結果】

1　「インターウェーブ」等の電界強度測定

各測定地点におけるＦＭ放送波の電界強度を東京タワー直下及び周辺３カ所で測定した。

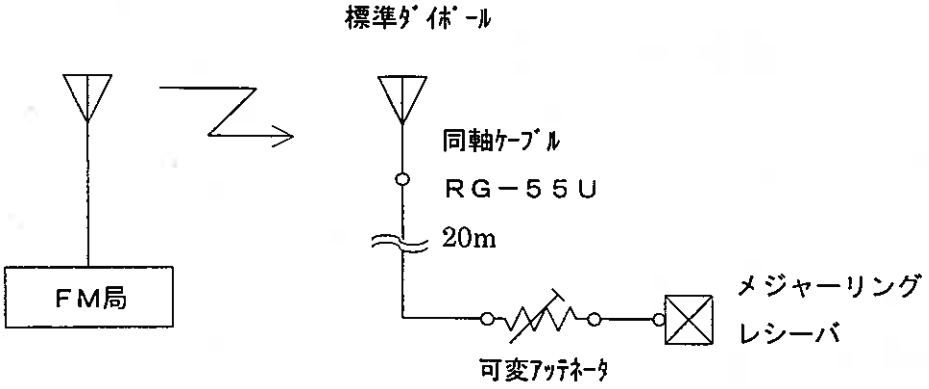
○測定概要図

測定は、メジャーリングレシーバを使用し、地上からの高さを変えて、測定を行った。
音声アシストシステムは、垂直偏波での使用が想定される為、水平及び垂直にて測定した。



＜図１２＞

○測定系統図



＜図１３＞

2　ＦＭ放送局強電界下における音声アシストシステム受信状況調査

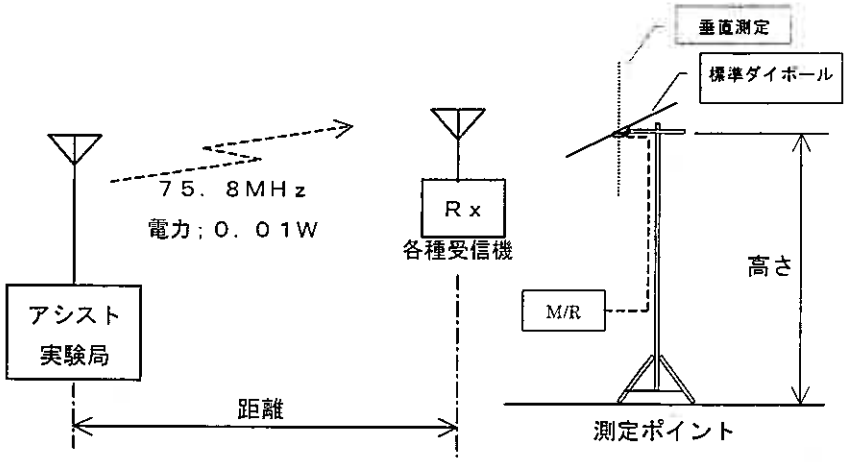
ＦＭ放送局、「インターウェーブ」と音声アシストシステム実験局の受信状況を調査した。送信及び受信ポイントは、直下及び周辺３ヶ所で行った。

○測定概要図

測定は、メジャーリングレシーバを使用し、測定を行った。

測定周波数は「インターウェーブ」の送信周波数７６．１ＭＨｚとその他東京タワーからのＦＭ放送波を測定した。

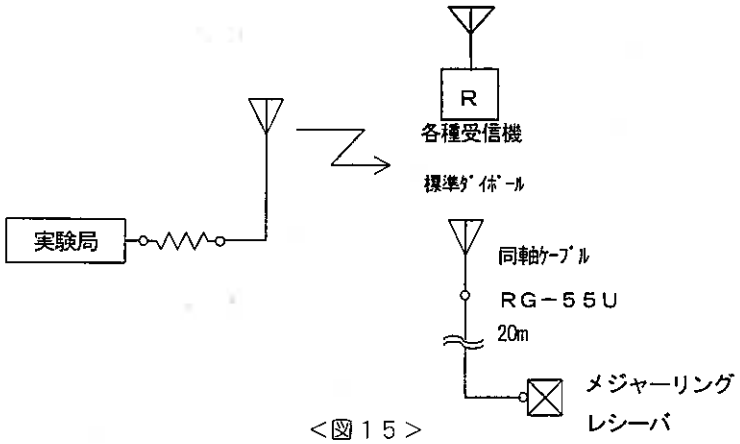
音声アシストシステムは、垂直偏波での使用が想定される為、水平及び垂直にて測定した。



<図１４>

○測定系統図

受信機は、強電界下の受信用として抑圧対策（帯域幅は１８０ｋＨｚ）したものと、改造していない受信機を使用し、それぞれ音声アシストシステム及び「インターウェーブ」の受信状況を、コミュニティＦＭ放送での調査と同様の評価方法により実験調査した。



<図１５>

3　測定結果等

測定データ等の結果は次表を参照。

DATA1（第3章-2-(2)関連）			
件名	東京タワー実験・抑圧対策機試験	測定日	平成11年10月27日
測定場所	東京タワー直下駐車場	測定者	八木アンテナ

1. 東京タワーFM局

電界強度測定表＜表1＞

	76.1MHz	77.1	80.0	81.3	82.5	75.8MHz	備　考
高さ(m)	水平	水平	水平	水平	水平	水平	※アシストシステムは送信断
4	118	113	106	104	107	70	
備考	ｲﾝﾀｰｳｪｲﾌﾞ	放送大学	FM東京	FM・JAPAN	NHK	―	※単位；dBμV/m
	直接波					スプリアス成分等潜在電界	

2. アシストシステム

測定条件＜表2＞

局名	アシスト実験1	使用アンテナ	付属ﾎｲｯﾌﾟ	受信周波数	下記
送信出力	10mW	送信高	1m	FM局からの方位	TN350°
アッテネータ	0 dB	受信高	1．5m	FM局からの距離	直下

測定表＜表3＞

	受信状況（ﾒﾘｯﾄ評価／劣化）				電界強度	電界強度
	受信機A		受信機E		75.8MHz	75.8MHz
距離(m)	f=75.8MHz	f=76.1MHz	f=75.8MHz	F=76.1MHz	垂直	計算値
0	5／1	5／1	5／1	5／1	―	―
1	5／1	5／1	5／1	5／1	102	116．9
2	5／1	5／1	5／1	5／1	99	110．9
3	5／1	5／1	5／1	5／1	95	107．4
4	5／2	5／1	5／1	5／1	94	104．9
4．5	3／3	5／1	5／1	5／1	―	―
5	3／3	5／1	3／3	5／1	91	102．9
5．5	3／3	5／1	3／3	5／1	88	101．3
―	―	―	―	―	―	―
―	―	―	―	―	―	―
―	―	―	―	―	―	―
―	―	―	―	―	―	―
考察	送信機出力最大であるが、受信機アンテナを縮めることにより、3m程度までは受信できたが、それ以上は混信し受信は不可能であった。		受信アンテナを縮めた状態で、抑圧対策した受信機では,未対策品に比べ受信エリアが1m程度広がった。		計算値は空中線利得0dBdとした。実際は－10dBd。	
備考	受信帯域幅180kHz（アシスト用、携帯型）		受信帯域幅180kHz（アシスト用、携帯型、抑圧対策）		単位；dBμV/m	

DATA2（第3章-2-(2)関連）			
件名	東京タワー実験・抑圧対策機試験	測定日	平成11年10月27日
測定場所	青山霊園駐車場	測定者	八木アンテナ

1. 東京タワーFM局

電界強度測定表＜表1＞

	76.1MHz	77.1	80.0	81.3	82.5	75.8MHz	備　考
高さ(m)	水平	水平	水平	水平	水平	水平	※アシストシステムは送信断 ※単位；dBμV/m
4	102	109	106	106	107	64	
備考	ｲﾝﾀｰｳｪｲﾌﾞ	放送大学	FM東京	FM・JAPAN	NHK	―	
	直接波					スプリアス成分等潜在電界	

2. アシストシステム

測定条件＜表2＞

局名	アシスト実験1	使用アンテナ	付属ﾎｲｯﾌﾟ	受信周波数	下記
送信出力	10mW	送信高	1m	FM局からの方位	TN290°
アッテネータ	30 dB	受信高	1．5m	FM局からの距離	2.3Km

測定表＜表3＞

	受信状況（ﾒﾘｯﾄ評価／劣化）				電界強度	電界強度
	受信機A		受信機E		75.8MHz	75.8MHz
距離(m)	f=75.8MHz	f=76.1MHz	f=75.8MHz	F=76.1MHz	垂直	計算値
0	5／1	5／1	5／1	5／1	―	―
1	5／1	5／1	5／1	5／1	―	86．9
2	5／1	5／1	5／1	5／1	―	80．9
3	5／1	5／1	5／1	5／1	―	77．4
4	5／1	5／1	5／1	5／1	―	74．9
5	5／1	5／1	5／1	5／1	―	72．9
6	5／1	5／1	―	5／1	―	71．3
7	3／3	5／1	―	5／1	―	69．8
8	3／3	5／1	―	5／1	―	―
―	―	―	―	―	―	―
―	―	―	―	―	―	―
考察	送信機から7m地点でミュートが動作する前に混信が感じられた。		混信を感じる前に5m程度で、ミュートが動作した。 良好に受信できた.		計算値は空中線利得0dBdとした。実際は－10dBd。	
備考	受信帯域幅180kHz （アシスト用、携帯型）		受信帯域幅180kHz （アシスト用、携帯型、抑圧対策）		単位；dBμV/m	

DATA3（第3章-2-(2)関連）			
件名	東京タワー実験・抑圧対策機試験	測定日	平成11年10月27日
測定場所	東京プリンスホテル駐車場	測定者	八木アンテナ

1. 東京タワーFM局

電界強度測定表＜表1＞

	76.1MHz	77.1	80.0	81.3	82.5	75.8MHz	備 考
高さ(m)	水平	水平	水平	水平	水平	水平	※アシストシステムは送信断 ※単位；dBμV/m
4	112	121	119	115	120	72	
備考	ｲﾝﾀｰｳｪｲﾌﾞ	放送大学	FM東京	FM・JAPAN	NHK	―	
	直接波					スプリアス成分等潜在電界	

2. アシストシステム

測定条件＜表2＞

局名	アシスト実験1	使用アンテナ	付属ﾎｲｯﾌﾟ	受信周波数	下記
送信出力	10mW	送信高	1m	FM局からの方位	TN98°
アッテネータ	0 dB	受信高	1．5m	FM局からの距離	400m

測定表＜表3＞

	受信状況（ﾒﾘｯﾄ評価／劣化）				電界強度	電界強度
	受信機A		受信機E		75.8MHz	75.8MHz
距離(m)	f=75.8MHz	f=76.1MHz	f=75.8MHz	f=76.1MHz	垂直	計算値
0	5／1	5／1	5／1	5／1	―	―
1	5／1	5／1	5／1	5／1	―	116．9
2	5／1	5／1	5／1	5／1	―	110．9
3	3／3	5／1	5／1	5／1	―	107．4
4	3／3	5／1	3／3	5／1	―	104．9
5	3／3	5／1	3／3	5／1	―	102．9
6	3／3	5／1	3／3	5／1	―	101．3
―	―	―	―	―	―	―
―	―	―	―	―	―	―
―	―	―	―	―	―	―
―	―	―	―	―	―	―
―	―	―	―	―	―	―
考察	測定ポイントでは一番の強電界下であるであるため、3m地点で混信した。但し、アンテナを縮めることにより2m程度までは受信できた。上記は、縮めた状態。		抑圧対策した受信機では、未対策品に比べ混信は受けるが、4mまで受信エリアが広がった。上記は、縮めた状態。		計算値は空中線利得0dBdとした。実際は－10dBd。	
備考	受信帯域幅180kHz（アシスト用、携帯型）		受信帯域幅180kHz（アシスト用、携帯型、抑圧対策）		単位；dBμV/m	

