

ギャップフィラー作業班報告書（案）

平成27年3月27日

ギャップフィラー作業班

目次

1	審議事項	1
2	委員会の構成	1
3	審議経過	1
4	審議概要	2
4. 1	審議の背景	2
4. 2	ラジオのギャップフィラーに求めるイメージ	2
4. 3	ギャップフィラーに求める機能	5
4. 4	検討モデル	5
5	技術的条件の検討	7

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 ギャップフィラー作業班 構成員

参考資料 1 同期放送における場所率の測定

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）

参考資料 3 FM受信機に与える影響について

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

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

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）

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）

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）

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

参考資料 10 電波防護指針に関する検討

1 審議事項

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靱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、本委員会の下に別紙2のとおりSTL／TTL作業班及びギャップフィラー作業班を設置した。

3 審議経過

(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、審議方針、検討項目及び審議スケジュール等について検討を行った。審議の促進を図るため、放送事業者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。

(2) 検討作業班での検討

ア 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 メール審議（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。

4 審議概要

4. 1 審議の背景

放送ネットワークの強靱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靱化を図る観点から、以下の点が指摘された。

- （1）従来、AMラジオ放送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、160MHz）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ルタ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ルターの整備のための技術的条件の検討を開始。

4. 2 ラジオのギャップフィルターに求めるイメージ

（1）難聴地域

ラジオのギャップフィルター（以下「ギャップフィルター」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。

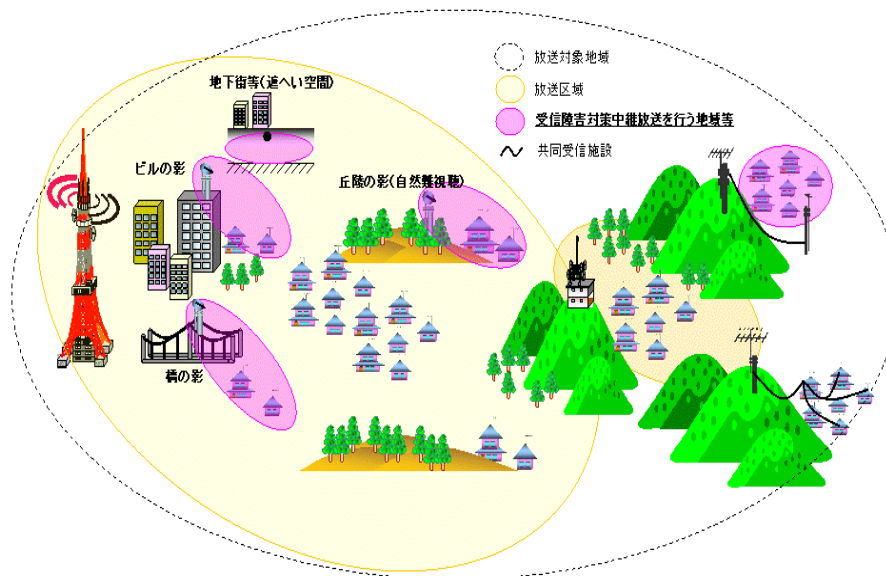


図 1 難聴地域のイメージ

(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。

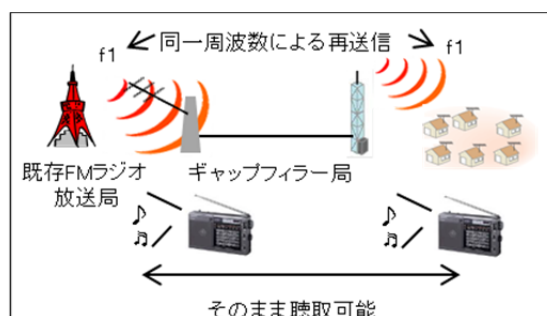


図 2 同一周波数による再送信のイメージ

(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。

4. 3 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局の電波を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、現行の変調に関する技術基準を適用しFM電波に変換して再放送を行うものとする。

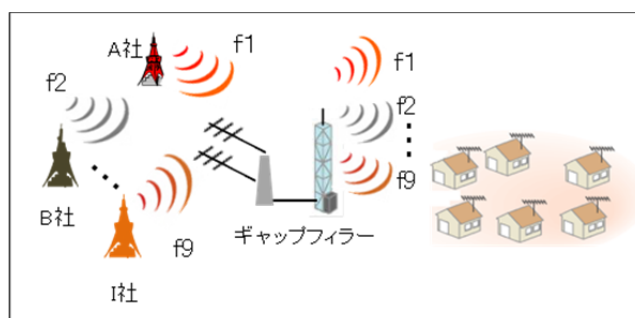


図 4 複数のラジオ放送の再送信のイメージ

4. 4 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。

※ ギャップファイラーの受信機と送信機を接続する連絡線として専用使用するもの。

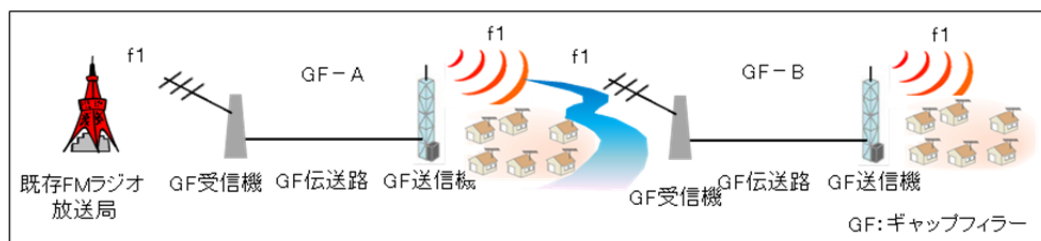


図 5 既存FMラジオ放送局、ギャップファイラー同士の放送区域の重なりがない場合（双方に関わる条件はない）

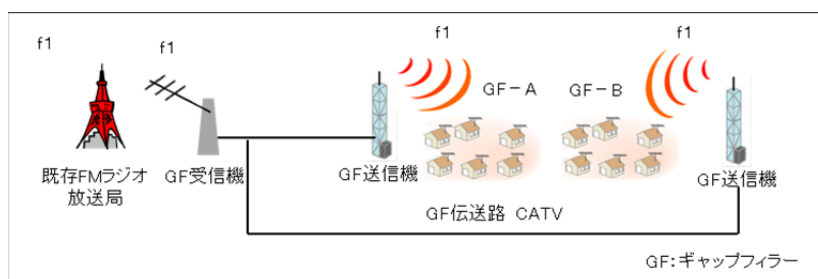


図 6 CATV網（ダークファイバー）を使用しギャップファイラー同士の放送区域の重なりがある場合（双方に関わる条件がある）

（２）送受信モデル

ア 受信モデル

ギャップファイ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、ギャップファイラーの放送区域の算定については、固定受信とし、ラジオ受信機の設定

置する高さを 1 m 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 10 m 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 15 m 程度とする。

5 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 76 MHz から 95 MHz 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 200 kHz から 400 kHz 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を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 600 kHz[※]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、「600 kHz 以上とし、かつ、10.5 MHz から 10.9 MHz 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 20

p p m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 C A T V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0 H z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2 H z以内とする。

(3) 占有周波数帯幅

既存F M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2 0 0 k H zとする。

(4) 電波の型式

既存F M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「F 2 D」、「F 2 E」、「F 3 E」、「F 8 E」、「F 9 W」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=0 d B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。

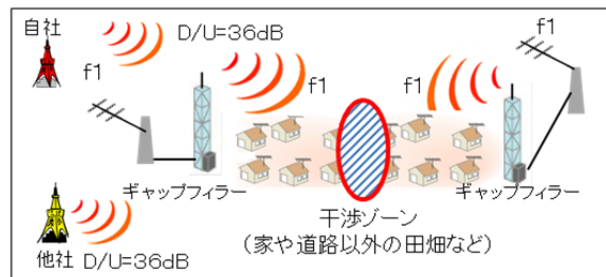


図 7 ギャップファイラー間の放送区域に発生する干渉エリアの例

表 1 同期放送の技術的条件

	放送区域の重なり※1		ギャップファイラー局間の同期放送の条件		
	既存FMラジオ放送局	ギャップファイラー局	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ァイラー	無し	有り	同期※2	5 μ 秒未満	規定せず
				5 μ 秒以上～10 μ 秒未満	6 dB以上
				10 μ 秒以上～20 μ 秒未満	9 dB以上
上記以外のギャップファイラー	無し	無し	—	—	—

※1 既存FMラジオ放送局又は他のギャップファイ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	20 μ 秒以下	14 dB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。

ギャップファイ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、ギャップファイラーで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5

0%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ルターの放送区域が約1 km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=0 dB付近については評価が行われていない。

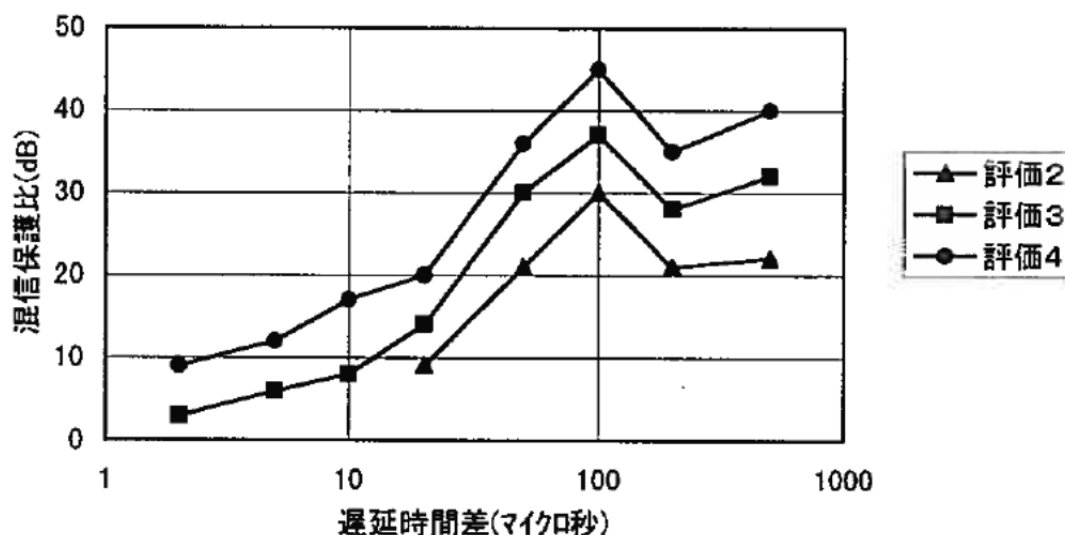


図8 遅延時間と混信保護比
(クロス電界強度74 dBピアノ)

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=0 dB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=0 dB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=0 dBで遅延時間0 μ 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。

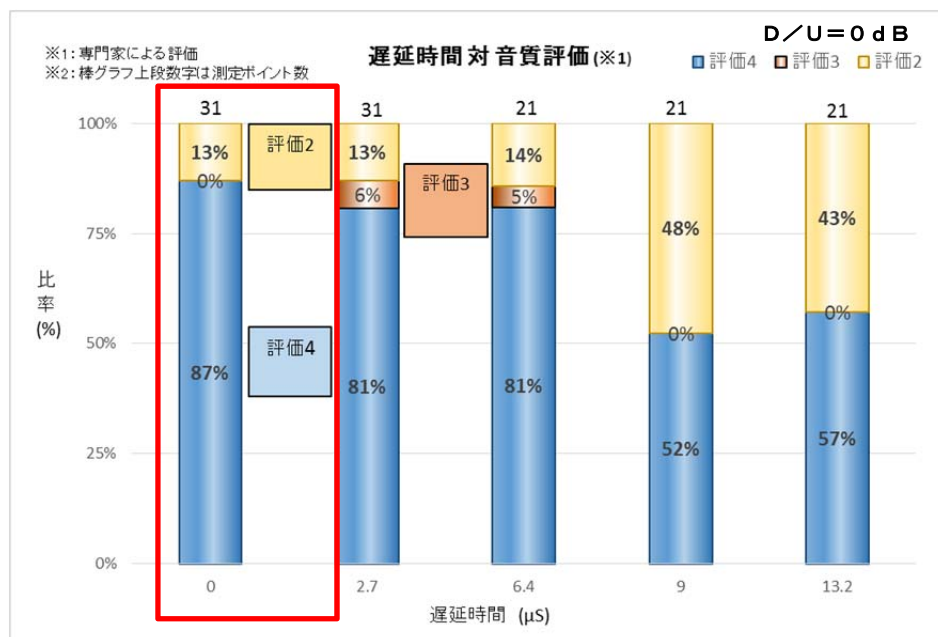


図9 D/U = 0 dBの主観評価

このため、平成9年6月の報告書の評価に「遅延時間0～5 μ秒における主観評価3以上の混信保護比は6 dB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20 μ秒以下であれば各送信点からのD/Uが14 dB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10 μ秒以上20 μ秒未満であればD/Uが9 dB以上、5 μ秒以上10 μ秒未満であればD/Uが6 dB以上で主観評価3が得られ、さらに、遅延時間が5 μ秒未満であればD/Uが0 dB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）ギャップフィルターの受信性能

ア 受信レベル

既存FMラジオ放送局の電波を $48\text{ dB}\mu\text{V}/\text{m}$ 以上の電界強度で受信できるように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。