DATA4（第3章-2-(2)関連）			
件名	東京タワー実験・抑圧対策機試験	測定日	平成11年10月27日
測定場所	竹芝桟橋駐車場	測定者	八木アンテナ

1. 東京タワーFM局

電界強度測定表＜表1＞

	76.1MHz	77.1	80.0	81.3	82.5	75.8MHz	備　考
高さ(m)	水平	水平	水平	水平	水平	水平	※アシストシステムは送信断
4	94	90	83	83	84	83	
備考	ｲﾝﾀｰｳｪｲﾌﾞ	放送大学	FM東京	FM・JAPAN	NHK	—	※単位；dBμV/m
	直接波					スプリアス成分等潜在電界	

2. アシストシステム

測定条件＜表2＞

局名	アシスト実験1	使用アンテナ	付属ﾎｲｯﾌﾟ	受信周波数	下記
送信出力	10mW	送信高	1m	FM局からの方位	TN105°
アッテネータ	55 dB	受信高	1．5m	FM局からの距離	1.6Km

測定表＜表3＞

	受信状況（ﾒﾘｯﾄ評価／劣化）				電界強度	電界強度
	受信機A		受信機E		75.8MHz	75.8MHz
距離(m)	f=75.8MHz	f=76.1MHz	f=75.8MHz	f=76.1MHz	垂直	計算値
0	5／1	5／1	5／1	5／1	—	—
1	5／1	5／1	5／1	5／1	63	61．9
2	5／1	5／1	5／1	5／1	60	55．9
3	5／1	5／1	5／1	5／1	57	52．4
4	5／1	5／1	5／1	5／1	55	49．9
5	5／1	5／1	5／1	5／1	52	47．9
6	5／1	5／1	—	5／1	—	46．3
7	—	5／1	—	5／1	—	44．8
8	—	5／1	—	5／1	—	—
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—
考察	竹芝では東京タワーの電界が低い為、抑圧が少なく、6m程度まで放送波に影響されなかった。		竹芝では抑圧の影響少なく、対策受信機では、逆に未対策受信機に比べ受信エリアが狭くなった。		計算値は空中線利得0dBdとした。実際は−10dBd。	
備考	受信帯域幅180kHz（アシスト用、携帯型）		受信帯域幅180kHz（アシスト用、携帯型、抑圧対策）		単位；dBμV/m	

外国語ＦＭ放送等との混信影響調査
東京タワー近傍におけるＦＭ電界実験調査について（補足）

1　実験の結果の概要についての考察

東京タワー近傍では、フロントエンド部（高周波増幅回路）の飽和により、数波のＦＭ波が受信され、アシストの送信電波は、送信機から５ｍ付近での受信は不安定であった。数波以上かつ１００ｄＢμＶ／ｍを越える強電界下では、受信機のＲＦ部に直接、ＡＴＴを入れる対策を行った受信機を使用してみたが、若干の改善が見られたものの、５ｍでは、アシストの送信電波の受信は不安定であった。

参考までに受信機のアンテナを縮めて受信を行った場合、アシスト送信機から３ｍ程度の範囲においては、受信が可能になった。

2　参考

(1)東京タワーからのインターウェーブ（７６．１ＭＨｚ）の電界強度で１００ｄＢμＶ／ｍの地点となる距離は、計算上は、３．５Ｋｍ地点であるが、実測ではその距離は縮まる。(別紙参照)

(現実的には、高層ビル群が林立しており、３．５Ｋｍ地点で東京タワーを見通せる場所は都内には少ないと思われる。)

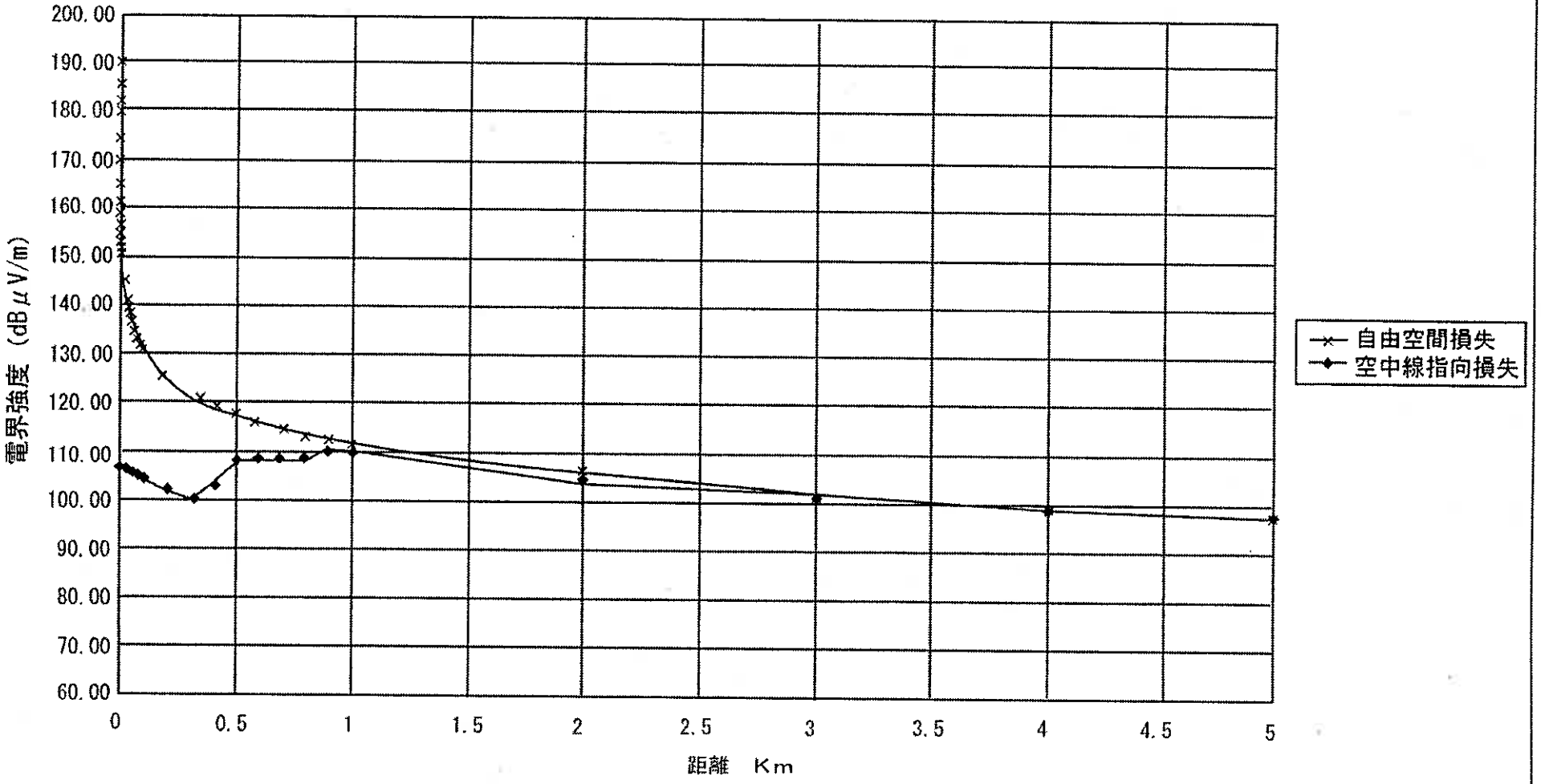
(2)ＦＭ波の伝搬損失

・自由空間伝搬損失　$L\ [dB] = 20\log\left(\frac{4\pi D}{\lambda}\right)$　　λ＝波長　Ｄ＝送受間距離

・空中線垂直面指向特性、水平面指向特性を考慮

・算出根拠となるＥＲＰ等のデータは全国テレビジョンＦＭラジオ放送局一覧より、ＦＭインターウェーブのデータを抽出

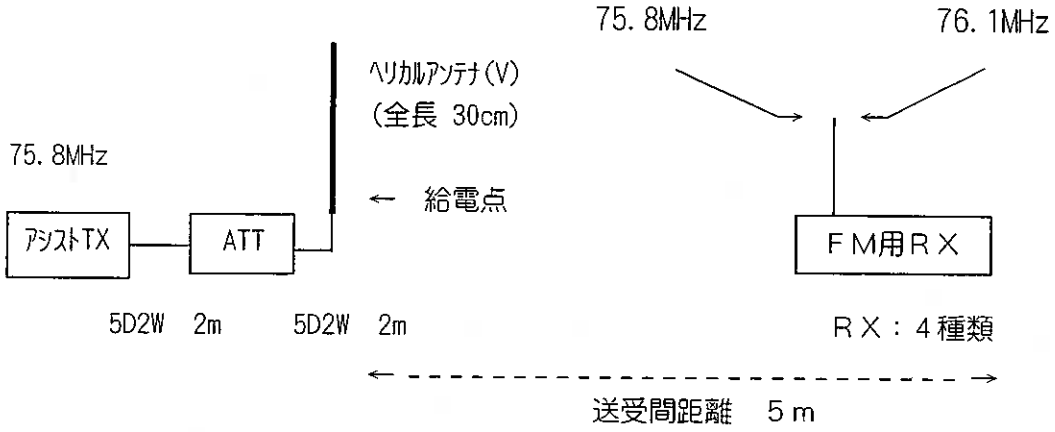
伝搬損失の計算
ＦＭインターウェーブ



ＦＭ放送受信への混信影響

1　測定要領

(1)系統図



(2)測定方法

①アシストＴＸの設定

・送信周波数　…　７５．８ＭＨｚ
・変調　…　無変調
・送信アンテナ　…　ヘリカル（偏波面：Ｖ）
・送信アンテナ給電点高　…　２ｍ

② 受信側

・受信機の種類　…　３種類
・受信周波数　…　７６．１ＭＨｚ　（ＦＭインターウエーブ）
・受信アンテナ　…　受信機に付属（内蔵）してるもの
・受信機の高さ　…　１ｍ
・アシスト送信点～ＦＭ放送波受信点間距離　…　５ｍ

③ 電界強度

・電測用標準ダイポールアンテナの高さ　…　１ｍ（偏波面：Ｖ）
（放送波の電界強度については、放送波送信偏波面がＨであるが受信アンテナの偏波面がＶであることから電測においてはＶとする）

④アシスト送信機から５ｍ離れた地点に、ＦＭ放送受信機を置き受信周数を７６．１ＭＨｚに設定する。

アシスト送信機の給電点電力を変化させ、ＦＭ放送受信への妨害について実聴により評価する。

2　測定結果

ｱｼｽﾄTXの給電点電力【mW】	電界強度 [dBμV/m]		D／U【dB】	FM放送受信への妨害（評価）		
	D:FM波 受信ｱﾝﾃﾅ:V	U:ｱｼｽﾄ波 受信ｱﾝﾃﾅ:V		ﾗｼﾞｶｾ	ｱｼｽﾄ用（ﾜｲﾄﾞ）	ｱｼｽﾄ用（ﾅﾛｰ）
0.0000008	29.5	----	----	5/1	5/1	5/1
0.000008	29.5	----	----	5/1	5/1	5/1
0.00008	29.5	----	----	5/1	5/1	5/1
0.0008	29.5	55.9	-26.4	5/1	5/1	5/1
0.008	29.5	----	----	5/1	5/1	5/1
0.08	29.5	74.4	-44.9	5/1	4/1	5/1

※---印：未測定であることを示す。
※　参考
①ＦＭ放送波（７６．１ＭＨｚ）の電界強度
・受信アンテナ　：Ｈ（高さ１ｍ）時　…　３４．０ｄＢμＶ／ｍ
　　〃　　：Ｈ（高さ２ｍ）時　…　４４．０ｄＢμＶ／ｍ

3　考察

音声アシストシステムの送信電力が、実用レベルである０．０８ｍＷ以下の場合、ナロー型受信機及び市販ラジカセでは隣接する７６．１ＭＨｚのＦＭ放送の受信に干渉・妨害等は与えなかった。

平 成 ２１ 年 度

情 報 通 信 審 議 会 答 申

諮問第２０２３号
「放送システムに関する技術的条件」
のうち
「携帯端末向けマルチメディア放送方式の技術的条件」

平成２１年１０月１６日

3.3.8.4　混信保護比

混信保護比については、以下のとおりとする。

なお、この値は、16QAM、符号化率1／2の混信保護比である。

表3.3.8.4-1　混信保護比

希望波	妨害波	周波数差	混信保護比
FM放送波	マルチメディア放送波 (1セグメント形式)	隣接	図3.3.8.4-1 図3.3.8.4-3
	マルチメディア放送波 (3セグメント形式)	隣接	図3.3.8.4-1 図3.3.8.4-3
マルチメディア放送波 (1セグメント形式)	FM放送波	隣接	－27　dB
マルチメディア放送波 (3セグメント形式)		隣接	－32　dB
マルチメディア放送波 (1セグメント形式)	マルチメディア放送波 (1セグメント形式)	同一チャンネル	28　dB
		隣接	図3.3.8.4-4
	マルチメディア放送波 (3セグメント形式)	同一チャンネル	23　dB
		隣接	図3.3.8.4-4
マルチメディア放送波 (3セグメント形式)	マルチメディア放送波 (1セグメント形式)	同一チャンネル	33　dB
		隣接	図3.3.8.4-4
	マルチメディア放送波 (3セグメント形式)	同一チャンネル	28　dB
		隣接	図3.3.8.4-4

注：連結送信を行っている場合、その各セグメント相互間においては隣接の混信保護比を考慮する必要はない。

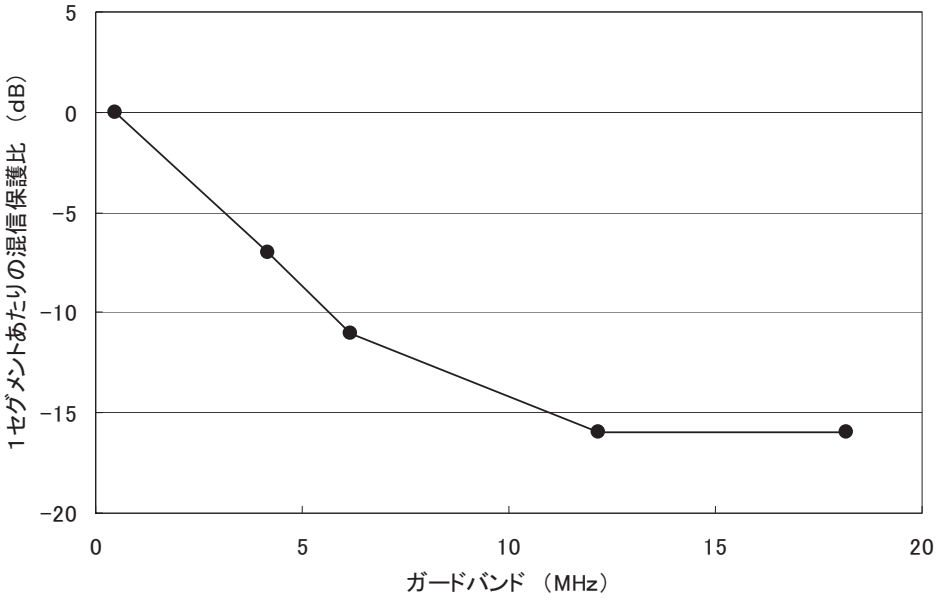


図3.3.8.4-1　携帯端末向けマルチメディア放送（1セグメント）からFM放送への隣接混信保護比

表3.3.8.4-2　携帯端末向けマルチメディア放送（1セグメント）からFM放送への隣接混信保護比

ガードバンド	0.457 MHz	4.171 MHz	6.171 MHz	12.171 MHz以上
混信保護比	0 dB	－7 dB	－11 dB	－16 dB

（注）ガードバンドは、図3.3.8.4-2に示すとおりFM信号搬送波周波数から携帯端末向けマルチメディア放送の帯域最下端までの値を示す。
図3.3.8.4-1および表3.3.8.4-2の混信保護比は、1セグメントあたりの電力比で表している。したがって、図3.3.8.4-2に示すように、携帯端末向けマルチメディア放送波がNセグメントの場合に満たすべきDU比は、次式のようになる。

D/U（dB）＝（図3.3.8.4-1の混信保護比）－10×LOG_{10}（N）

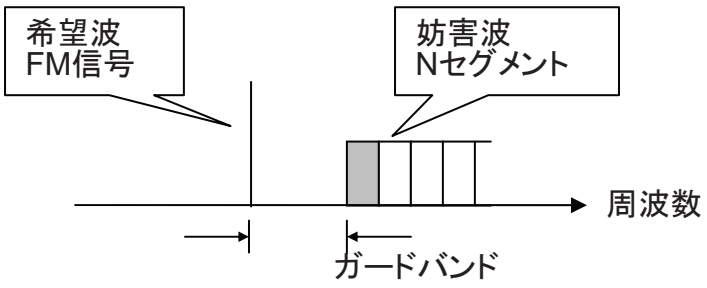


図3.3.8.4-2　希望波と妨害波の配置図

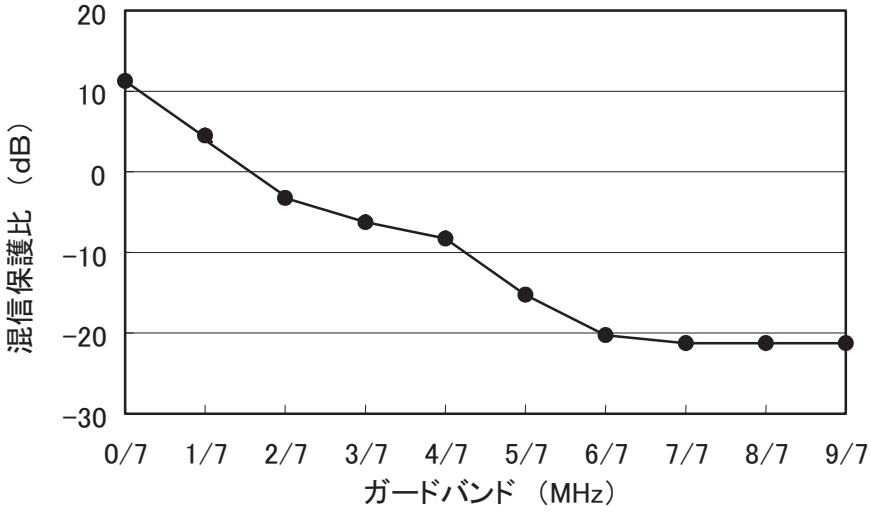


図3.3.8.4-3　FM放送の受信電界強度に対する
携帯端末向けマルチメディア放送からFM放送への隣接混信保護比の補正値

表3.3.8.4-3　携帯端末向けマルチメディア放送からFM放送への隣接混信保護比の補正値

電界強度	42.5 dBμV／m以下	47.5 dBμV／m	52.5 dBμV／m	57.5 dBμV／m	62.5 dBμV／m	67.5 dBμV／m以上
補正値	10 dB	7 dB	4 dB	1 dB	1 dB	0 dB

（注）携帯端末向けマルチメディア放送からFM放送への隣接混信保護比は、FM放送の受信電界強度に従って、図3.3.8.4-3、表3.3.8.4-3に示すとおりその値を補正することができる。
例えば、図3.3.8.4-1および表3.3.8.4-2において、ガードバンド6.171MHzの混信保護比は－11 dBであるが、FM放送の受信電界強度が52.5dBμV／mであれば、混信保護比を4 dB補正して－15 dB（－11 dB－4 dB）にすることができる。

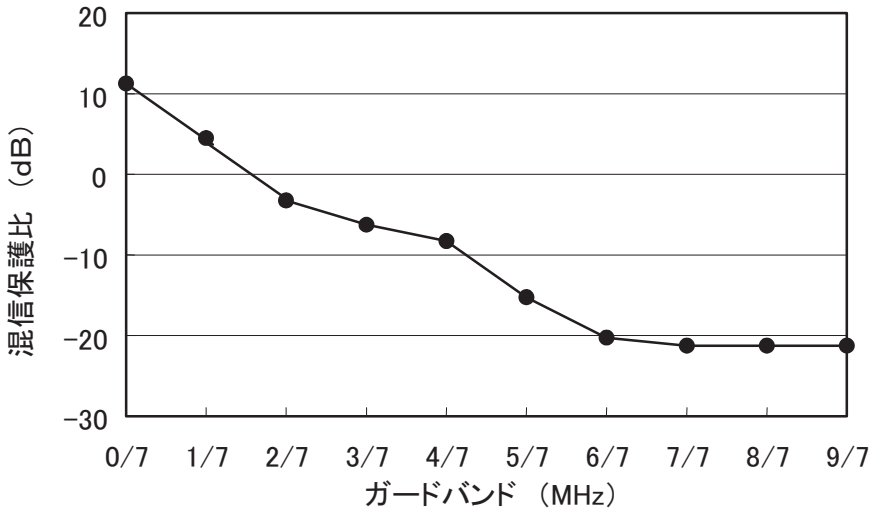


図3.3.8.4-4　携帯端末向けマルチメディア放送信号同士の隣接混信保護比

表3.3.8.4-4　携帯端末向けマルチメディア放送信号同士の
隣接サブチャンネル干渉の混信保護比

ガードバンド	0/7 MHz	1/7 MHz	2/7 MHz	3/7 MHz	4/7 MHz	5/7 MHz	6/7 MHz	7/7 MHz 以上
混信保護比	11 dB	5 dB	−4 dB	−7 dB	−9 dB	−16 dB	−21 dB	−22 dB

（注）ガードバンドは、図3.3.8.4-5に示すとおり下側セグメントの帯域上端のCPを除く値を示す。
図3.3.8.4-4および表3.3.8.4-4の混信保護比は、1セグメント信号どうしの電力比で表している。
したがって、図3.3.8.4-5に示すように希望波がMセグメント、干渉波がNセグメントの場合に満たすべきDU比は、次式のようになる。

D/U（dB）＝（図3.3.8.4-4の混信保護比）＋10×LOG_{10}（M／N）

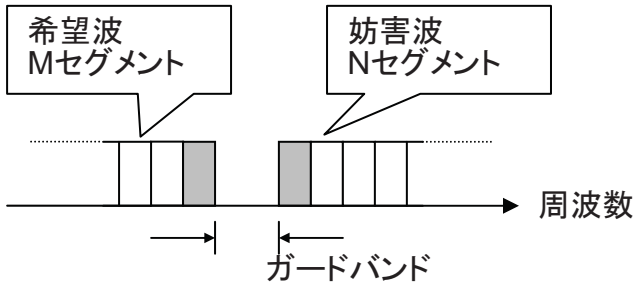


図3.3.8.4-5　希望波と妨害波の配置図

3.3.8.4.1　携帯端末向けマルチメディア放送同士の混信保護比

携帯端末向けマルチメディア放送からの妨害により1セグメント形式の携帯端末向けマルチメディア放送のビット誤り率が2×10^{-4}（内符号訂正後の誤り率）となるDU比は、表3.3.8.4.1-1に示すとおりである。

表における同一チャンネル混信は、中心周波数差が0、1／7 MHz、2／7 MHzの場合を指す。

表3.3.8.4.1-1　携帯端末向けマルチメディア放送波同士の干渉実験結果

	同一	隣接（ガードバンド、MHz）							
		0/7	1/7	2/7	3/7	4/7	5/7	6/7	7/7以上
16QAM 1／2	11 dB	-6 dB	-12 dB	-21 dB	-24 dB	-26 dB	-33 dB	-38 dB	-39 dB

以下に、本実験結果をもとに、ケース１、２、３の干渉DU比の検討を行う。

（1）　ケース１の検討

ケース１では移動受信を想定しているため、希望波および妨害波ともレイリーフェージングによる瞬時電界変動が生じている。そのため、混信保護比を求める際に、瞬時電界変動による99%マージンおよび短区間中央値変動95%マージンを見込む必要がある。

瞬時電界変動および短区間中央値変動ともに、周波数が異なることから、変動は無相関と想定される。

本方式では、希望波、妨害波がともに携帯端末向けマルチメディア放送波の場合において、お互いに無相関のレイリーフェージングによる瞬時電界変動が生じているときのDU比を求めることとする。

地上デジタル音声放送の置局に関する技術的条件（平成11年11月29日答申）において、デジタル信号同士の測定結果として希望波および妨害波が瞬時変動したときのDU比の99%値は10dBとされている。ここでは、この結果を引用し、瞬時電界変動マージンを10dBとする。

一方、短区間中央値変動については、3.3.8.3節（回線設計）の（18）場所率補正で述べたとおり、標準偏差2.9dBの正規分布となる。

無相関の場合の差の分布は、分散が2倍となることから、標準偏差が4.1dB（2.9×1.414）の正規分布となる。従って、95%では、$1.65\sigma=6.8$dBとなる。