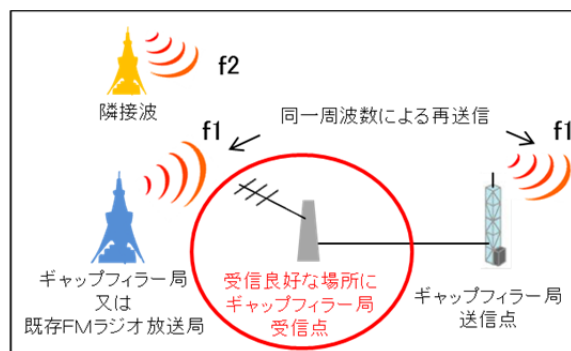


図１０ 安定した受信場所確保の例

イ ギャップフィルターの受信点における放送波近傍の受信レベル

ギャップフィルタ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、ギャップフィルタ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。

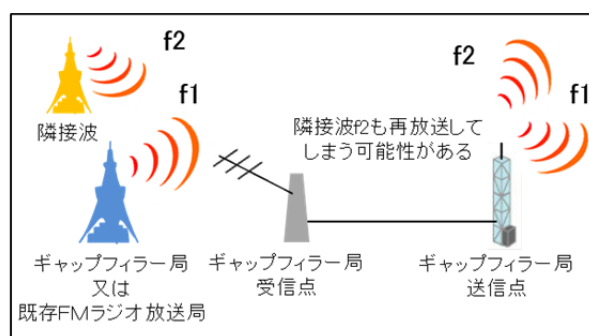
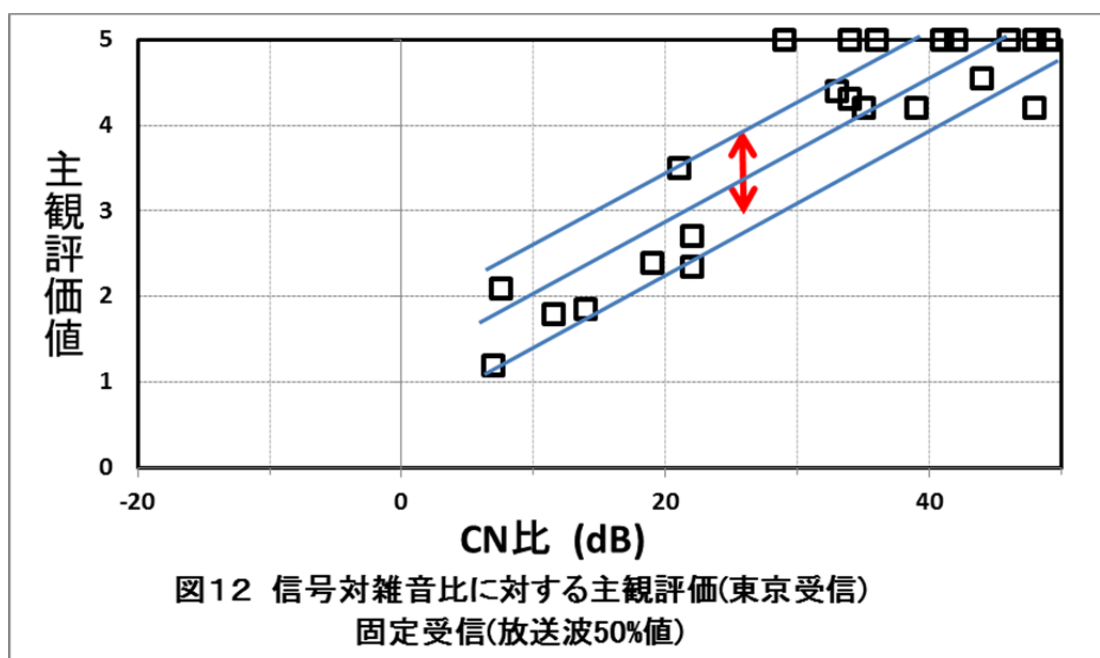


図 1 1 隣接波も再送信してしまう例

(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 $S/N = 30 \text{ dB}$ (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 $C/N = \text{約 } 26 \text{ dB}$ 必要としており、放送波の電界強度が $49 \text{ dB } \mu\text{V/m}$ 程度 (0.28 mV/m) 必要との見解が示されている。



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 10 m、中核都市部では 15 m。また、受信アンテナ高は 1 m 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 $48\text{ dB}\mu\text{V/m}$ 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/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	$\text{dB}\mu\text{V/m}$	48.0	48.0	48.0	48.0	プリンジェリア $48\text{ dB}\mu\text{V/m}$ 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	ハ木式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(SSCFB 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	中継増雑音電力: Nr	dBm	-117.8	-117.8	-117.8	-117.8	kBT ₀ *NF (K:ボルツマン定数、B:200KHz、T ₀ :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(ハ木式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	$\text{dB}\mu\text{V/m}$	58.0	58.0	58.0	58.0	地上高4m
受信端末							
21	受信電界強度	$\text{dB}\mu\text{V/m}$	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	$\text{dB}\mu\text{V/m}$	48.0	48.0	48.0	48.0	(21)+(23)

ラジオ受信機の受信点において $48\text{ dB}\mu\text{V/m}$ 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、 $48\text{ dB}\mu\text{V/m}$)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
中継局設備分

※90MHz

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	dB μ V/m	60.0	60.0	60.0	60.0	フリンジエリア60dB μ /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(SSCFB 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	ブリアンプ雑音指数
8 中継増雑音電力: Nr	dBm	-117.8	-117.8	-117.8	-117.8	kBT ₀ *NF (K:ボルツマン定数、B:200KHz、T ₀ :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 中継増入力のC/N	dB	41.1	36.2	41.1	36.2	(6)-(11)
13 中継増単体の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 送信増出力	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 伝送損失	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	dB μ V/m	70.0	70.0	70.0	70.0	地上高4m
受信端末						
21 受信電界強度	dB μ V/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	dB μ V/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60dB μ V/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、60dB μ V/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48dB μ V/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60dB μ V/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、ギャップフィルターの空中線電力の増力が考えられるが、60dB μ V/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おおきの増加が懸念される。

このため、60dB μ V/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、ギャップフィルターの空中線電力は1つの放送周波数あたり250mW以下とする。

(8) 空中線電力の許容値

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	ラジオ受信機に 入力する波数	ラジオ受信機に 入力する電力	電界強度
無し	1から2	18dBm	101 (dBμV/m)
	3から7	19dBm	100 (dBμV/m)
	8	23dBm	96 (dBμV/m)
有り	1から4	19dBm	100 (dBμV/m)
	5から7	20dBm	99 (dBμV/m)
	8	24dBm	95 (dBμV/m)

これは平成10年度電気通信技術審議会答申「諮問第92号 FM放送の置局に関する技術的条件」で検討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受信機として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	ロッドアンテナ(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。

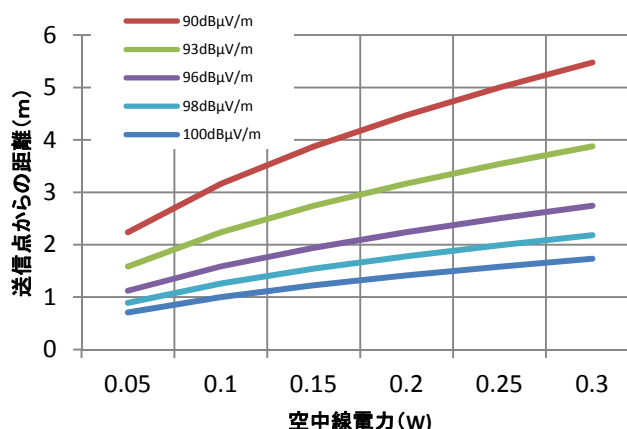


図13 ギャップフィラーの近傍電界強度(試算)

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 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

F M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90dB μ V/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48dB μ V/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48dB μ V/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

M H z から 8 1. 2 M H z の周波数は使用しないこと。

エ 既存 F M ラジオ放送局との混信

平成 1 0 年度電気通信技術審議会答申「諮問第 9 2 号 F M 放送局の置局に関する技術的条件」に基づき次に示す F M 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、F M 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 (k H z)	0	1 0 0	2 0 0	3 0 0	4 0 0
混信保護比 (d B)	3 6	2 2	6	- 8	- 2 0

b F M 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 (k H z)	0	1 0 0	2 0 0	3 0 0	4 0 0	5 0 0	6 0 0	7 0 0	8 0 0
混信保護比 (d B)	6 0	5 5	4 0	1 0	- 2 0	- 3 0	- 4 0	- 5 0	- 6 0

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、F M 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 2 5 0 m W 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 1 W 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、ギャップフィルタ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ルタ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。

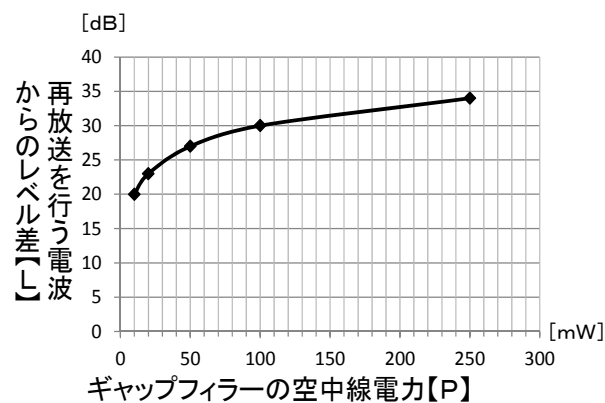


図14 空中線電力と隣接レベル

【式1】 受信電力の所要レベル差＝34＋10log(P／250) [dB]

P:ギャップフィルターの空中線電力[mW]

(b) ギャップフィルターによる隣接電波の減衰量

ギャップフィルターの概略構成は図15で示される。

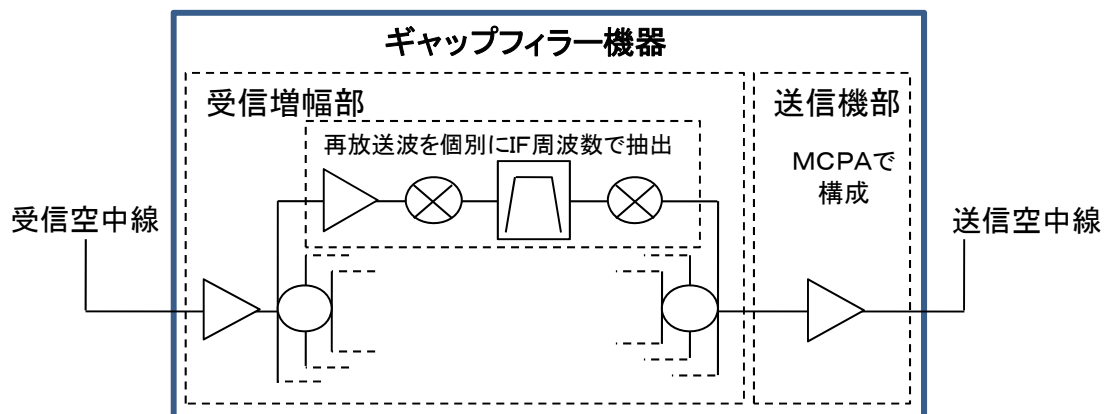
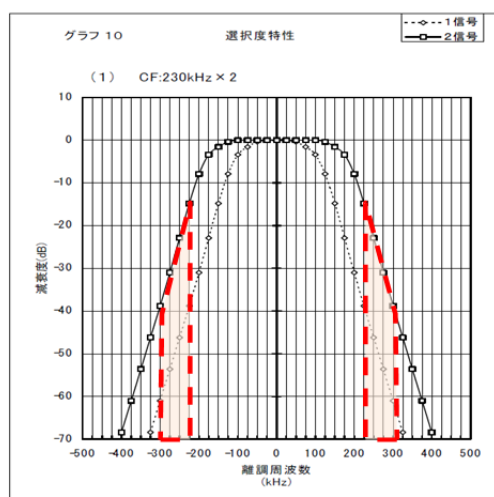


図15 ギャップフィルターの概略構成

ギャップフィルタ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] = $0.3 \times | \text{周波数差[kHz]} | - 50$

【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「ギャップフィルターでの近傍周波数に対する減衰量」が得られる。

表10 ギャップフィルタ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	10dB以上
±200kHz超、±300kHz以下	$0.3 \times \Delta f - 50$ dB以上
±300kHz超	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) ギャップフィルタ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 1 1「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 1 1 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	$10\log(P/250) + 34$ [dB]
200kHz以上、300kHz未満	$10\log(P/250) - 0.3 \times \Delta f + 84$ [dB]
300kHz以上、400kHz未満	$10\log(P/250) - 6$ [dB]

P : ギャップフィルターの空中線電力[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 ギャップフィルタ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。

特にギャップフィルタ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、ギャップフィルタ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

ギャップフィルタ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、ギャップフィルタ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、ギャップフィルタ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ルタ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 200 kHz 以上、300 kHz 未満では次式以上の減衰量を確保すること。

$$\text{減衰量 (dB)} = 0.3 \times |\text{周波数差 (kHz)}| - 50$$

- ・再放送を行う電波との周波数差が 300 kHz 以上では 40 dB 以上

の減衰量を確保すること。

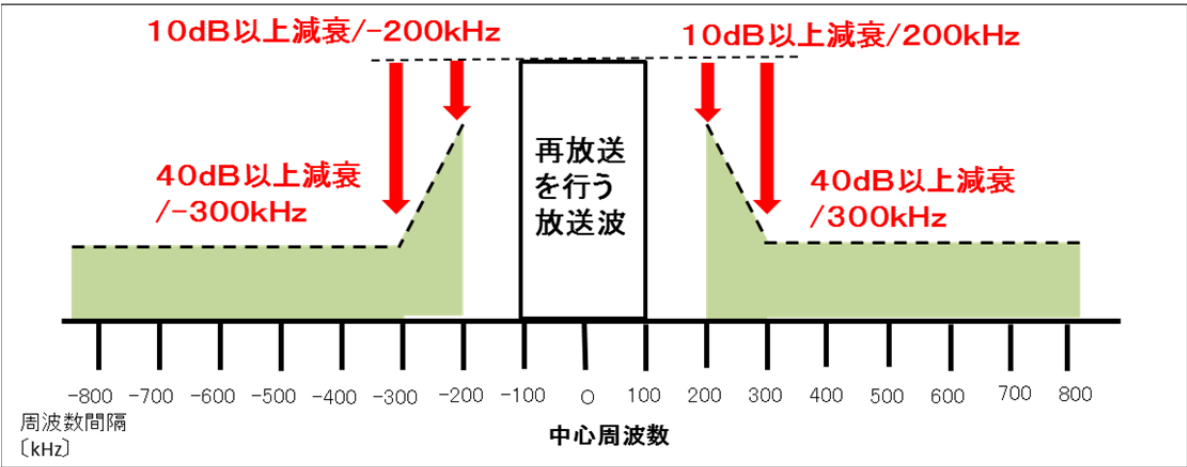


図 1 7 ギャップフィルターのスペクトルマスク

(1 1) 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
1 W以下	1 0 0 μ W以下	2 5 μ W以下

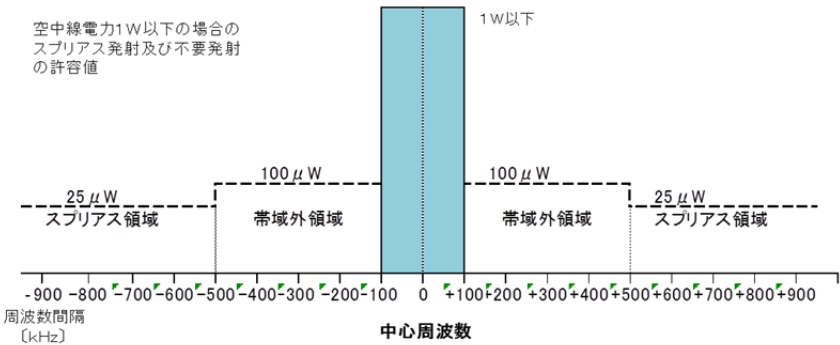


図 1 8 空中線電力 1 W以下のスプリアス発射又は不要発射の強度

(1 2) 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。

(1 3) 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。

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26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26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	国立情報学研究所情報学資源研究センター教授
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
〃	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	独立行政法人 情報通信研究機構ワイヤレスネットワーク研究所所長
〃	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	マスプロ電気株式会社 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

参考資料

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。

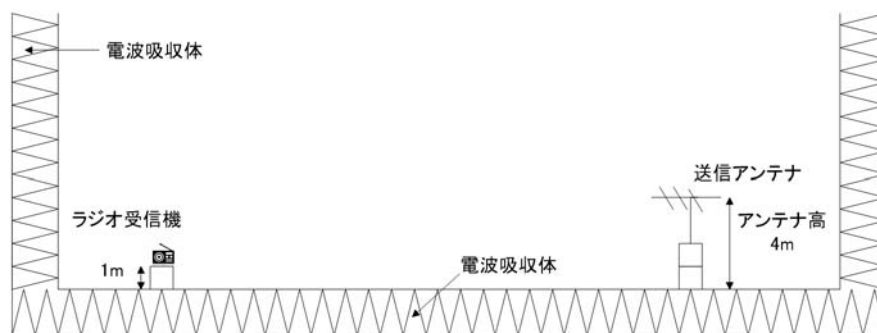


図 1(a) 電波暗室における送信アンテナとラジオ受信機の位置関係（側面図）

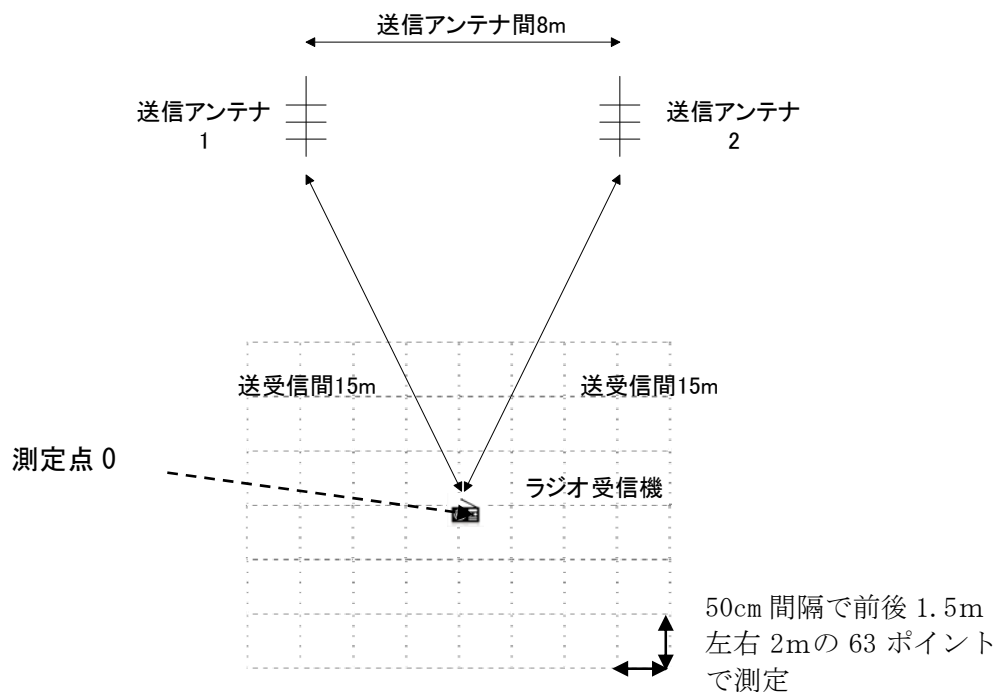


図 1(b) 電波暗室における送信アンテナとラジオ受信機の位置関係（平面図）

2) 測定系統図

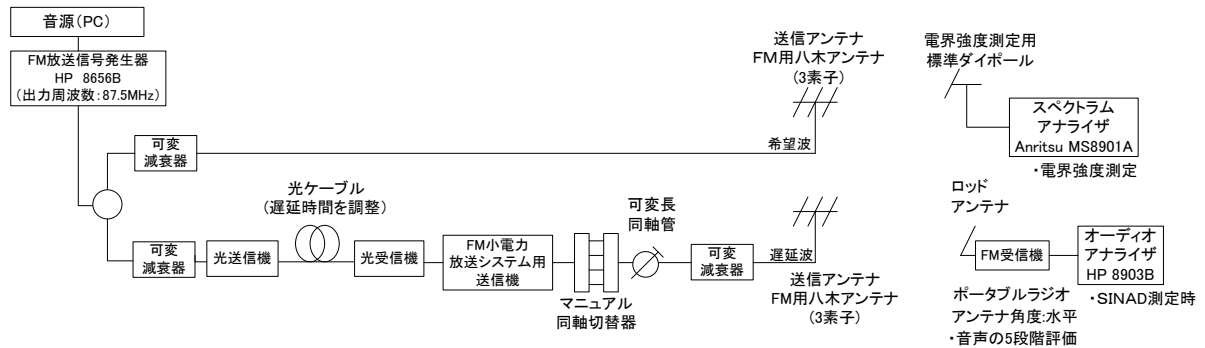


図 2 測定系統図

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	0 μ sec, 5 μ sec, 10 μ sec, 20 μ sec (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

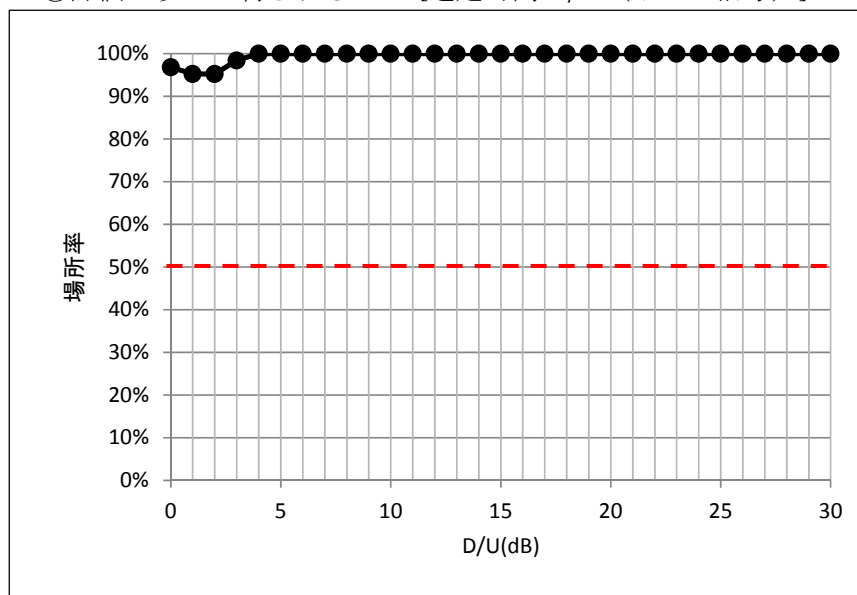
- ①同一周波数の信号 2 波 (希望波および遅延波) を、それぞれ別のアンテナから送信し、ラジオ受信機で受信し、5 段階の音質評価を行う。
- ②信号源はトーン信号と音楽とする。
- ③測定系平面図の測定点 0 の位置を基準として希望波を一定、遅延波の電界強度を可変して 5 段階の音質評価を行う。希望波と遅延波の詳細な位相関係は、可変長同軸管を調整して測定点 0 で最悪値になるように設定して行う。
- ④次に、測定点 0 を基準に 50 c m 間隔で左右 2m、前後 1.5m のメッシュ上の各地点 (63 ポイント) で、希望波を一定にした状態で遅延波のレベルを変えて、5 段階の音質評価を行う。

- 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。

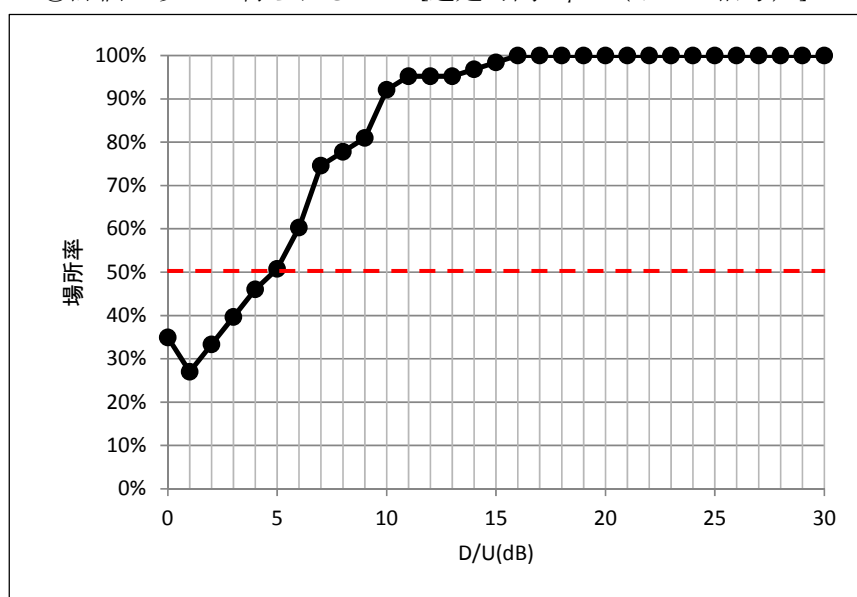
4 測定結果

1) 1kHz トーン信号による評価結果

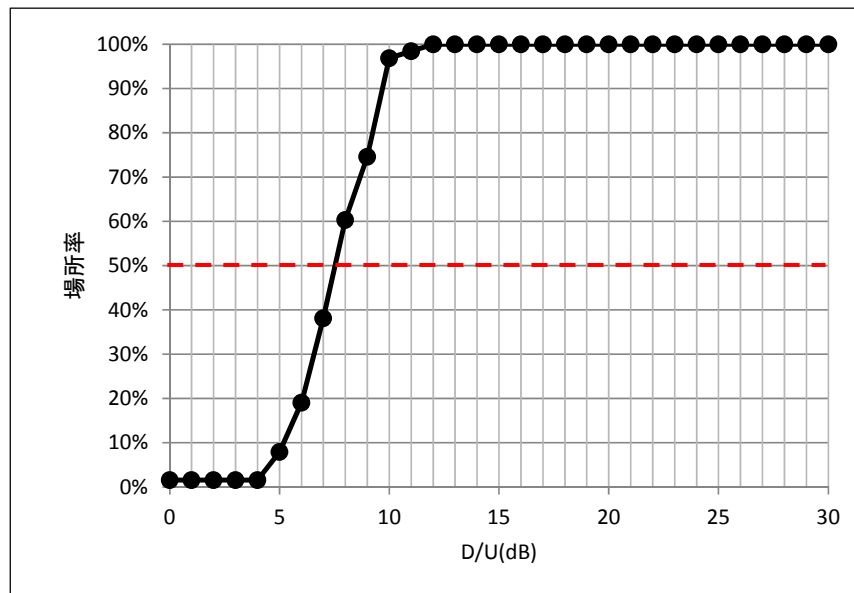
①評価 3 以上が得られる D/U [遅延時間 $0\mu\text{s}$ (トーン信号)]