以上より、ケース１では、表3.3.8.4.1-1の各値に16.8dB（10dB＋6.8dB）のマージンを加算する。

（2）　ケース２の検討

ケース２では屋外での携帯受信を想定している。

混信保護比を求める際は、ケース１同様、瞬時電界変動による99%マージンおよび短区間中央値変動95%マージンを見込む必要があるため、16.8dBのマージンを加算する。

（３）　ケース３の検討

ケース３では場所率補正がないことから、表3.3.8.4.1-1の値をそのまま用いることとする。

（４）　各ケースの混信保護比

上記３つのケースのマージンを加算した結果の干渉ＤＵ比を表3.3.8.4.1-2に示す。表中に網掛けした値が最悪値であり、それを表3.3.8.4-4に示す混信保護比とした。

なお、希望波が3セグメント、妨害波が1セグメントの場合、希望波の電力が3倍必要となることから、4.8dB加算する。また、希望波が1セグメント、妨害波が3セグメントの場合には、妨害波の電力が3倍となることから、4.8dB減じる。

また、連結送信の場合には、各セグメント間の直交性が保たれていることから、相互間において隣接チャンネル混信保護比を考慮する必要はない。

表3.3.8.4.1-2　携帯端末向けマルチメディア放送波同士の干渉ＤＵ比

	同一	隣接（ガードバンド、ＭＨｚ）							
		0/7	1/7	2/7	3/7	4/7	5/7	6/7	7/7以上
ケース１	28 dB	11 dB	5 dB	-4 dB	-7 dB	-9 dB	-16 dB	-21 dB	-22 dB
ケース２	28 dB	11 dB	5 dB	-4 dB	-7 dB	-9 dB	-16 dB	-21 dB	-22 dB
ケース３	11 dB	-6 dB	-12 dB	-21 dB	-24 dB	-26 dB	-33 dB	-38 dB	-39 dB

3.3.8.4.2　携帯端末向けマルチメディア放送からFM放送への混信保護比

携帯端末向けマルチメディア放送は、VHF帯放送用周波数帯のうち90MHz～108MHz帯を使用して放送されることから、76MHzから90MHzに割り当てられているFM放送への混信についても留意して、混信保護比を確保しつつ、携帯端末向けマルチメディア放送を行う必要がある。

携帯端末向けマルチメディア放送からFM放送への混信保護比は、干渉実験の結果、表3.3.8.4.2-1に示すとおり、FM受信機の入力レベルが基準受信レベル（－50dBm）・変調度100%時において、受信機出力SN比50dBが確保できるD/Uを採用する。この条件は、FM置局条件の変調度30%のときの受信機出力SN比40dBとほぼ等価であり、置局条件を満足することになる。さらに、FM放送の受信機入力レベルの違いにより干渉D/Uが変わることから、表3.3.8.4.2-2に示すとおり混信保護比の補正値を設定する。

FM放送の受信機としては、小型のポケットラジオや高機能ラジオなどのラジオ受信機や、CD／MDデッキ付きのタイプもあるいわゆるラジカセ、車載受信機（カーラジオ）など、受信性能の優劣等が大きい様々な受信機が一般に利用されている。社団法人電子情報技術産業協会（JEITA）の統計によれば、それらの国内出荷台数は、ここ10年ほどで減少傾向が見られるものの、現在でもラジオ受信機、ラジカセともにそれぞれ年間150～200万台が出荷されている状況であり、また車載受信機も広く利用されている。そこで、このような状況も踏まえ、マルチメディア放送システムの共用条件に係る調査検討会では、ラジカセタイプやポケットラジオ、車載受信機等の市販FM受信機11台について、FM放送と携帯端末向けマ

ルチメディア放送とのガードバンドやFM放送信号の受信機入力レベル等をパラメータとして干渉実験が実施し、確認を行っている。

この実験結果では、受信機による干渉D/Uのばらつきが報告されているが、

・FM放送の受信機については、「FM放送の置局に関する技術的条件」（平成10年4月21日電気通信技術審議会答申、以下「平成10年答申」という。）において、「既存聴取者の利益の保護」等の条件を満足するものとして「FM評価用受信機」及び「FM放送評価用受信空中線」の規格について答申されていること

・平成10年答申の際には当時の普及状況等を踏まえて「携帯ラジオ」、「ラジカセ」、「ステレオセット」及び「カーステレオ」の４類型からそれぞれ数機種につき受信性能が調査されているが、これら受信機の受信性能について、その後の約10年で特段の技術的な進展等の変化は無いと思われること

・また、JEITA統計によれば、FM放送の受信機は上述のとおり、現在でも毎年多数出荷され、「携帯ラジオ」、「ラジカセ」等の各種受信機が広く利用されていること

から、今回の置局条件の検討でも平成10年答申で策定された「FM評価用受信機」の規格を踏まえることとし、同規格のうち感度（50dBステレオ感度）および混信排除能力（実効選択度特性および2信号スプリアスレスポンス）の性能をほぼ満足するものとして、実験を実施した受信機のうち6機種の干渉実験結果における各ガードバンドでの最悪D/Uを混信保護比として採用している。

また、FM放送信号の受信機入力レベルが低下すると、全受信機において干渉D/Uが改善されることも報告されている。そのため、平成10年答申の「FM放送評価用受信空中線」で受信される場合を想定して、受信機入力レベルを受信電界強度に換算し、その受信電界強度に応じた混信保護比の補正値を設定した。具体的には、FM放送の受信電界強度に応じて、表3.3.8.4.2-1の混信保護比から表3.3.8.4.2-2の補正値を減じることになる。なお、この補正値についても、混信保護比と同様に受信機によるばらつきがあるため、「FM評価用受信機」の性能をほぼ満足する6機種のうち、最悪受信機の結果を採用している。

なお、平成１０年答申の「FM評価用受信機」および「FM放送評価用受信空中線」の規格を表3.3.8.4.2-3、表3.3.8.4.2-4に、FM放送の受信機入力レベルから受信電界強度への換算の考え方を表3.3.8.4.2-5に示す。

今回の混信保護比は1セグメントあたりのD/Uとなっているが、実験では携帯端末向けマルチメディア放送を13セグメント連結した条件で実施し、それを1セグメントのD/Uに換算している。そのため、連結セグメント数が増加した場合は、そのセグメント数分の電力比を混信保護比からそのまま減じることができる。たとえば、ガードバンドが6.171MHzであり、3セグメント連結送信の場合、－11dBから4.8dB減じて－15.8dBとなる。

表3.3.8.4.2-1　携帯端末向けマルチメディア放送からFM放送への混信保護比

ガードバンド	0.457 MHz	4.171 MHz	6.171 MHz	12.171 MHz以上
混信保護比	0 dB	－7 dB	－11 dB	－16 dB

表3.3.8.4.2-2　携帯端末向けマルチメディア放送からFM放送への混信保護比の補正値

電界強度	42.5 dBμV／m以下	47.5 dBμV／m	52.5 dBμV／m	57.5 dBμV／m	62.5 dBμV／m	67.5 dBμV／m以上
補正値	10 dB	7 dB	4 dB	1 dB	1 dB	0 dB

表3.3.8.4.2-3　FM放送評価用受信機の規格（平成10年答申）

規格項目	規格値等
1　受信機の種類	ラジカセ
2　外部空中線入力端子の有無 インピーダンス	有 75Ω　不平衡
3　中間周波数	10.7MHz
4　局部発振周波数	マイナス側
5　局部発振周波数の漂動	10kHz以内
6　-3dBリミティング感度	20dBμV以下
7　感度差	3dB以内
8　実効選択度特性	±200kHz：- 5dB ±400kHz：-45dB
9　信号対雑音比を規定したときの所要最小入力 30dB感度 45dB感度 50dB感度 50dBステレオ感度	 15dBμV以下 20dBμV以下 25dBμV以下 40dBμV以下
10　左右分離度	100Hzから10kHzにわたり、20dB以上
11　２信号スプリアスレスポンス	希望入力レベル-60dB(mW)のとき -30dB以下(目標値-50dB以下)
12　ＲＦ相互変調妨害比	±400kHz：52dB以上 ±800kHz：55dB以上
13　キャプチャレシオ	2dB

表3.3.8.4.2-4　FM放送評価用受信空中線の規格（平成10年答申）

規格項目	規格値等
1　空中線の種類及び設置場所	受信機一体型空中線。屋外地上高2m(一般家屋の１階の放送局送信所側の窓際に設置する場合に相当)
2　相対利得(ダイポール比)	0dB
3　指向性	考慮しない
4　偏波面	考慮しない

表3.3.8.4.2-5　FM放送の受信機入力レベルから受信電界強度への換算の考え方

No	項目	考え方	数値	単位
①	受信機入力レベル	一例として－50dBmを実施	－50	dBm
②	受信機入力終端電圧	①＋108.8	58.8	dBμV
③	受信アンテナ利得	表3.3.8.4.2-4より	0	dBd
④	アンテナ実効長	$20\times LOG_{10}$（λ／π）（λ＝3mとした）	－0.4	dB
⑤	フィーダー損、挿入損	表3.3.8.3-1と同値	1	dB
⑥	不整合損	$20\times LOG_{10}$（sqrt（75／73.1））	0.2	dB
⑦	終端損		6	dB
⑧	電界強度（h2＝2m）	②－③－④＋⑤－⑥＋⑦	65.2	dBμV／m
⑨	h2＝2mから4mへの換算	表3.3.8.3-1の1.5mから4mへの換算値と同値とした	2.3	dB
⑩	電界強度（h2＝4m）	⑧＋⑨	67.5	dBμV／m

3.3.8.4.3　FM放送から携帯端末向けマルチメディア放送への混信保護比

FM放送からの妨害により1セグメント形式の携帯端末向けマルチメディア放送のビット誤り率が2×10^{-4}（内符号訂正後の誤り率）となるD/Uは、マルチメディア放送システムの共用条件に係る調査検討会の干渉実験では、表3.3.8.4.3-1に示す値となっている。

この干渉実験は、携帯端末向けマルチメディア放送（１セグメント）をVHF1チャンネルのサブチャンネル3～5の位置に配置し、FM放送波が89.9MHzに配置された条件（ガードバンド0.457MHz）での結果である。サブチャンネル番号の定義を、図3.3.8.4.3-1に示す。

表3.3.8.4.3-1　FM放送から携帯端末向けマルチメディア放送への干渉実験結果

	D/U
16QAM、1／2	－44 dB

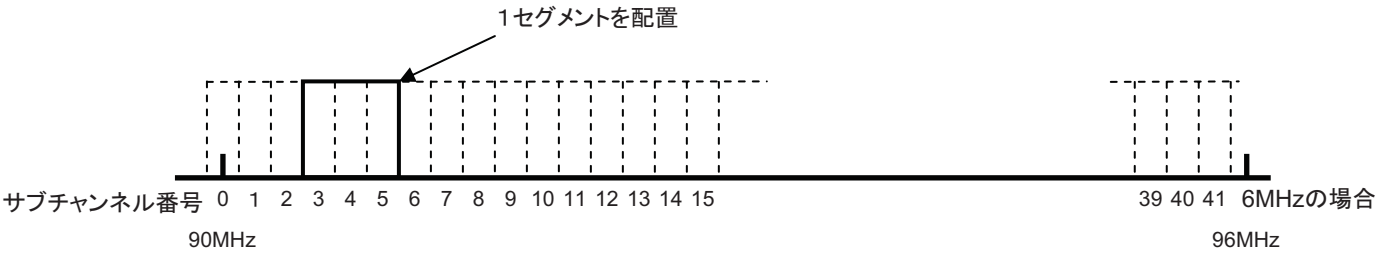


図3.3.8.4.3-1　サブチャンネル番号の定義

本値をもとに、3.3.8.4.1節と同様の考え方により、ケース１、２、３のマージンは、それぞれ16.8dB、16.8dB、0dBとなる。

各ケースのマージンを加算した結果の干渉D/Uを表3.3.8.4.3-2に示す。

なお、3セグメント形式の場合には、希望波の電力が3倍必要となることから、4.8dB減算する。

表3.3.8.4.3-2　各ケースにおけるFM放送から携帯端末向けマルチメディア放送への干渉D/U

ケース	干渉D/U
ケース１	－27　dB
ケース２	－27　dB
ケース３	－44　dB

3.3.8.4.4　携帯端末向けマルチメディア放送からVHF帯航空無線航行システムへの干渉について

携帯端末向けマルチメディア放送は、VHF帯放送用周波数帯のうち90MHz～108MHz帯を使用して放送されることから、108MHzから117.975MHzに割り当てられているVHF帯航空無線航行システムへの干渉についても留意して、最大の電力で携帯端末向けマルチメディア放送を行う必要がある。今回、表3.3.8.4.4-1に示す航空無線航行システムについて、携帯端末向けマルチメディア放送からの影響について検討した。