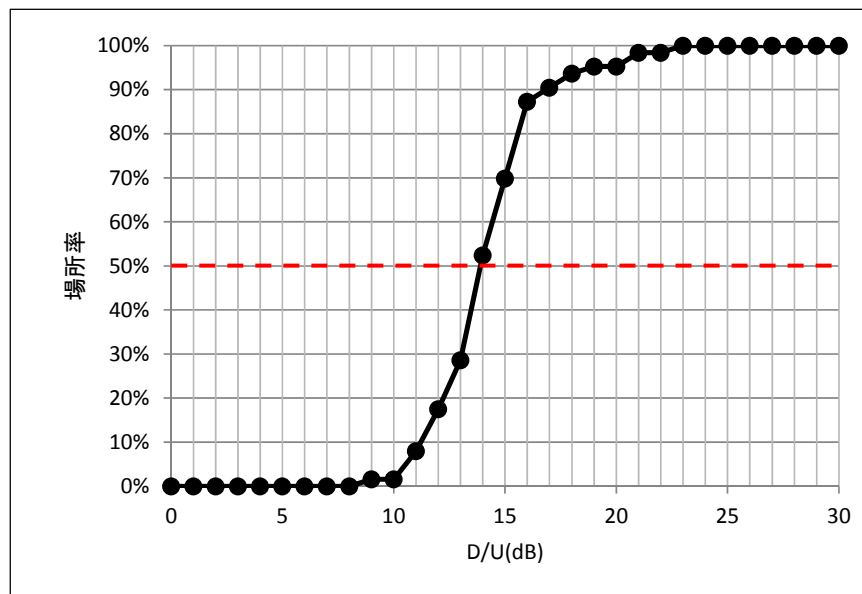
②評価 3 以上が得られる D/U [遅延時間 $5\mu\text{s}$ (トーン信号)]



④評価 3 以上が得られる D/U [遅延時間 $10\mu\text{s}$ (トーン信号)]

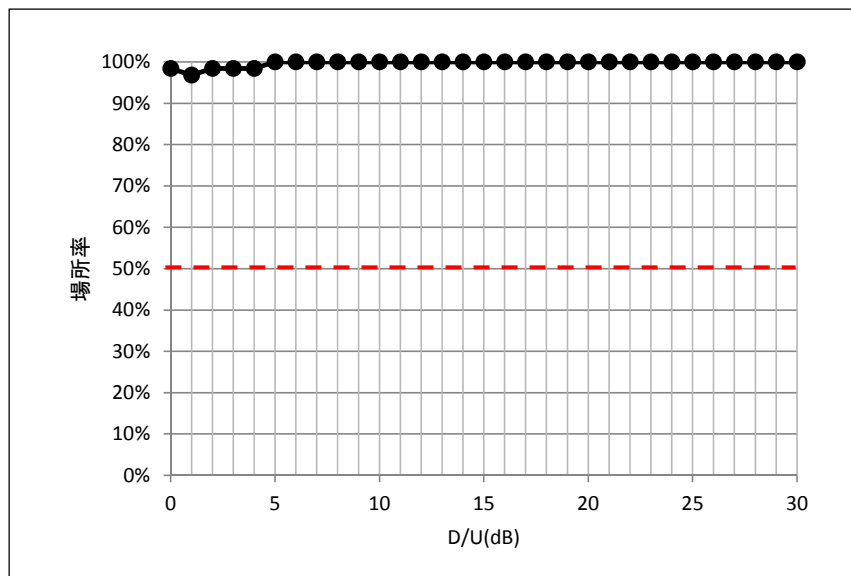


④評価 3 以上が得られる D/U [遅延時間 $20\mu\text{s}$ (トーン信号)]

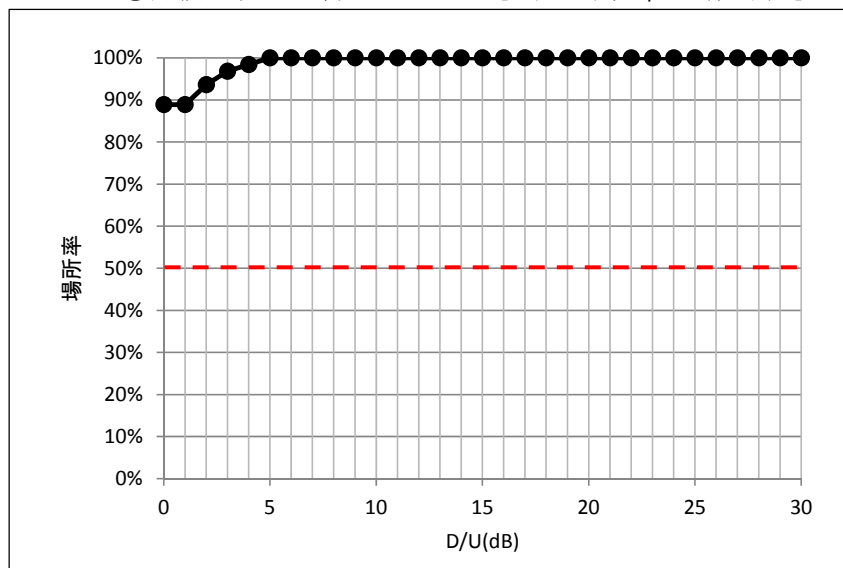


2) 音楽（ピアノ）による評価結果

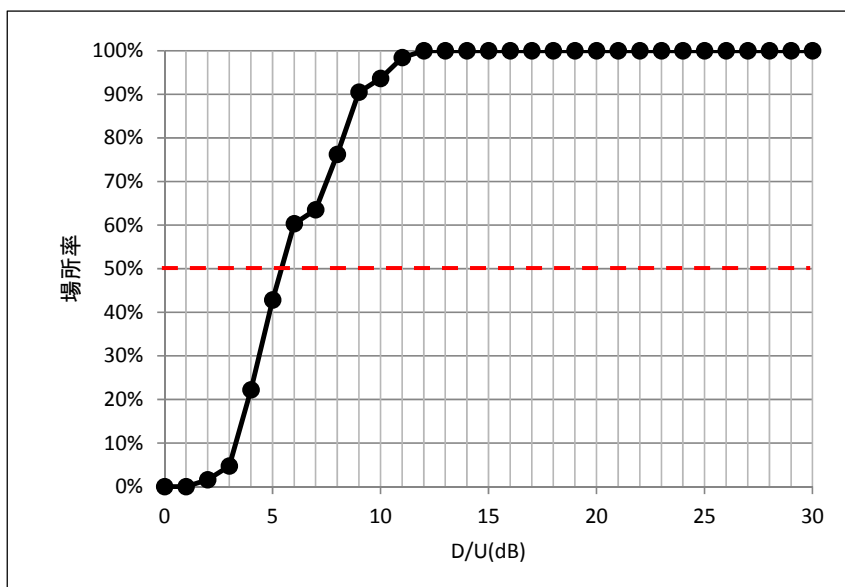
①評価 3 以上が得られる D/U [遅延時間 $0\mu\text{s}$ （音楽）]



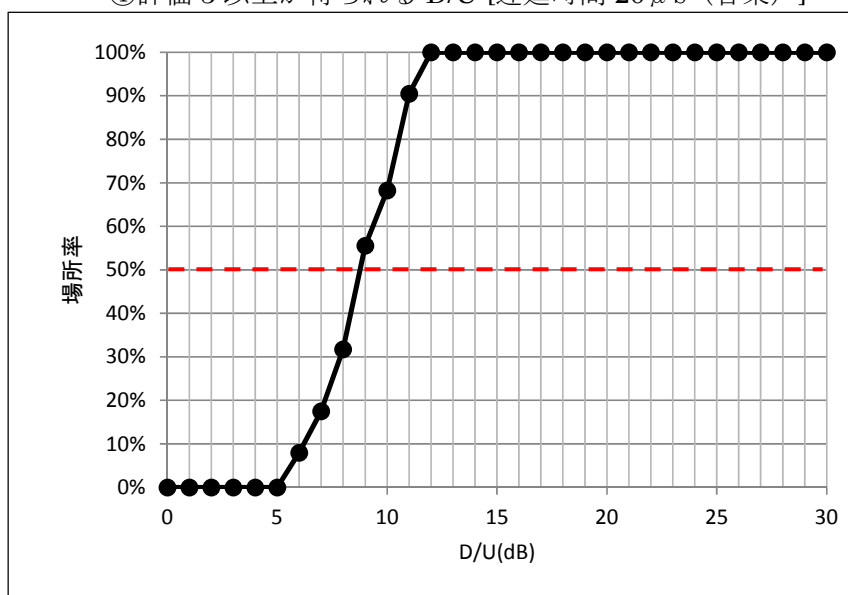
②評価 3 以上が得られる D/U [遅延時間 $5\mu\text{s}$ （音楽）]



③評価 3 以上が得られる D/U [遅延時間 $10\mu\text{s}$ (音楽)]



④評価 3 以上が得られる D/U [遅延時間 $20\mu\text{s}$ (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 $37\text{dB}\mu\text{V/m}$ 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 $34\text{dB}\mu\text{V/m}$ （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 $37\text{dB}\mu\text{V/m}$ で評価を実施した。

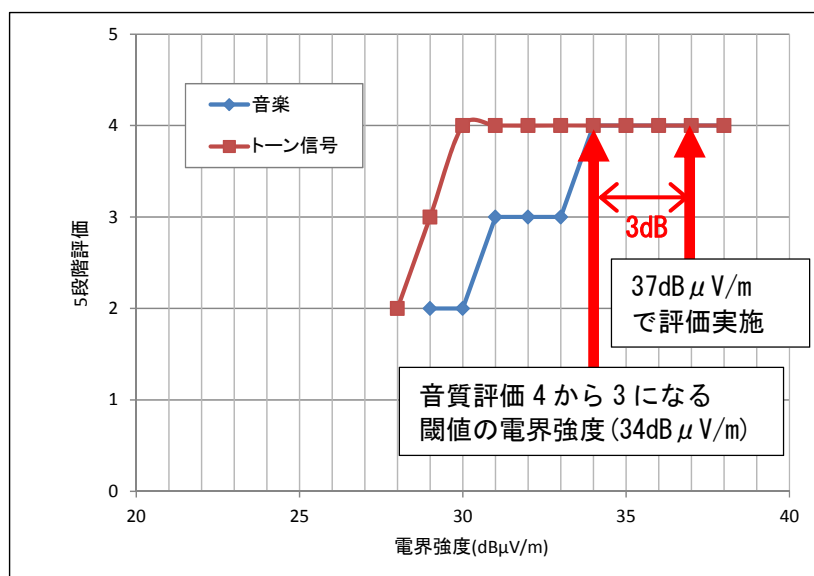


図 3 評価に用いたラジオ受信機の感度

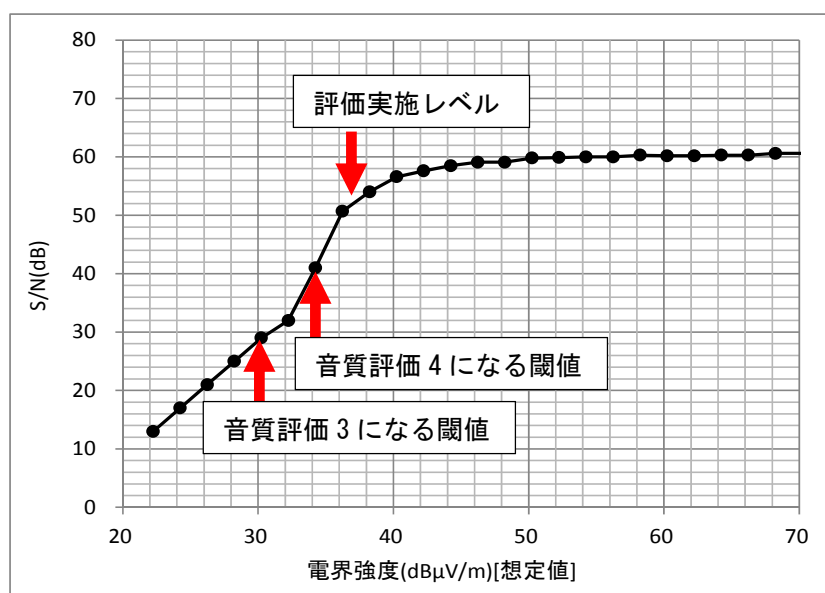


図 4 評価に用いたラジオ受信機の電界強度と S/N

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 〔 μ s〕	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 0μ s 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 0μ s 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あると確認された。

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



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、13.2 μ s 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 0 μ s 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、13.2 μ s

見学会での音質評価時の遅延時間 : 中間地点において 0 μ s

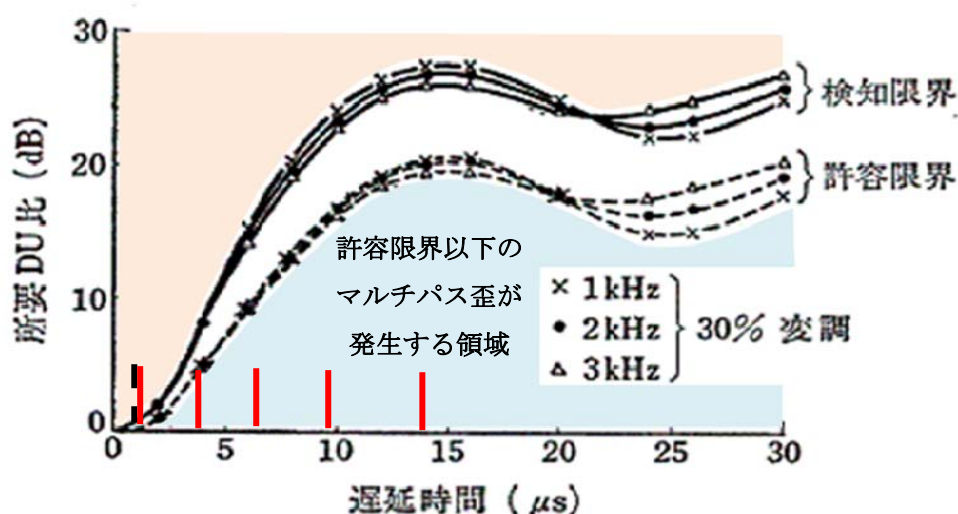


図 2 遅延時間と所要 DU 比の関係

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 $3.8\text{dB}\mu\text{V/m}$ の差（送信点 1 : 45.7、送信点 2 : 41.9）、地点 2 で $3.2\text{dB}\mu\text{V/m}$ の差（送信点 1 : 40.5、送信点 2 : 43.7）、地点 3 で $0.2\text{dB}\mu\text{V/m}$ 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 $10\text{dB}\mu\text{V/m}$ の低下がある。

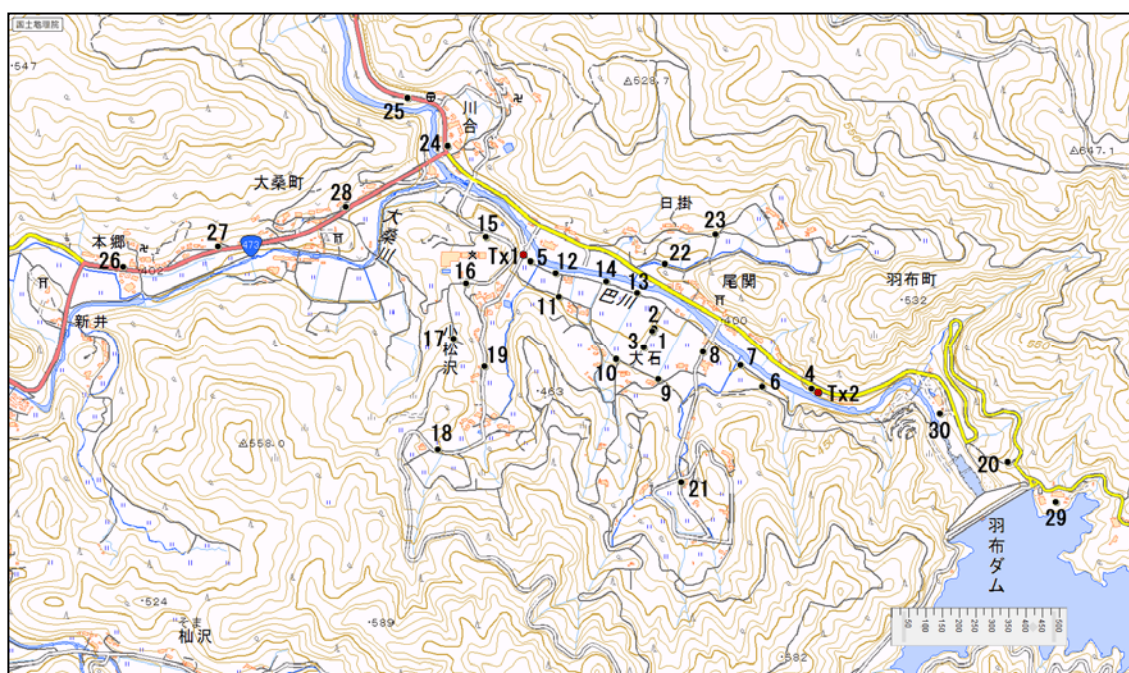


図 3 測定地点 出展：国土地理院の地形図を元に作成。

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(dB μ V/m)		レベル差 (dB)	電界強度(dB μ V/m)		レベル差 (dB)	電界強度(dB μ V/m)		レベル差 (dB)
	アンテナ高 4m	アンテナ高 1m		アンテナ高 4m	アンテナ高 1m		アンテナ高 4m	アンテナ高 1m	
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			最大		
最小			0.7	最小			最小		
平均			10.6	平均			平均		

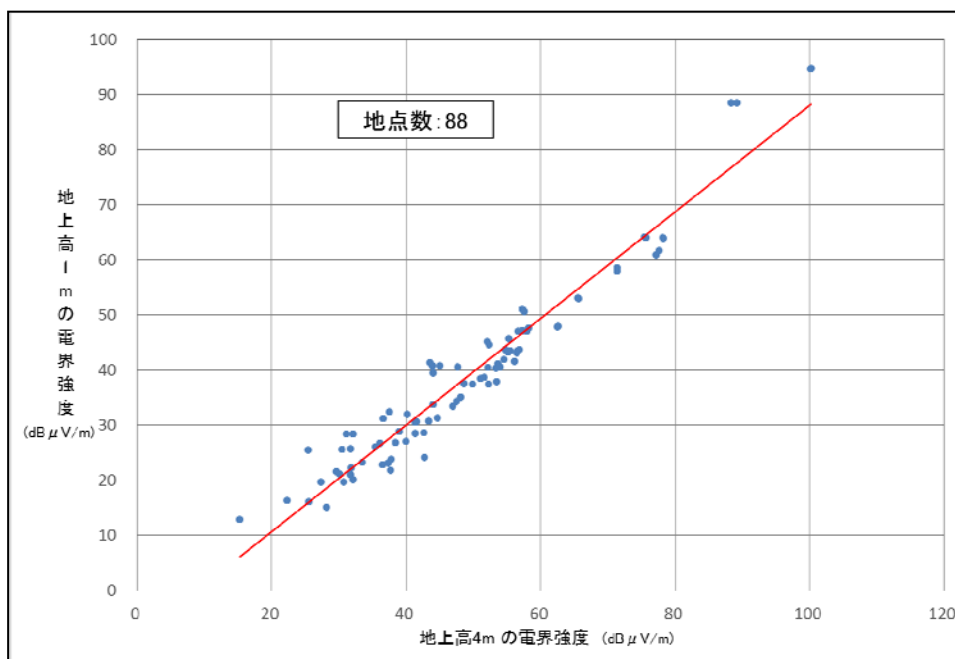


図 4 測定結果の分布グラフ

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 の光ケーブルの互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 $0\mu\text{s}$ 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 $0\mu\text{s}$ 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。

実証実験構成(案)

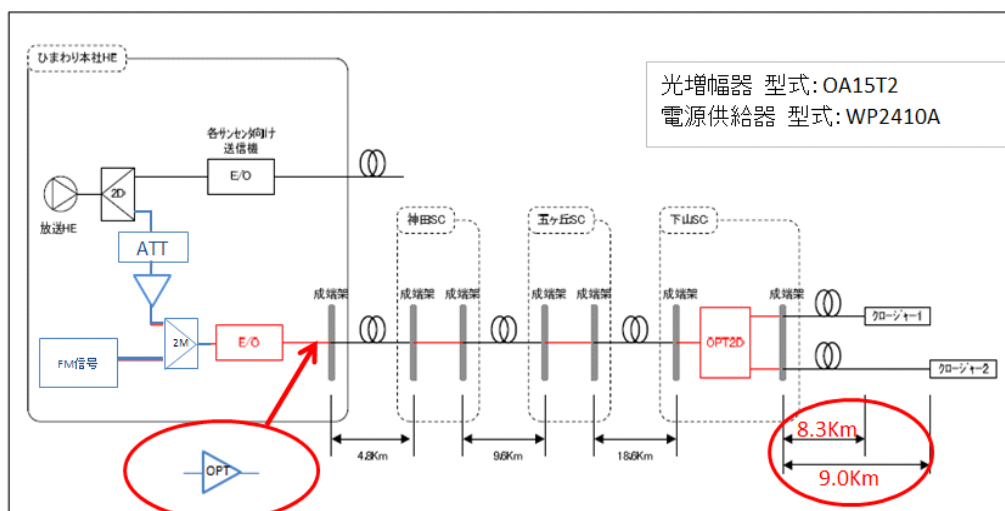


図 5 送信点 1 と送信点 2 のクロージャまでの光ケーブル長

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	
3	普通	許容限
2	悪い	我慢限
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 $0\mu s$ と $2.7\mu s$ 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
送信点2の追加の光ケーブル
遅延時間

640m
なし
 $0\mu s$ (実測値)

送信点1の追加の光ケーブル
送信点2の追加の光ケーブル
遅延時間

なし
なし
 $2.7\mu s$ (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

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 $6.3\ \mu\text{s}$ と $9.0\ \mu\text{s}$ 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
送信点2の追加の光ケーブル
遅延時間

なし
640m
 $6.3\ \mu\text{s}$ (実測値)

送信点1の追加の光ケーブル
送信点2の追加の光ケーブル
遅延時間

なし
1280m
 $9.0\ \mu\text{s}$ (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

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 $13.2\ \mu\text{s}$ 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
送信点2の追加の光ケーブル
遅延時間

なし
1920m
 $13.2\ \mu\text{s}$ (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 $0\mu\text{s}$ と $2.7\mu\text{s}$ 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 $0\mu\text{s}$ と $2.7\mu\text{s}$ 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
送信点2の追加の光ケーブル
遅延時間

630m
なし
 $0\mu\text{s}$ (実測値)

送信点1の追加の光ケーブル
送信点2の追加の光ケーブル
遅延時間

なし
なし
 $2.7\mu\text{s}$ (実測値)

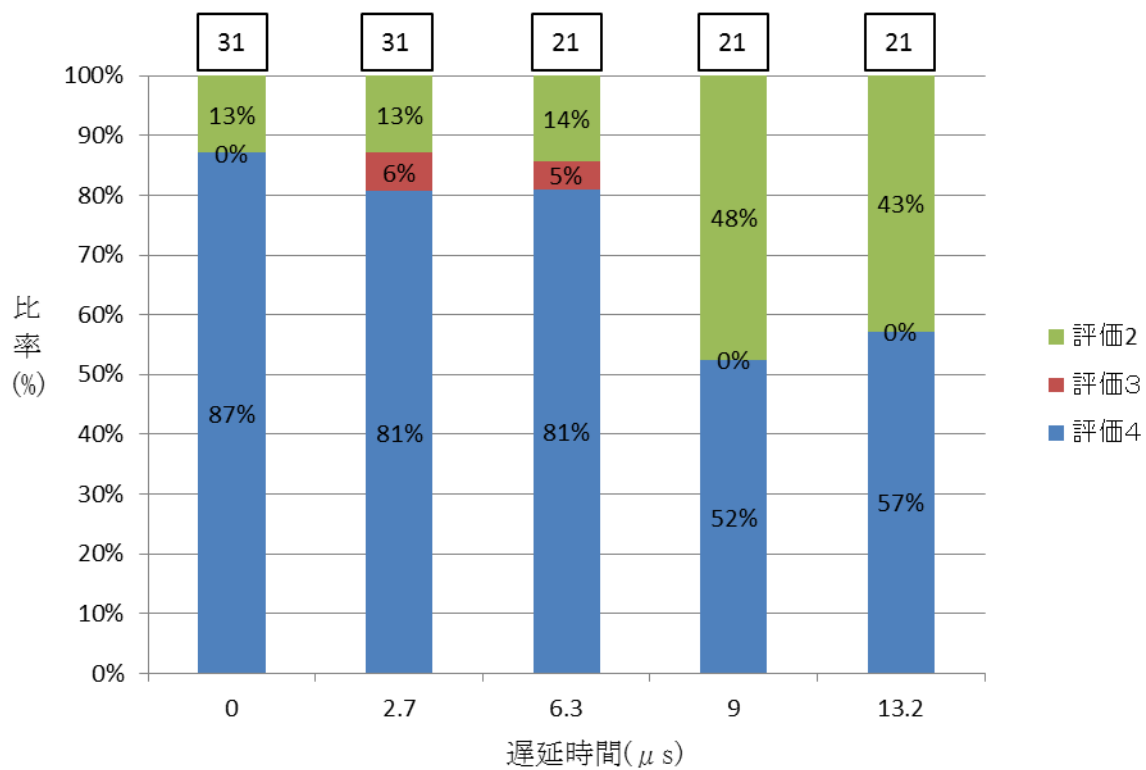
測定箇所(m)	SINAD(dB)	S/N(dB)	歪率(%)	音質評価
± 0.0	28.13	28.37	1.207	2
+0.5	48.19	50.15	0.241	4
+1.0	50.49	53.36	0.212	4
+1.5	44.31	45.55	0.199	4
+2.0	44.49	46.21	0.322	4
+2.5	49.35	51.90	0.233	4
+3.0	48.72	50.65	0.222	4
+3.5	24.80	25.70	2.133	2
+4.0	47.72	49.72	0.260	4
+10.0	47.45	49.14	0.251	4