なお、携帯端末向けマルチメディア放送から航空無線航行システムへの干渉としては、携帯端末向けマルチメディア放送波が高レベルで航空無線航行システムの受信機に入力されることによる干渉と、携帯端末向けマルチメディア放送のスプリアス領域で生じる不要発射による干渉とが考えられる。

表3.3.8.4.4-1　検討対象とした航空無線航行システム

	VOR	ILS(LOC)	GBAS
周波数	108-117.95MHz	108.1-111.95MHz	108-117.95MHz
送信電力（最大）	200W	10W	150W (アンテナゲイン込)
送信アンテナ利得	2dBi	10dBiもしくは20dBi	

3.3.8.4.4.1　携帯端末向けマルチメディア放送波が高レベルで航空無線航行システムの受信機に入力されることによる干渉について

携帯端末向けマルチメディア放送波が高レベルで航空無線航行システムの受信機に入力されることによる干渉については、108MHzから117.975MHzで使用されているICAO標準の航空無線航行システムに関するFM放送のイミュニティの保護レベルを参照して検討する。

ICAO標準の航空無線航行システムに関するFM放送のイミュニティ保護レベルは表3.3.8.4.4-2の通り記載されている。この表（Note1参照）に従い携帯端末向けマルチメディア放送のイミュニティ保護レベルを検討すると、中心周波数を105MHzとした場合、航空無線航行システムの受信機における携帯端末向けマルチメディア放送の受信電力が最大7.5dBmまで耐えられる計算になる。携帯端末向けマルチメデ

ィア放送の送信局のERPを50kWとした場合、航空無線航行システムの受信機との離隔距離が800mあれば7.5dBm以下になるため、それ以上の離隔距離では影響を与えないことになる。

以上より、現状システムにおいてはほとんど影響がないと考えられるが、空路を考慮して携帯端末向けマルチメディア放送の送信諸元を設定ことも必要となる。

表3.3.8.4.4-2　ICAO標準の航空無線航行システムに関するFM放送のイミュニティ保護レベル

System	ICAO Reference		Maximum Level of undesired FM signal (dBm)				
			88 MHz	102 MHz	104 MHz	106 MHz	107.9 MHz
ILS	Annex 10, Volume 1, Para 3.1.4.2		15	15	10	5	-10
VOR	Annex 10, Volume 1, Para 3.3.8.2		15	15	10	5	-10
GBAS	Annex 10, Volume 1, Para 3.6.8.2.2.8.2	108.025-111.975 MHz	15	15			
		112.000-117.975 MHz		15	10	5	0

Note ： 1.Annex 10 for all systems specifies linear interpolation between defined points.
2. The levels quoted are at the input to the receiver.

3.3.8.4.4.2　携帯端末向けマルチメディア放送のスプリアス領域で生じる不要発射による干渉

携帯端末向けマルチメディア放送のスプリアス領域で生じる不要発射による干渉については、携帯端末向けマルチメディア放送と同一の変調（OFDM）方式が使用されているDRM120およびDRM+信号とVORやILSとの干渉実験結果がICAOのinformation paper「Digital Broadcasting Systems in the 87.5-108 MHz Band」(Sep.2007)に記載されているため、これを参照して検討する。ICAOのinformation paperによると、その放射許容マスクは、European Telecommunications Standards Institute(ETSI) EN 302 018-1 V1.2.1 Spurious emissionsで記載されているFM波のスプリアス規定以下とされている。その値を図3.3.8.4.4-1に示す。図では、出力が59dBm（794W）以上の場合、108～137MHzの範囲ではスプリアス発射の強度は－16dBm以下となっている。

また、ICAOのinformation paper「Digital Broadcasting Systems in the 87.5-108 MHz Band」(Sep.2007)におけるDRM120およびDRM+信号とVORやILSとの干渉実験結果については、「DRM120とDRM+の信号はFM放送信号と同等もしくはそれ以下しか妨害を与えなかった」とされている。さらに、2008年6月のITU-RのWP6Aの議長レポート(Annex 17 to Document 6A/56)によれば、「様々な新しい放送信号の送信テストがとても厳しい条件下で行われているが、航空受信機への妨害があったという例は報告されていない。」とある。これらを考慮すると、携帯端末向けマルチメディア放送の放射許容マスクがFM放送の放射許容マスクを満足すれば、航空無線航行システムに妨害を与えないと考える。

図3.3.8.4.4-1より、108.1MHz以上の帯域に対して携帯端末向けマルチメディア放送が満足しなければならない減衰量を送信ERP別に表3.3.8.4.4-3に整理する。この値を満足するよう、108MHz側にガード

バンドを確保したり、急峻な出力フィルタを整備する等の対応が必要となる。なお、表3.3.8.4.4-3は参照帯域幅を電波法のスプリアス規定に則り100kHzとしている。

Spurious emissions shall not exceed the values set out in table 4.3, shown additionally in figure 4.1 for the frequency range 9 kHz to 1 GHz.

Table 4.3: Spurious emission limits

Mean power of the transmitter	Limits Mean power absolute levels (dBm) or relative levels (dBc) below the power supplied to the antenna port in the reference bandwidth
P < 9 dBW	-36 dBm
9 dBW ≤ P < 29 dBW	75 dBc
29 dBW ≤ P < 39 dBW	-16 dBm
39 dBW ≤ P < 50 dBW	85 dBc
50 dBW ≤ P	-5 dBm
NOTE: Within the band 108 MHz to 137 MHz the limits above apply without exceeding the absolute limit of 25 µW (-16 dBm).	

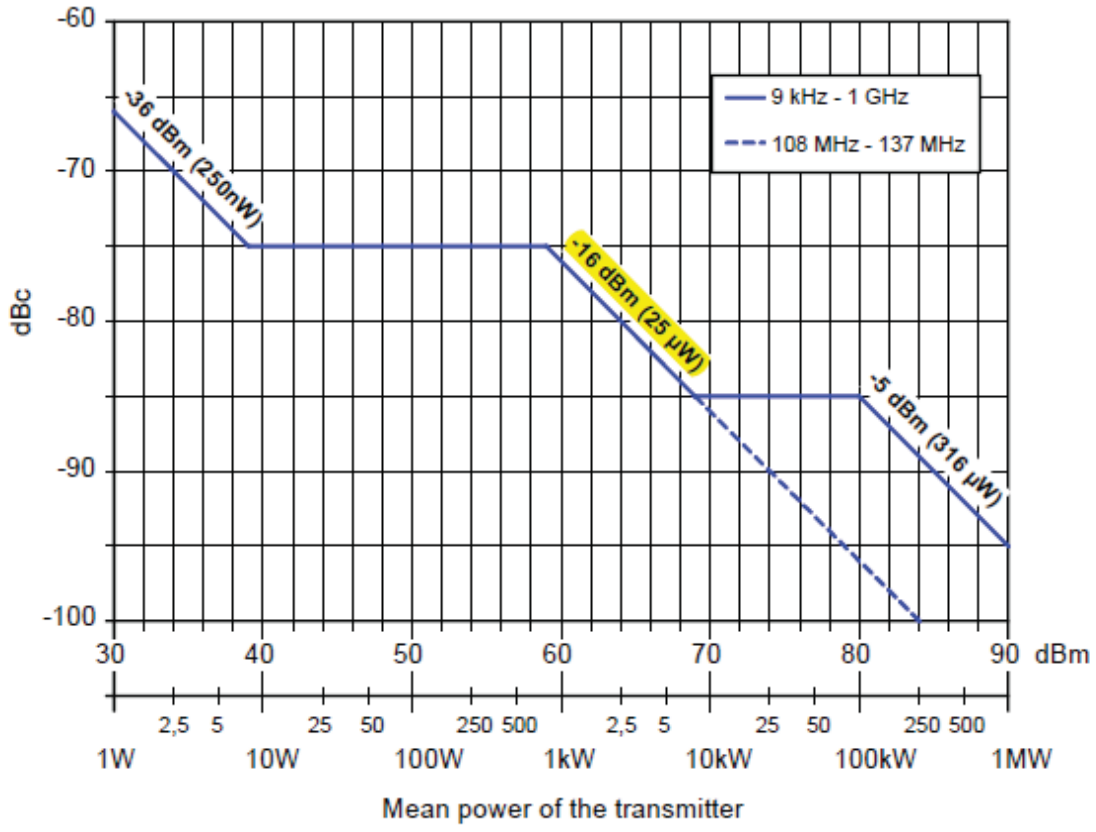


Figure 4.1: Spurious emission limits for FM sound broadcasting transmitters

＊参照帯域幅＝1kHz

図3.3.8.4.4-1　FM放送のスプリアス放射の許容値（ETSI EN 302 018-1 V1.2.1より）

表3.3.8.4.4-3　108.1MHｚ以上の帯域に対する携帯端末向けマルチメディア放送の減衰量
（参照帯域幅：100kHz）

送信ERP	50 kW	5 kW	500 W
減衰量	－73 dB	－63 dB	－53 dB

3.3.8.4.5　VHF帯航空無線航行システムから携帯端末向けマルチメディア放送への干渉について

携帯端末向けマルチメディア放送は、VHF帯放送用周波数帯のうち90MHz～108MHz帯を使用して放送されることから、108MHzから117.975MHzに割り当てられているVHF帯航空無線航行システムからの干渉についても考慮する必要がある。これについても、3.8.4.4節同様、表3.3.8.4.4-1に示す3システムについて検討した。

なお、航空無線航行システムから携帯端末向けマルチメディア放送への干渉としては、航空無線航行システム電波が高レベルで携帯端末向けマルチメディア放送の受信機に入力されることによる干渉と、航空無線航行システムのスプリアス領域で生じる不要発射による干渉とが考えられる。

3.3.8.4.5.1　航空無線航行システム電波が高レベルで携帯端末向けマルチメディア放送の受信機に入力されることによる干渉

航空無線航行システムが高いレベルで携帯端末向けマルチメディア放送受信機に入力されることにより生じる干渉については、VOR、ILS（LOC）、GBASとも狭帯域のシステムであるため、FM放送波からの干渉と同程度の影響になると考えられる。よって、FM放送波から携帯端末向けマルチメディア放送受信機への干渉値を適用することができる。

実際の影響は、航空無線航行システムの送信局の場所等を考慮して検討する必要がある。

3.3.8.4.5.2　航空無線航行システムのスプリアス領域で生じる不要発射による干渉

航空無線航行システムの不要発射の強度の許容値は、基本周波数の平均または尖頭値電力より60dB低い値と規定されているため、不要発射の強度が許容値であると仮定して検討する。

今回の3システムの送信所からの距離と不要発射の受信電力の関係を図3.3.8.4.5-1に示す。不要発射の受信電力が図3.3.8.3-1の全受信雑音電力を下回る距離は、VORの場合は7.8km以上、アンテナ利得20dBiのILS（LOC）の場合は13km以上、GBASの場合は6.3km以上となる。ここで示した距離より航空無線航行システムの送信所と携帯端末向けマルチメディア放送の受信機が離れている場合は、携帯端末向けマルチメディア放送の回線設計で見積もっているマージンで十分問題ない範囲と考える。

また、VOR送信局の近傍であっても、携帯端末向けマルチメディア放送の受信電力が十分大きい場合は問題は生じない。VOR送信局の周辺であり、かつ携帯端末向けマルチメディア放送の受信電力が低い地域については、その影響が懸念されるため、実際にVOR送信局から携帯端末向けマルチメディア放送帯域への干渉を測定し、必要に応じて送信諸元の見直しなどを含めた検討を行うことが必要である。

ILS（LOC）送信局の場合は、送信アンテナの指向性を考慮してILS（LOC）電力を算出する必要がある。送信アンテナの指向性が向いていない方向であれば、図3.3.8.4.5-1の距離特性より干渉レベルが小さくなるため、指向性についても検討して実際の影響を検討する必要がある。

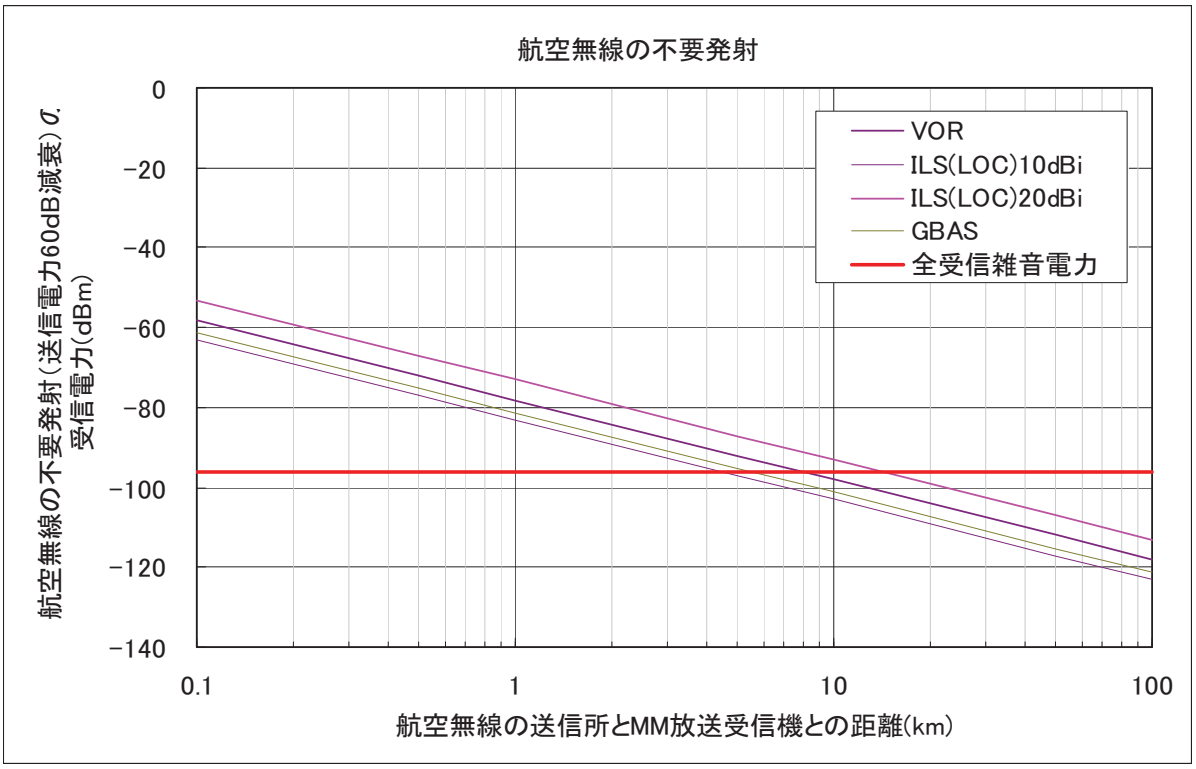


図3.3.8.4.5-1 航空無線航行システムの不要発射の受信電力の距離特性

3.3.8.4.6 VHFの異常伝搬（スポラディックE層による外国波混信等）について

VHFにおいては、異常伝搬の影響が懸念される。表3.3.8.3-1の回線設計では、他の電波の干渉マージンとして2dBを見込んでいる。

干渉妨害として最も懸念されるのが、スポラディックE層による外国波混信（以下、Es混信）であるが、2006年映像情報メディア学会冬季大会「スポラディックE層による混信波の年間測定」で報告されているように、Es混信の電界強度は、最悪月において99%時間率電界強度が40dBμV／m、95%時間率電界強度が35dBμV／mとなっている。

さらに、表3.3.8.4.6-1のNHK放送技術研究所の実験結果によれば、FM放送波からの同一チャンネル妨害において、等価C/N劣化量が2dBとなるときの携帯端末向けマルチメディア放送信号（16QAM、符号化率1／2、1セグメント）（C）とFM妨害波（I）とのCI比は、約16dBとなっている。

以上より、Es混信による影響が発生しても99%時間率で受信可能となる電界強度は56dBμV／m（40＋16）となり、表3.3.8.3-1の所要電界強度57dBμV／mとほぼ同じ値である。よって、回線設計で干渉マージン2dBを見込んでいるため、Es混信による新たなマージンは設定する必要はない。

表3.3.8.4.6-1　FM放送波から携帯端末向けマルチメディア放送波へのFM干渉CI比
（NHK放送技術研究所の実験結果）

伝送パラメータ	FM放送波の変調内容別のCI比（dB）		
	ニュース音声	音楽（演歌）	音楽（ﾎﾟｯﾌﾟｽ）
QPSK（1／2）	6.4	8.4	8.4
QPSK（2／3）	13.1	14.4	14.3
16QAM（1／2）	13.9	15.9	15.6

（実験手法）

○ビット誤り率が2×10^{-4}（内符号訂正後の誤り率）となる条件で、ISDB-T_{SB}（１セグメント）信号とFM放送波のCI比を変化させて所要C/Nを測定

○その結果を等価C/N劣化量に換算

3.3.8.4.7 デジタル新型コミュニティ放送への適用について

本方式は、広域ブロックを放送区域とした放送以外に、狭い地域を対象とした新型コミュニティ放送にも適用することを想定している。

新型コミュニティ放送は、ブロック放送と比べて送信出力も小さく、放送区域が狭いことが想定されるが、受信形態としては、既存のコミュニティ放送の受信形態と同様、ケース１の自動車等による移動受信、ケース２の携帯受信、ケース３の固定受信のそれぞれが想定される。

よって、新型コミュニティ放送についても、3.3.8.3節の放送区域の定義及び3.3.8.4.2節の混信保護比を適用することが可能である。

また、新型コミュニティ放送では、１セグメント形式等の少ないセグメントによる放送を行うことで、１つの地域に対して多くの事業者に周波数を割り当てることや小出力での送信を実現することも可能になり、周波数有効利用につながると期待される。

3.3.8.5　携帯端末向けマルチメディア放送用受信機として留意すべき事項

FM放送波による2次歪については、現行のアナログテレビ用チューナにおいて、初段にトラッキングフィルタを具備し除去していることから、同様のフィルタを地方ブロック向けマルチメディア放送用受信機においても具備することが望ましい。

また、90MHz付近に携帯端末向けマルチメディア放送を置局する場合、近接するFM局からの妨害が想定される。

さらにFM放送信号による３次歪は、FM放送周波数帯が76MHzから90MHzであることから、90MHzから104MHzに落ち込む可能性があることから留意が必要である。

参考資料8

FM放送局の周波数の選定方法

下表の条件を満足する周波数を選定すること。

<table>
<tr><td>1　航空機緊急遭難周波数243MHzに対する混信排除に関する制限</td><td colspan="2">80.8MHzから81.2MHzまでの周波数は選定不可。</td></tr>
<tr><td>2　VOR又はILSのローカライザの無線局への干渉検討</td><td colspan="2">VOR又はILSのローカライザの無線局の周波数と次に示す関係になる周波数(当該周波数の±200kHzの範囲内にVOR又はILSのローカライザの周波数の全部又は一部が重複する場合に限る。)以外のものを選定。ただし、VOR又はILSのローカライザの無線局に干渉を与えない場合は、この限りでない。
①　2f1－f2MHz
②　f1＋f2－f3MHz
ここで、「f1」、「f2」及び「f3」は、VOR又はILSのローカライザの無線局の覆域と放送区域が重複又は近接する自局及び他のFM放送局の周波数を示す。
ただし、f1≧f2＞f3とし、他のFM放送局が1局のみの場合は①の計算のみを行うこと。</td></tr>
<tr><td>3　他のFM放送局の送信空中線と共建又は近傍に設置する場合の制限</td><td colspan="2">運用時間が異なる等により、他のFM放送局に混信を与えるおそれがない場合を除き、他のFM放送局と自局との周波数差±800kHz以上のものを選定。</td></tr>
<tr><td>4　他のFM放送局と放送区域が重複する場合の制限</td><td colspan="2">当該FM放送局の周波数と、10.7±0.1MHz差の関係にある周波数以外を選定。</td></tr>
<tr><td rowspan="6">5　自局の予定放送区域内における他のFM放送局からの干渉検討</td><td colspan="2">自局の電波の予想電界強度値と他の基幹放送局の電波の電界強度値とが、次の混信保護比を満足する周波数を選定。</td></tr>
<tr><td>周波数差　0kHz</td><td>混信保護比　36dB</td></tr>
<tr><td>100kHz</td><td>33dB</td></tr>
<tr><td>200kHz</td><td>7dB</td></tr>
<tr><td>300kHz</td><td>－10dB</td></tr>
<tr><td>400kHz</td><td>－25dB</td></tr>
<tr><td>6　他のFM放送局の放送区域内における干渉検討</td><td colspan="2">他の放送局の放送区域フリンジにおける自局の電波の予想電界強度値が、上記5に示す混信保護比を満足する周波数を選定。</td></tr>
<tr><td rowspan="4">7　放送波中継回線に対する干渉検討</td><td colspan="2">(1)　放送波中継回線に対する自局の電波の予想電界強度値が次の混信保護比を満足する周波数を選定。</td></tr>
<tr><td>周波数差　0kHz</td><td>混信保護比　60dB</td></tr>
<tr><td>100kHz</td><td>55dB</td></tr>
<tr><td>200kHz</td><td>40dB</td></tr>
</table>

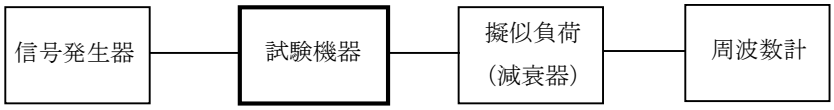
	300kHz	10dB
	400kHz	－20dB
	500kHz	－30dB
	600kHz	－40dB
	700kHz	－50dB
	800kHz	－60dB
	(2)　上記(1)のほか、受信空中線の指向性、偏波面及び中継局の受信設備の干渉除去のための措置を考慮。	
8　自局の予定放送区域内における他のFM放送局に対する干渉検討	99MHzを超え108MHz以下の周波数の電波を使用する地上基幹放送局を用いて行うマルチメディア放送(以下この表において「V―Lowマルチメディア放送」という。)の放送局又は他のFM放送局の周波数と次に示す関係になる周波数以外を占有周波数帯幅の上限から下限までを考慮して選定。ただし、V―Lowマルチメディア放送の放送局又は他のFM放送局に干渉を与えない場合は、この限りでない。 2f1－f2MHz ここで、「f1」及び「f2」は、自局及びV―Lowマルチメディア放送の放送局又は他のFM放送局の周波数を示す。	
9　一般無線局からのFM放送受信に対する干渉検討	一般無線局の周波数と次に示す関係になる周波数以外を選定。 ①　(f－2IF)±400kHz ②　((f－IF)×2±IF)±400kHz ③　f／2±400kHz ④　2f±400kHz ここで、「f」は自局の周波数及び「IF」はFM放送受信機の中間周波数を示す。	
10　一般無線局への干渉検討	一般無線局(電波天文業務を含む。)への混信を排除するため、自局の電波の高調波及び他の無線局との相互変調積等の関係が想定されない周波数を選定。	

参考資料9

ラジオのギャップフィラーの技術的条件を確認するための各測定項目の概要並びに測定系統図の例を以下に示す。

（１）周波数の偏差

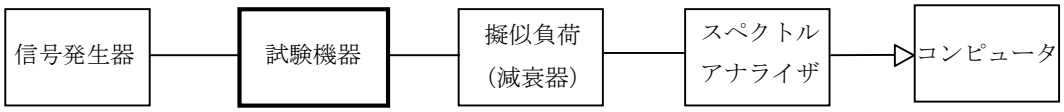
標準信号発生器から無変調搬送波（中継波）を入力し、送信出力を周波数計で測定する。



（２）占有周波数帯幅

標準信号発生器から規定の変調信号（中継波）を入力信号として加えたときに得られるスペクトル分布の全電力を、スペクトルアナライザ等を用いて測定し、スペクトル分布の上限及び下限部分におけるそれぞれの電力和が、全電力の０．５%となる周波数幅を測定する。