音声評価	箇所数
2	2
3	0
4	8

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 $D/U=0\text{dB}$ に設定

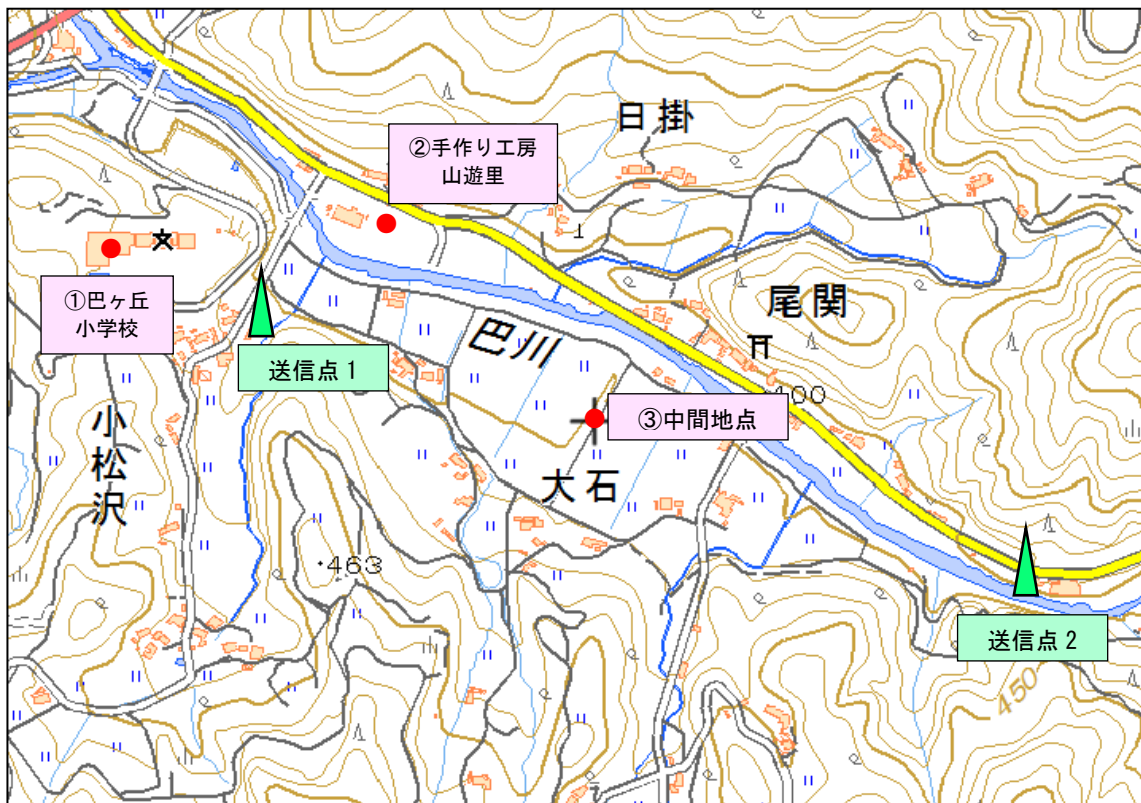
図 8 遅延時間と音質評価の結果

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C B C 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つ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 バヶ丘小学校での音質評価結果（中央値）

バヶ丘小学校							
空間遅延時間	送信点 1 からの距離約 200m (0.7 μ s) 送信点 2 からの距離約 1200m (4 μ s)						
電界強度 (地上高 1m)	送信点 1 からの電界強度：校庭で 37.5 dB μ /m 送信点 2 からの電界強度：校庭で 43.2 dB μ /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 (0.3 μ s) 送信点 2 からの距離約 1000m (3.3 μ s)						
電界強度 (地上高 1m)	送信点 1 からの電界強度：60.9 dB μ /m 送信点 2 からの電界強度：37.4dB μ /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 (1.7 μ s) 送信点 2 からの距離約 500m (1.7 μ s)						
電界強度 (地上高 1m)	地点 1	送信点 1 からの電界強度：45.7 dB μ /m 送信点 2 からの電界強度：41.9 dB μ /m					
	地点 2	送信点 1 からの電界強度：40.5 dB μ /m 送信点 2 からの電界強度：43.7 dB μ /m					
	地点 3	送信点 1 からの電界強度：47.0 dB μ /m 送信点 2 からの電界強度：47.2 dB μ /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

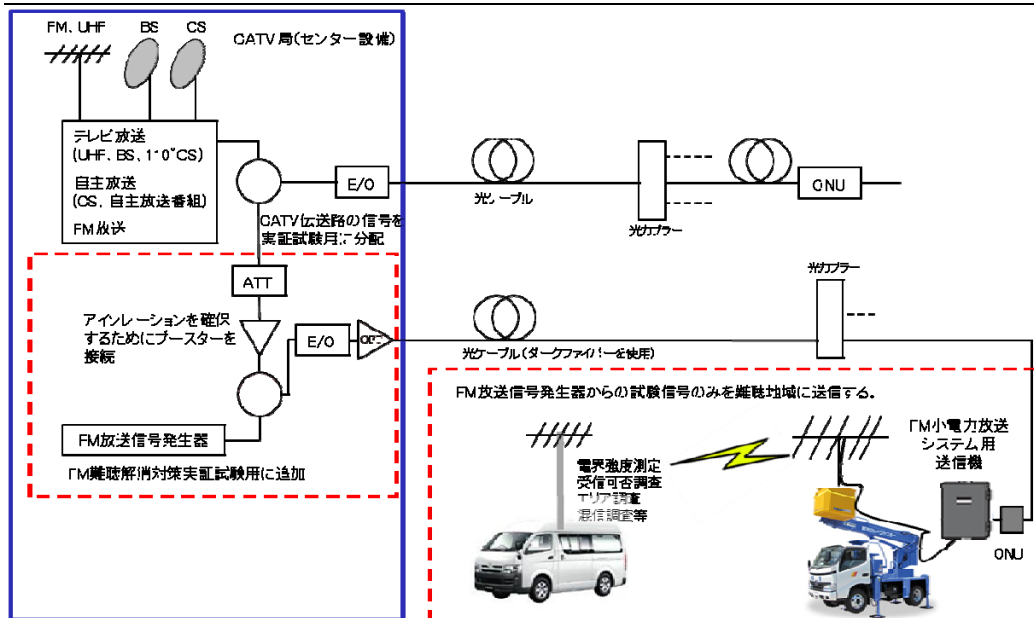
(*1) 送信点 1 は巴ヶ丘小学校の校庭から約 28m 下がった道路に設置されており、道路から立ち上がっている土手（p18 現地の写真 ①送信点 1 参照）で電波が遮蔽されているため校庭には電波が届くが、校庭から離れている講堂での信号レベルが低い。

(*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。

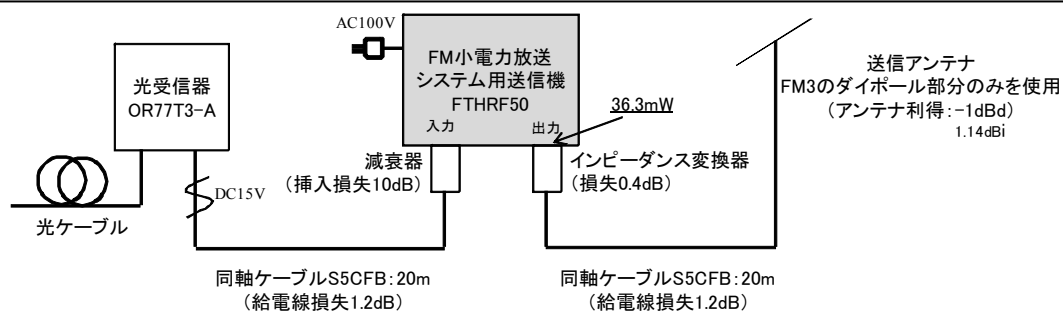
(*3) マルチパス評価は送信点 1 と送信点 2 から発射される電波の遅延時間差を $0\mu\text{s}$ に調整したときの評価である。

第6章 資料

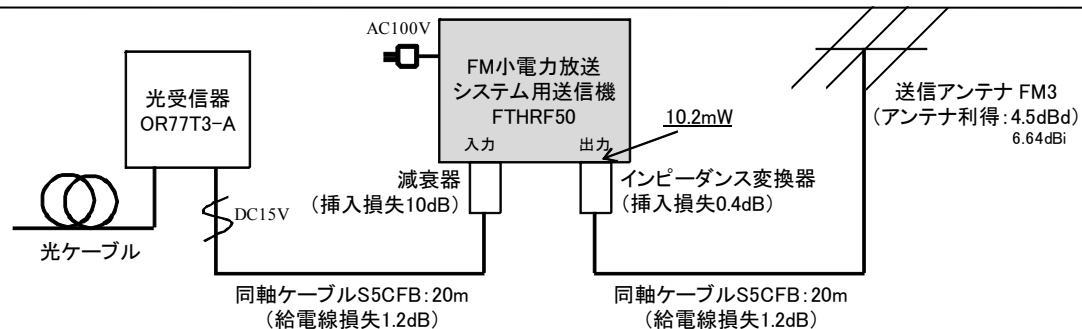
6.1 無線システム全体図



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°
空中線の海拔高	海拔高 : 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 (同軸ケーブル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°
空中線の海拔高	海拔高 : 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 (同軸ケーブル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

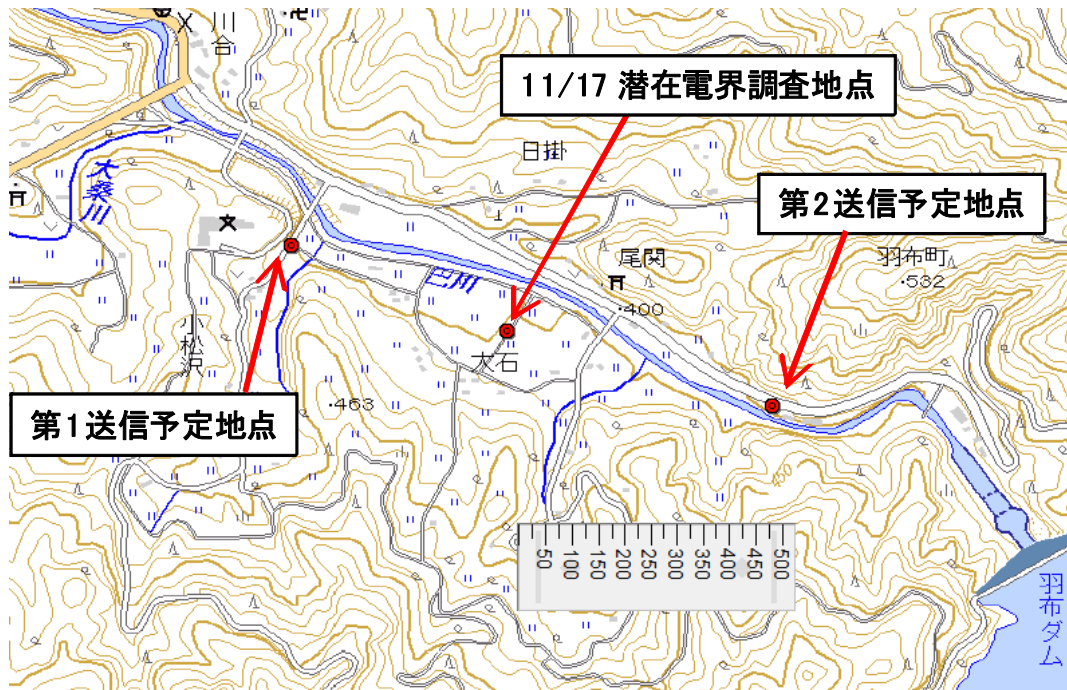
【調査地点】

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''

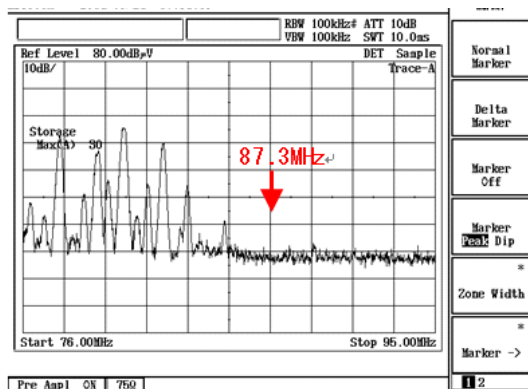
標高：402m



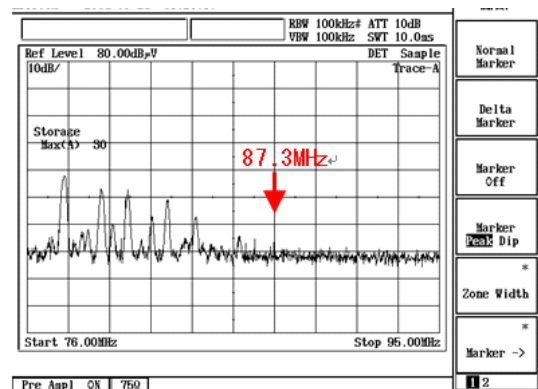
出展：国土地理院の地形図を元に作成。

【76MHz-95MHz 帯域】

<水平偏波成分>

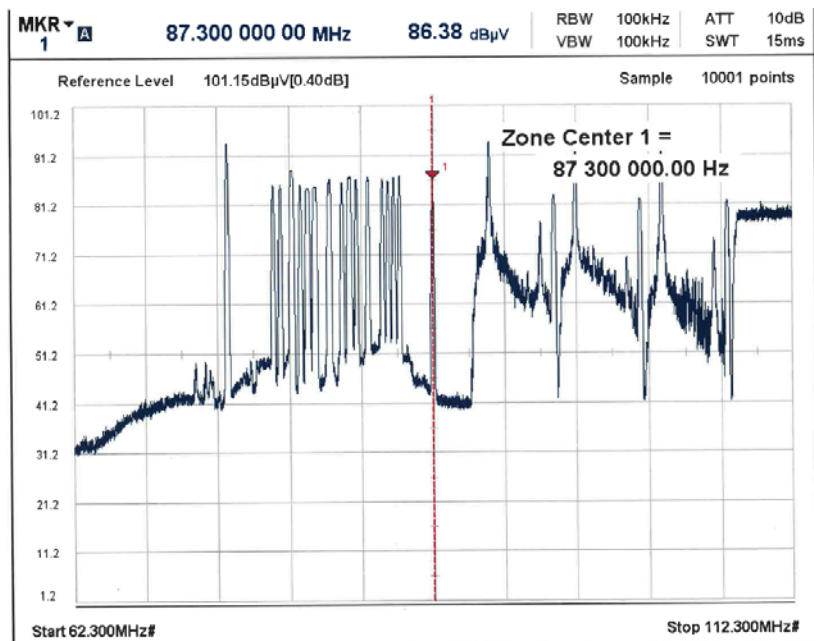


<垂直偏波成分>



6.5 センター設備から送出される FM 放送信号の品質

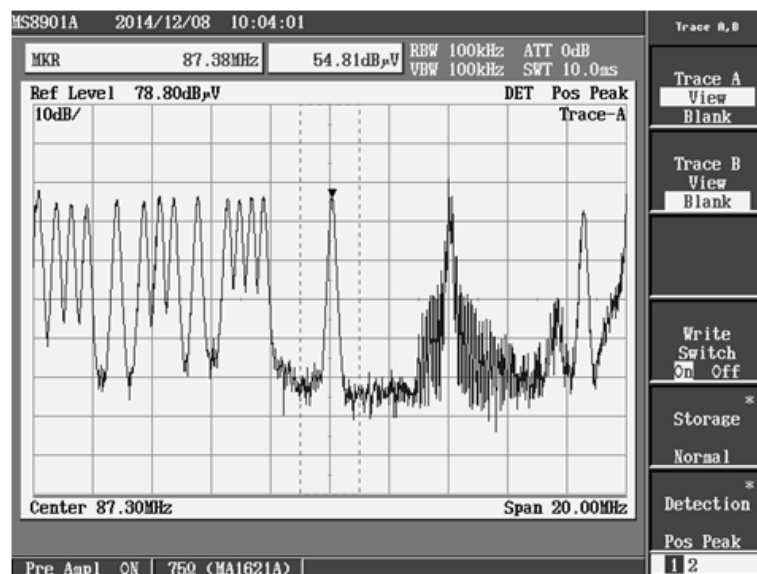
実際のケーブルテレビ伝送の品質を想定し、CN 比 47dB に調整されている。



6.6 送信点から発射される信号品質

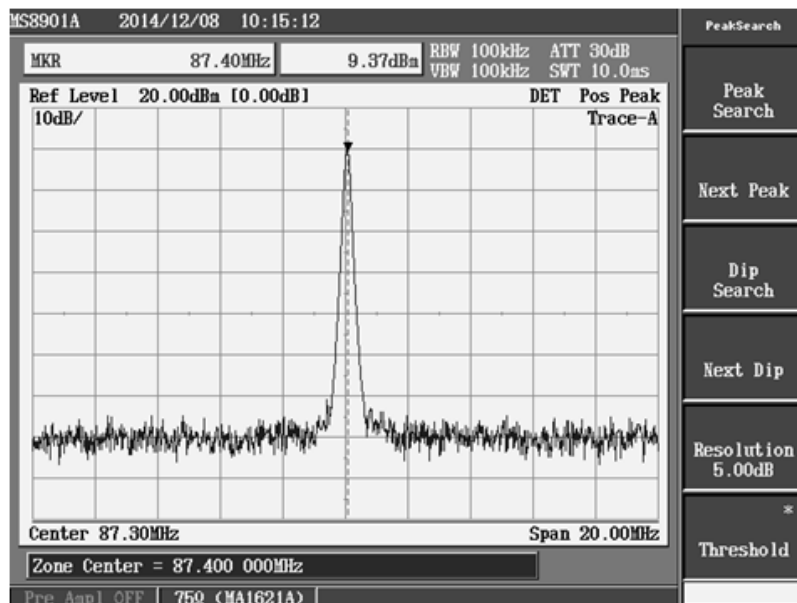
6.6.1 無線局への入力波形

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

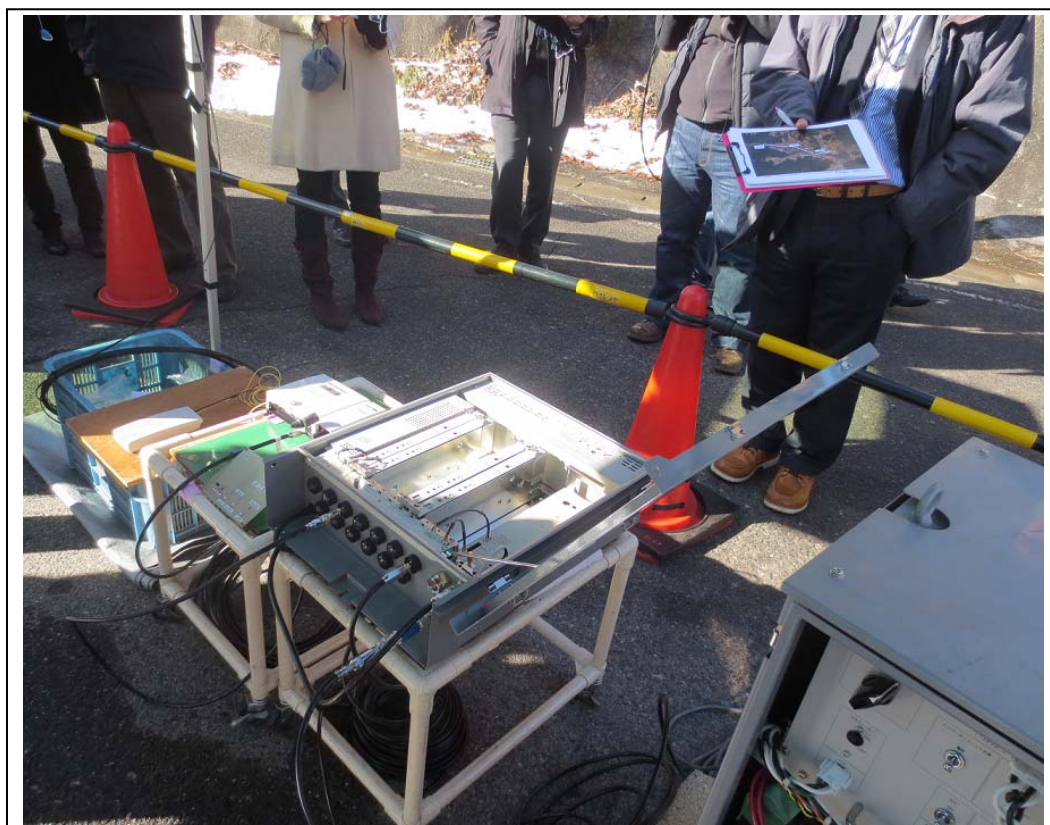
コーン（3箇所）を立てた位置で音質評価を行った。



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。

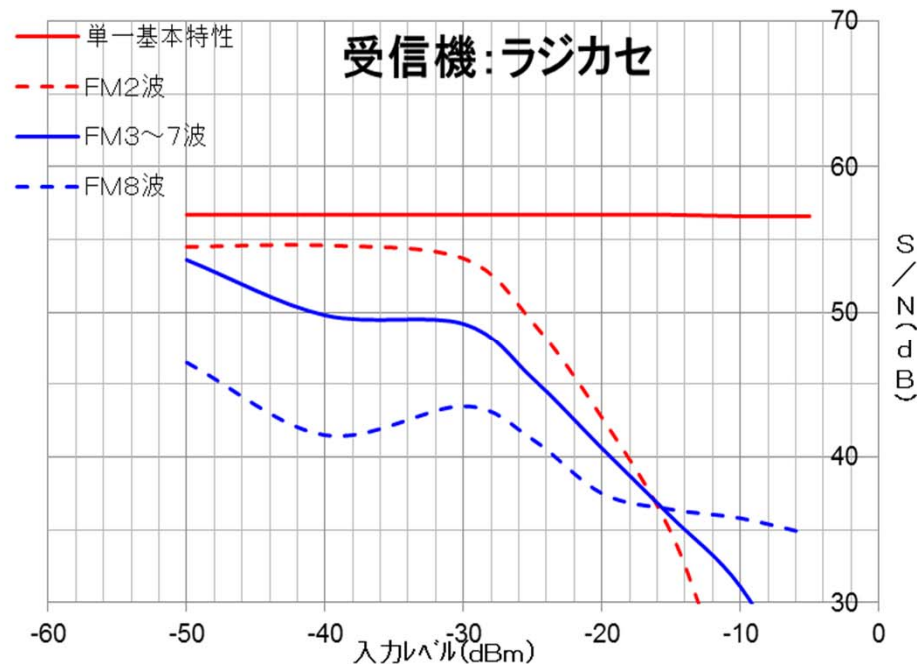
受信機の種類	強電界の性能	受信形態	受信高	アンテナ	アンテナ利得	備 考
カーステレオ	強い	移動	地上高2m	車載アンテナ(屋外)	0~-8dB程度	
ステレオセット	強い	固定	地上高4m	外部アンテナ(屋内外)	10~-5dB程度	
ラジカセ	弱い	固定	地上高4m	ロッドアンテナ(屋内)	0~-15dB程度	特に注意が必要
携帯ラジオ	弱い	移動	地上高2m	イヤホンアンテナ(屋内外)	-5~-20dB程度	

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。

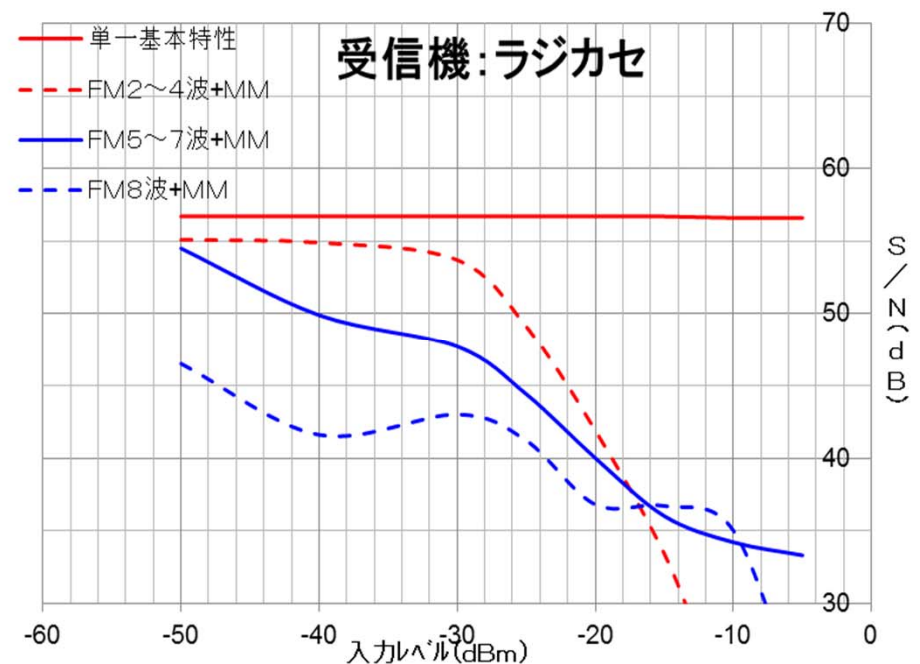
受信機評価試験

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

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, (108.025 - 111.975 MHz)	15	15			
	Para 3.6.8.2.2.8.2 (112.000 - 117.975 MHz)	15	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

$$E = 76.9 + P - 20 \log d + H + V \quad (\text{ITU-R SM. 1009-1 3.3.7})$$

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 受信機への入力電力算出式

$$N = E - 118 - L_s - L(f) - L_a \quad (\text{ITU-R SM. 1009-1 3.4})$$

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.