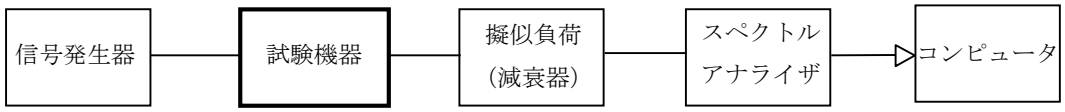
なお、規定の変調信号での変調が不可能な場合には通常運用される信号のうち占有周波数帯幅が最大となる信号で変調をかける。



（３）スプリアス発射又は不要発射の強度

ア　帯域外領域におけるスプリアス発射の強度

標準信号発生器から無変調搬送波（中継波）を入力信号として加えた状態で、送信出力を最大に設定し、スペクトルアナライザを用いて測定する。

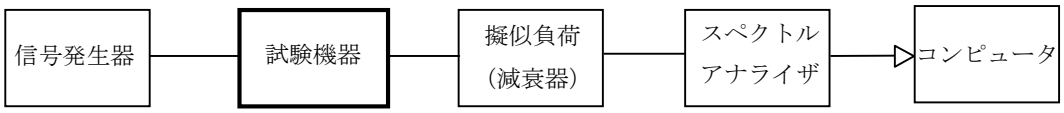


イ　スプリアス領域における不要発射の強度

標準信号発生器から規定の変調信号（中継波）を入力信号として加えた状態で、送信出力を最大に設定し、スペクトルアナライザを用いて平均電力を測定する。

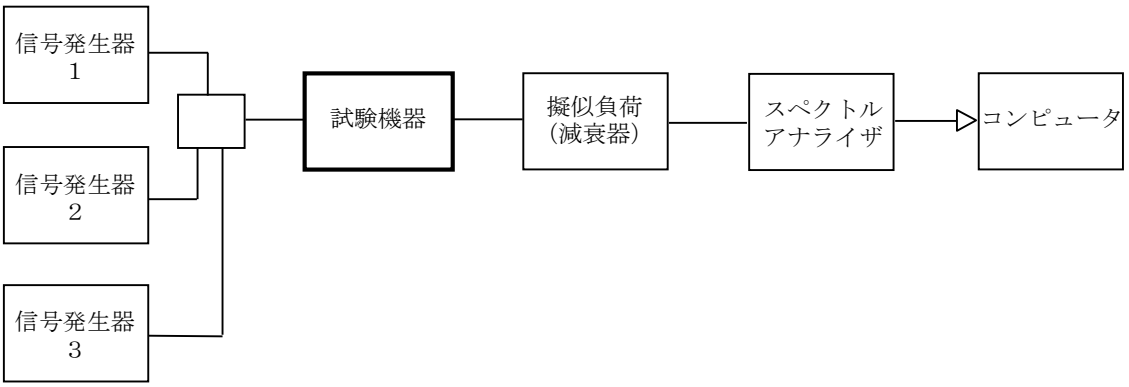
なお、スペクトルアナライザの分解能帯域幅は、技術的条件で定められ

た参照帯域幅に設定すること。ただし、精度を高めるため、分解能帯域幅を狭くして測定してもよく、この場合、不要発射の強度は、分解能帯域幅ごとの測定結果を参照帯域幅に渡り積分した値とする。



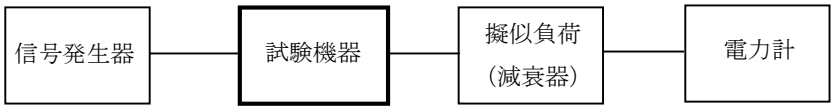
ウ　帯域外減衰量

標準信号発生器から搬送波（中継波）及び隣接波を入力信号として同一レベルで加えた状態で、スペクトルアナライザを用いて測定する。



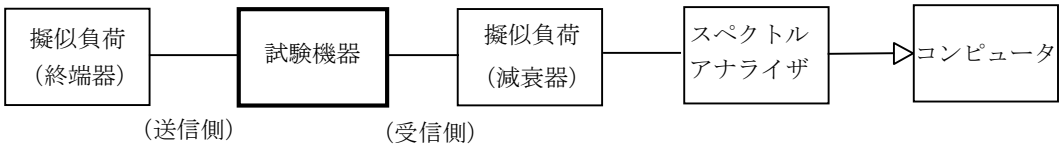
（４）空中線電力の偏差

標準信号発生器から規定の変調信号（中継波）を入力信号として加えた状態で、送信出力が最大となるように入力レベルを設定し、電力計を用いて平均電力を測定する。



（５）副次的に発する電波等の限度

空中線端子に擬似負荷（インピーダンス整合回路又は減衰器等）を接続しスペクトルアナライザ等を用いて測定する。



参考資料10

電波防護指針に関する検討

本件ギャップフィラーの電波防護指針（電波法施行規則第 21 条の3関係）への適合性について、以下のとおり検討した。

1. 検討モデル

使用が想定されるギャップフィラーの構成のうち、電波防護指針の検討に際して最も厳しくなるパラメーターを以下のとおり設定する。

空中線入力電力:P	0.25W
アンテナの利得:G	2.24 倍（3.5dBd）
アンテナから算出地点までの距離:R	10m *※想定される最も近い距離*
周波数:f （波長:λ）	95MHz （3.16m）
反射係数:K	2.56 *※送信周波数が 76MHz 以上で大地面の反射を考慮した場合の値*

2. 電波防護指針の基準値（通常用いる基準値）

周波数が 30MHz から 300MHz の場合の電界強度（平均時間6分間）の基準値は以下のとおり。

電界強度の実効値:E （V/m）	磁界強度の実効値:H （A/m）	電力束密度:S （mW/cm^2）
27.5	0.0728	0.2

※電波法施行規則別表第2号の3の2より

3. 計算結果

基本算出式【$S=\{(P・G)／(40・\pi・R^2)\}\times K$（$mW/cm^2$）】により本件ギャップフィラーの検討モデルを用いた場合の電力束密度を以下のとおり算出。

$$S = \{(0.25\times 2.24)／(40\pi\times 10^2)\}\times 2.56$$
$$= 0.000114\ (mW/cm^2)$$

$$E = \sqrt{3700\times S}$$
$$= 0.65\ (V/m)$$

$$H = \sqrt{S \div 37.7}$$
$$= 0.0017\ (A/m)$$

よって、本件ギャップフィラーについては、2項に示す電波防護指針の基準値を満足することが確認できる。

別添

諮問第２０２３号

「放送システムに関する技術的条件」

のうち

「ラジオネットワークの強靭化に関する技術的条件」

諮問第２０２３号「放送システムに関する技術的条件」のうち「ラジオネットワークの強靭化に関する技術的条件」

ラジオネットワークの強靭化に関する技術的条件のうちＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ及びラジオのギャップフィラーに関する技術的条件については、以下のとおりとする。

Ⅰ　ＶＨＦ帯デジタルＳＴＬ／ＴＴＬ

１．適用範囲

この技術的条件は、６０ＭＨｚ帯（５４ＭＨｚ～６８ＭＨｚ）又は１６０ＭＨｚ帯（１６２．０５ＭＨｚ～１６９ＭＨｚ）を使用するデジタルＳＴＬ／ＴＴＬに適用する。

２．　技術的条件

（１）周波数帯

６０ＭＨｚ帯（５４ＭＨｚ～６８ＭＨｚ）又は１６０ＭＨｚ帯（１６２．０５ＭＨｚ～１６９ＭＨｚ）とする。

（２）周波数の許容偏差

１０×１０$^{-6}$とする。

（３）通信方式

単向通信方式とする。

（４）復調方式

同期検波方式を基本とする。

（５）変調方式

６４ＱＡＭを基本とし、３２ＱＡＭ、１６ＱＡＭ及びＱＰＳＫの各方式を備えることも可とする。

（６）電波の型式

Ｄ１Ｅ、Ｄ７Ｅ、Ｄ７Ｗ、Ｇ１Ｅ、Ｇ７Ｅ又はＧ７Ｗとする。

（７）占有周波数帯幅の許容値

９６ｋＨｚとする。

（８）伝送容量

４８０ｋｂｐｓ 以下とする。

（９）クロック周波数

８０ｋＨｚ以下とする。

（１０）空中線電力の最大値

５Ｗとする。

（１１）空中線電力の許容偏差

上限２０％、下限５０％とする。

（１２）等価等方輻射電力の制限値

特段規定しない。

（１３）偏波

垂直偏波又は水平偏波による直線偏波とする。

（１４）補助信号の伝送方式

最大伝送容量に収まる範囲で、ラジオ同期放送用信号、送信所内の放送機器及び設備機器の制御信号等を補助信号として伝送できるものとする。

（１５）自動等化器

自動等化器による波形歪補償を行うこととする。

（１６）交差偏波干渉補償器（ＸＰＩＣ）

交差偏波干渉補償器については規定しない。

（１７）誤り訂正機能

有することとする。

（１８）中継方式

検波再生中継方式とする。

ただし、検波再生中継方式によることが置局条件等により困難と認められる場合には、回線設計及び回線品質の条件を満足する範囲において、非再生中継方式を用いることができることとする。

（１９）無給電中継方式

使用しないこととする。

（２０）スペースダイバーシチ

伝送路条件が厳しい回線においてスペースダイバーシチを使用することができることとする。

（２１）回線設計（受信入力）

原則として、受信入力は、表１に示す標準受信入力の値±３ｄＢの範囲内の値とし、海上伝搬等回線構成上やむを得ない場合には、他回線との干渉を考慮し、表１に示す最大受信入力を上限とする受信入力を設定できることとする。

表１　受信入力（設計値）

周波数帯	標準受信入力（dBm）	最大受信入力（dBm）
60MHz 帯	-60	-50
160MHz 帯	-67	-57

（２２）回線設計（回線品質）

回線瞬断率の許容値は、距離によらず０．１%とし、一区間あたり回線信頼率は９９．９%とする。

（２３）混信保護

ア　混信保護値

混信保護値（干渉波電力に対する搬送波電力対干渉波受信電力比又は全干渉波電力の総和に対する搬送波電力対干渉波受信電力比のいずれか）は表２の値を満足すること。

表２　混信保護の許容値

干渉波電力に対する値（dB）		全干渉波電力の総和に対する値（dB）
同一経路	異経路	
36.7 （隣接：37.0、 隣々接：48.0） （平常時）	32.8 （隣接：33.1＋Fmr、 隣々接：44.1＋Fmr） （平常時）	31.3 （フェージング時）

注：Ｆｍｒは検討対象経路の所要フェージングマージン

全干渉波電力の総和に対する混信保護値[Ｃ/Ｉａ]は別紙１により求める。

イ　干渉軽減係数（ＩＲＦ）

別紙２のとおりとする。

（２４）フェージングマージン

フェージングについて考慮し、伝搬距離ｄ（ｋｍ）を用いて、０．１×ｄ（ｄＢ）として算出することとする。

（２５）搬送波電力対熱雑音電力比

３１．５ｄＢ以下とする。

（２６）送信電力スペクトル特性

以下のとおりとする

ｆ０±５０ｋＨｚにて－３７ｄＢ以下

ｆ０±１５０ｋＨｚにて－４８ｄＢ以下

ｆ０：中心周波数

（２７）送受信ろ波特性

ア　送受信高周波ろ波特性

表３に示す値以上減衰することとする。

表３　送受信高周波ろ波特性

周波数偏差	3MHz	5MHz	10MHz
減衰量	10 dB	20 dB	28 dB

イ　等価送信ろ波特性

表４に示す値以上減衰することとする。

表４　等価送信ろ波特性

周波数偏差	50kHz	150kHz	3MHz	10MHz
減衰量	37 dB	48 dB	48 dB	60 dB

ウ　等価受信ろ波特性

表５に示す値以上減衰することとする。

表５　等価受信ろ波特性

周波数偏差	50kHz	150kHz	3MHz	10MHz
減衰量	37 dB	48 dB	48 dB	60 dB

（２８）総合伝送特性

ロールオフ率αは０．２以下を使用することが適当であり、次式を満たすようなαを選ぶこととする。

Δｆ（α）≦９６ｋＨｚ

ここで、Δｆ（α）はスペクトル帯域幅であり、次式で定義される。

Δｆ（α）＝ｆｃ（１＋α）

（ｆｃ：クロック周波数）

（２９）不要発射の強度の許容値

帯域外領域におけるスプリアス発射の強度及びスプリアス領域における不要発射の強度の許容値は表６のとおり。

表６　不要発射の強度の許容値

周波数帯	空中線電力	帯域外領域におけるスプリアス発射の強度の許容値	スプリアス領域における不要発射の強度の許容値
60MHz 帯	1W 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 80dB 低い値	基本周波数の搬送波電力より 60dB 低い値
	1W 以下	100μW 以下	50μW 以下
160MHz 帯	1W 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	基本周波数の搬送波電力より 60dB 低い値
	1W 以下	100μW 以下	50μW 以下

注：参照帯域幅は、１００ｋＨｚとする。

（３０）等価雑音帯域幅及び雑音指数

等価雑音帯域幅は、８０ｋＨｚ以下とする。

雑音指数は、５ｄＢ以下とする。

（３１）送受信空中線特性

特段規定しない。

（３２）交差偏波識別度

特段規定しない。

３　測定法

測定に使用する変調入力信号は特別の規定がない限り、データ端末から与えられた標準符号化試験信号とするか又は装置内部で発生した標準符号化試験信号とする。

なお、専用の動作モード（テスト・モード）がある場合はそれによる。

３．１　送信装置

（１）占有周波数帯幅

標準符号化試験信号を入力信号として加えたときに得られるスペクトル分布の全電力を、スペクトルアナライザ等を用いて測定し、スペクトル分布の上限及び下限部分におけるそれぞれの電力和が、全電力の０．５％となる周波数幅を測定すること。

なお、標準符号化試験信号での変調が不可能な場合は、通常運用される信号のうち占有周波数帯幅が最大となる信号で変調をかけること。

（２）スプリアス発射又は不要発射の強度

ア　帯域外領域におけるスプリアス発射の強度

変調はテスト・モードの設定で無変調搬送波を発生させ、スペクトルアナライザを用いて測定するものとする。ただし、運用状態において無変調とならない場合は、スプリアス発射の強度については試験を省略することができる。

イ　スプリアス領域における不要発射の強度

占有周波数帯幅を測定する変調状態にして、スペクトルアナライザを用いて平均電力（バースト波にあっては、バースト内の平均電力）を測定する。なお、スペクトルアナライザの分解能帯域幅は、技術的条件で定められた参照帯域幅に設定すること。

ただし、精度を高めるため、分解能帯域幅を狭くして測定してもよく、この場合、不要発射の強度は、分解能帯域幅ごとの測定結果を参照帯域幅に渡り積分した値とする。

（３）空中線電力の偏差

フレーム構造を含む変調された連続波とし、音声あるいはデータ伝送用に規定されるフレーム内領域について、標準符号化試験信号を入力して、平均電力（バースト波にあっては、バースト内の平均電力）を測定する。

（４）周波数の偏差

無変調波を送出してこれを周波数計で測定する。ただし、無変調にできない場合は、フレーム構造を含む変調された連続波として測定することができる。この場合、音声あるいはデータ伝送用に規定されるフレーム内領域について標準符号

化試験信号を入力し、波形解析器等を用いて測定する。

３．２　受信装置

（１）基準感度

希望入力信号として標準符号化試験信号で変調した規格感度レベルの信号を加えたとき、各変調方式に対応する最大伝送レート時の伝送ビット数に対するビット誤り率が１×１０$^{-4}$以下となること。

（２）スプリアス・レスポンス

標準符号化試験信号で変調した規格感度＋３ｄＢの希望波と、スプリアス・レスポンス規格値分の希望波より高いレベルの妨害波を加えたとき、各変調方式に対応する最大伝送レート時の伝送ビット数に対してビット誤り率が１×１０$^{-4}$以下となること。この場合、妨害波は無変調とする。

Ⅱ　ラジオのギャップフィラー

１．適用範囲

この技術的条件は、ラジオ放送（中波放送、超短波放送）において建造物（地下街などを含む）や地形により発生している狭小な難聴地域に設置する７６ＭＨｚ以上９５ＭＨｚ以下の周波数を使用する中継局に適用する。

２．　技術的条件

（１）周波数

７６ＭＨｚ以上９５ＭＨｚ以下とする。

（２）周波数の許容偏差

搬送波に対し２０×１０$^{-6}$とする。

ただし、同期放送を行う場合は、上記以外に送信点相互の周波数偏差の目標は０Ｈｚとし、搬送波の安定度も同一とすること。

（３）電波の型式

Ｆ２Ｄ、Ｆ２Ｅ、Ｆ３Ｅ、Ｆ８Ｅ又はＦ９Ｗとする。

（４）占有周波数帯幅の許容値

２００ｋＨｚとする。

（５）空中線電力の最大値

２５０ｍＷとする。複数波を同時中継する場合は１放送周波数の電力の値とする。

（６）空中線電力の許容偏差

上限５０％、下限５０％

（７）スペクトルマスク

スペクトルマスク特性は図１に示すとおりとする。

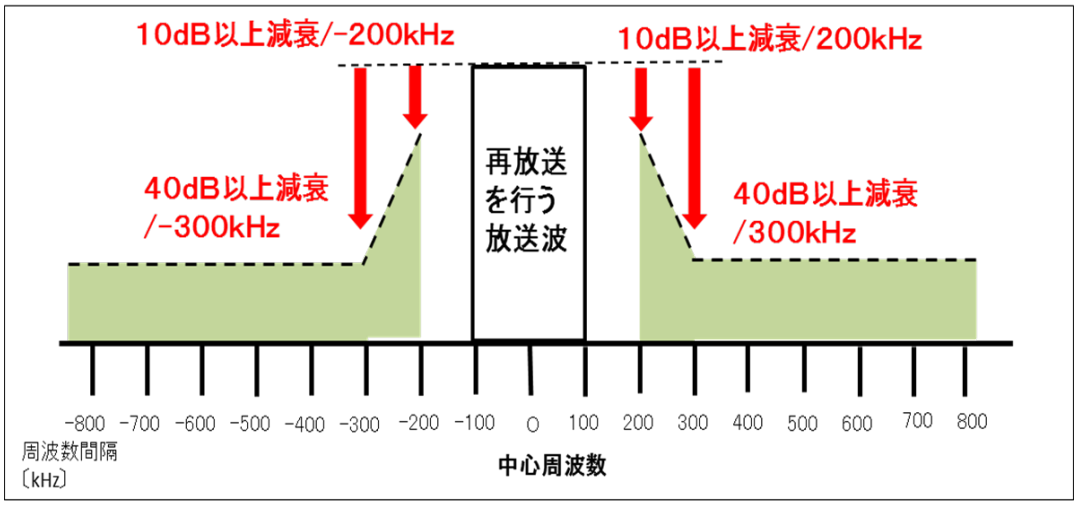


図１　スペクトルマスク

（８）不要発射の強度の許容値

帯域外領域におけるスプリアス発射の強度及びスプリアス領域における不要発射の強度の許容値は表７のとおり。

表７　不要発射の強度の許容値

帯域外領域における スプリアス発射の強度の許容値	スプリアス領域における 不要発射の強度の許容値
100μW 以下	25μW 以下

（９）副次的に発する電波等の強度

４ｎW以下とする。

３．測定法

（１）周波数の偏差

標準信号発生器から無変調搬送波を入力し、送信出力を周波数計で測定する。

（２）占有周波数帯幅

標準信号発生器から規定の変調信号を入力信号として加えたときに得られるスペクトル分布の全電力を、スペクトルアナライザ等を用いて測定し、スペクトル分布の上限及び下限部分におけるそれぞれの電力和が、全電力の０．５％となる周波数幅を測定すること。

なお、規定の変調信号での変調が不可能な場合には、通常運用される信号のうち占有周波数帯幅が最大となる信号で変調をかける。

（３）スプリアス発射及び不要発射の強度

ア　帯域外領域におけるスプリアス発射の強度

標準信号発生器から無変調搬送波を入力信号として加えた状態で、送信出力を最大に設定しスペクトルアナライザを用いて測定するものとする。

イ　スプリアス領域における不要発射の強度

標準信号発生器から規定の変調信号を入力信号として加えた状態で、送信出力を最大に設定し、スペクトルアナライザを用いて平均電力を測定する。

なお、スペクトルアナライザの分解能帯域幅は、技術的条件で定められた参照帯域幅に設定すること。ただし、精度を高めるため、分解能帯域幅を狭くして測定することも可能であり、この場合、不要発射の強度は、分解能帯域幅毎の測定結果を参照帯域幅で積分した値とする。

（４）空中線電力の偏差

標準信号発生器から規定の変調信号を入力信号として加えた状態で、送信出力が最大となるように入力信号レベルを設定し、電力計を用いて平均電力を測定する。

（５）スペクトルマスク

標準信号発生器から規定の変調信号を入力信号として加えた状態で、送信出力を最大に設定し、中継波と同一レベルの無変調信号を入力信号として同時に加えた状態で、スペクトルアナライザを用いて測定する。

なお、スペクトルアナライザの分解能帯域幅は技術基準で定められた帯域幅とする。

（６）副次的に発する電波等の強度

空中線端子に疑似負荷（インピーダンス整合回路又は減衰器等）を接続し、スペクトルアナライザ等を用いて測定すること。

４．その他条件

ギャップフィラーの置局によって二次的な受信障害が発生するおそれがあるとき、又は発生したときは、ギャップフィラーの設置者が必要な対策を行うこと。

全干渉波電力の総和に対する混信保護値

全干渉波電力の総和に対する混信保護値［C/Ia］は次式により求める。

$$[\mathrm{C/Ia}] = -10 \times \log\left(\sum_{\mathrm{i=1}}^{\mathrm{m}} 10^{-(\mathrm{C/Ii})/10} + \sum_{\mathrm{j=1}}^{\mathrm{n}} 10^{-(\mathrm{C/Ij})/10}\right)$$

m：同一経路の妨害波の数

C/Ii：希望波と同一経路のｉ番目の妨害波による搬送波電力対干渉波受信電力比［dB］

C/Ii=D/Ui+IRFi

D/Ui：希望波と同一経路のｉ番目の妨害波による希望波受信電力対妨害波受信電力比［dB］

IRFi：希望波と同一経路のｉ番目の妨害波間の干渉軽減係数［dB］

n：異経路の妨害波の数

C/Ij：希望波と異経路のｊ番目の妨害波による搬送波電力対干渉波受信電力比［dB］

C/Ij=D/Uj+IRFj

D/Uj：希望波と異経路のｊ番目の妨害波による希望波受信電力対妨害波受信電力比に所要フェージングマージンを差し引いた値［dB］

IRFj：希望波と異経路のｊ番目の妨害波間の干渉軽減係数［dB］

なお、妨害波の回折損失が認められる場合には、電波法関係審査基準別紙１別図第23号及び別図第24号により求め加算する。

別紙２

干渉軽減係数

表１　各変調方式との干渉軽減係数（ＩＲＦ）

希望波	干渉波	ＩＲＦ[ｄＢ]			
		周波数差[kHz]			
		0以上 100未満	100以上 180未満	180以上 400未満	400 以上
デジタル ＳＴＬ／ＴＴＬ	デジタル ＳＴＬ／ＴＴＬ	0	37	47	48

表２　各変調方式との干渉軽減係数（ＩＲＦ）

希望波	干渉波	ＩＲＦ[ｄＢ]			
		周波数差[kHz]			
		0以上 100未満	100以上 180未満	180以上 300未満	300以上
デジタル ＳＴＬ／ＴＴＬ	アナログ ＳＴＬ／ＴＴＬ	2	39	49	50
デジタル ＳＴＬ／ＴＴＬ	アナログ 監視・制御用	7	44	55	55

表３　各変調方式との干渉軽減係数（ＩＲＦ）

希望波	干渉波	ＩＲＦ[ｄＢ]			
		周波数差[kHz]			
		0以上 100未満	100以上 180未満	180以上 300未満	300以上
アナログ ＳＴＬ／ＴＴＬ	デジタル ＳＴＬ／ＴＴＬ	10	42	61	65
アナログ 監視・制御用	デジタル ＳＴＬ／ＴＴＬ	13	80	80	80