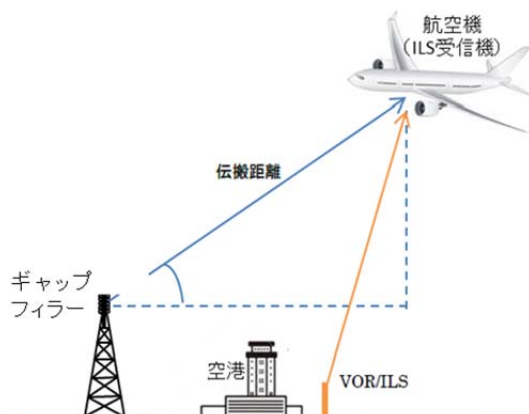


図 1 GF と航空無線システムとの位置関係

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「 $-7.3\text{dB} \leq 0$ 」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。

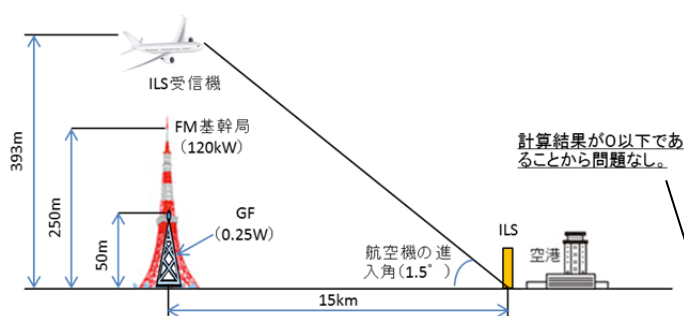


図2 2波3次 ($2f_1 - f_2$) のモデルケース

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「 $-5.2\text{dB} \leq 0$ 」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。

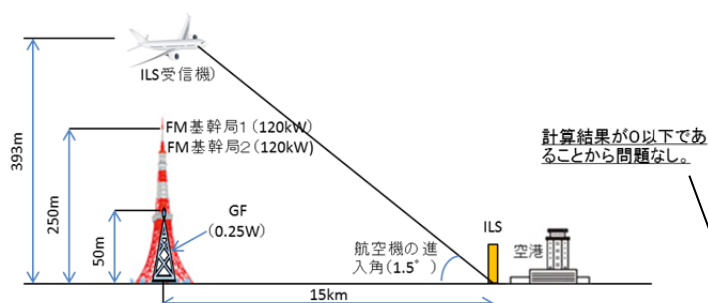


図3 3波3次 ($2f_1 - f_2$) のモデルケース

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



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

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

	<i>Page</i>
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:

$$f_{intermod} = 2f_1 - f_2 \quad \text{two-signal case or}$$

$$f_{intermod} = f_1 + f_2 - f_3 \quad \text{three-signal case}$$

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

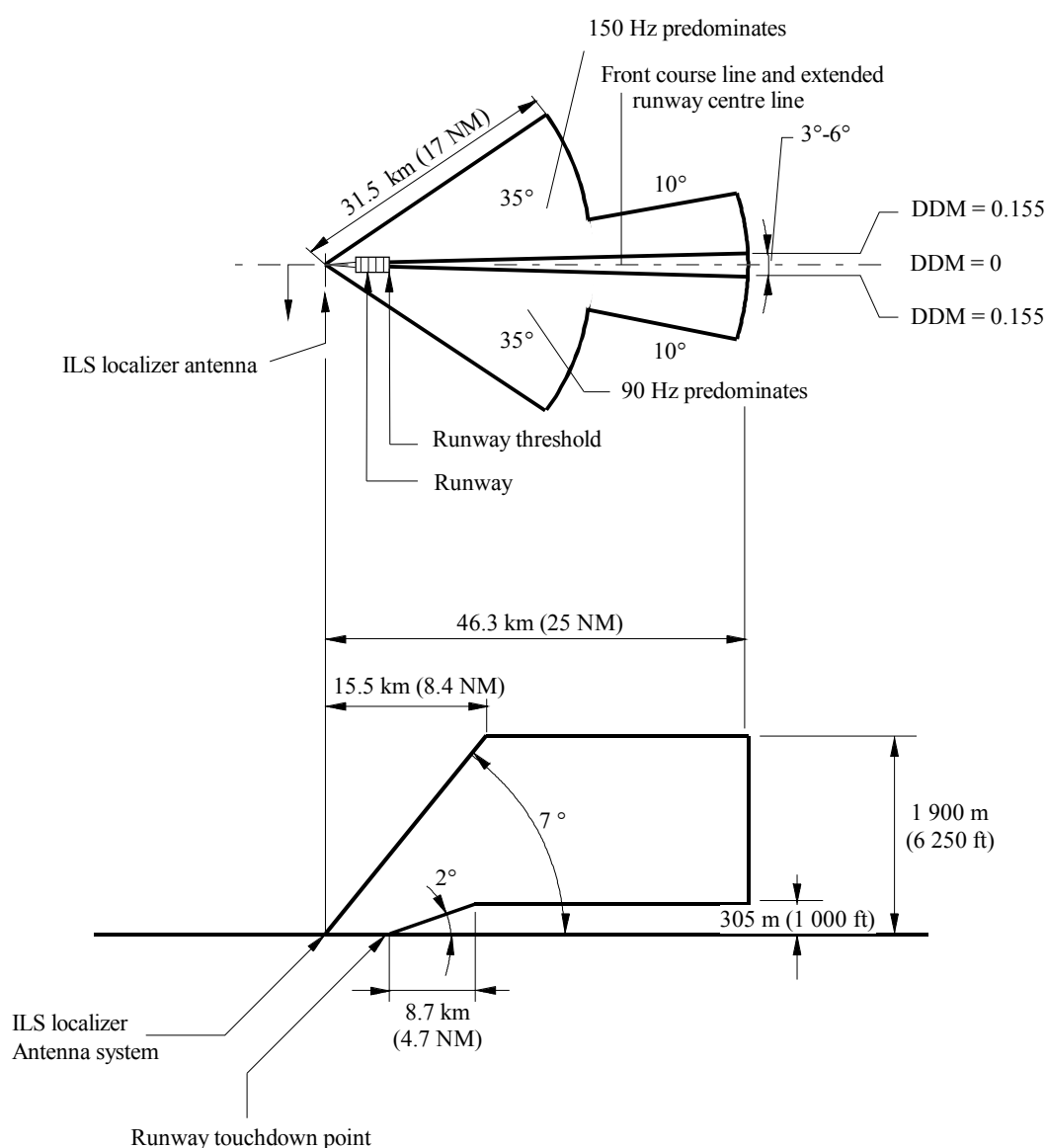
3.2.1 ILS localizer

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(μ V/m) (40 μ V/m). If service is provided in the ILS localizer back course coverage, the field strength to be protected is also 32 dB(μ V/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(μ V/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(μ V/m) (90 μ V/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).

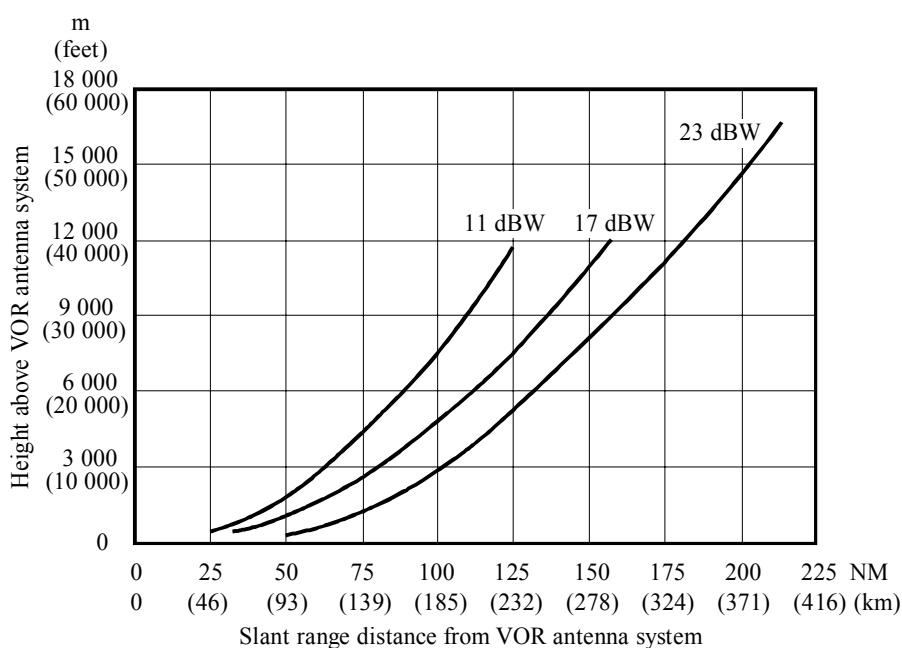
3.2.3.2 Field strength

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(μ V/m) (75 μ V/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(μ V/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	$46 + \text{maximum e.r.p. (dBW)}$

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(μ V/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(μ V/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:

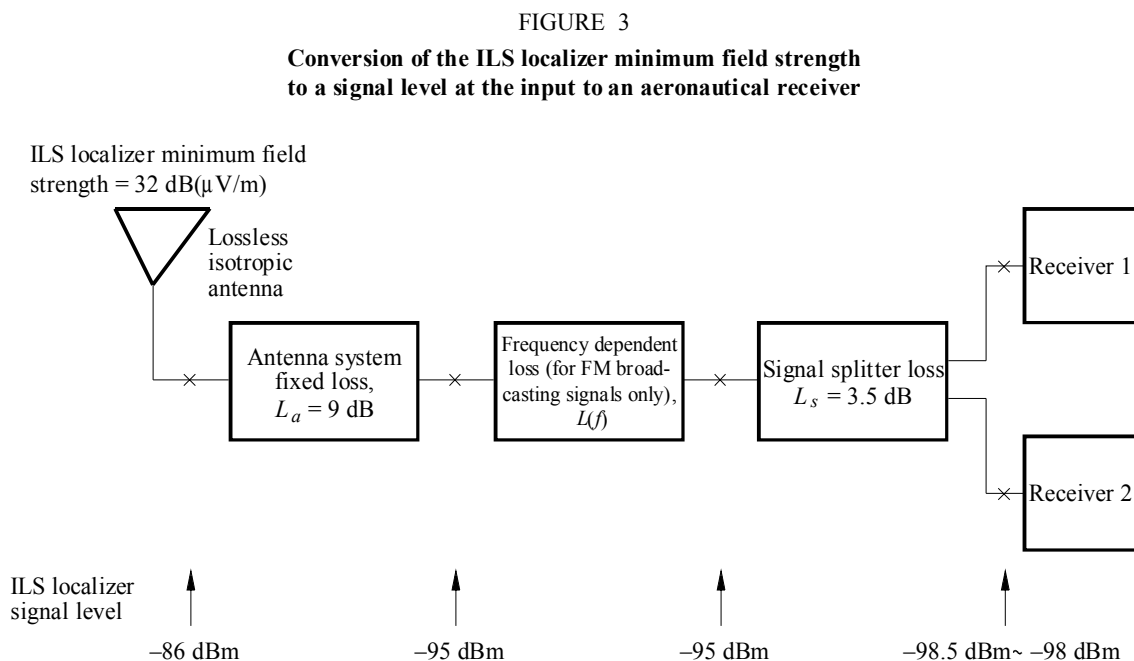
$$N_a = E_a - 118 - L_s - L_a \quad (3)$$

where:

N_a : signal level (dBm) at the input to the aeronautical receiver

E_a : field strength (dB(μ V/m)) of the aeronautical or Type A1 signal.

Figure 3 illustrates how the ILS localizer minimum field strength of 32 dB(μ V/m) is converted to -98 dBm at the receiver input of a typical aircraft receiver installation using formula (3).



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 μ A (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 μ A (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:

$$L_c = N_A - N_{ref} \quad (6)$$

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)

$$\text{Trigger value (dBm)} = \frac{L_c - K}{3} + 28 \log \{\max(1.0; f_A - f)\} \quad \text{dBm} \quad (7)$$

$$\text{Cut-off value (dBm)} = -66 + 20 \log \frac{\max(0.4; 108.1 - f)}{0.4} \quad \text{dBm} \quad (8)$$

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:

$$N_{max} = -20 + 20 \log \frac{\max(0.4; f_A - f)}{0.4} \quad (9)$$

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*

$$2 \left\{ N_1 - 20 \log \frac{\max(0.4; 108.1 - f_1)}{0.4} \right\} + N_2 - 20 \log \frac{\max(0.4; 108.1 - f_2)}{0.4} + K - L_c + S > 0 \quad (10)$$

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*

$$N_1 - 20 \log \frac{\max(0.4; 108.1 - f_1)}{0.4} + N_2 - 20 \log \frac{\max(0.4; 108.1 - f_2)}{0.4} + N_3 - 20 \log \frac{\max(0.4; 108.1 - f_3)}{0.4} + K + 6 - L_c + S > 0 \quad (11)$$

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)

$$\text{Trigger value (dBm)} = \frac{L_c - K - S}{3} + 20 \log \frac{\max(0.4; 108.1 - f)}{0.4} \quad \text{dBm} \quad (12)$$

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:

$$N_{max} = \min \left(15; -10 + 20 \log \frac{\max(0.4; 108.1 - f)}{0.4} + L_c - S \right) \quad (13)$$

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 $\pm 10^\circ$ 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 $\pm 35^\circ$ 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 $\pm 10^\circ$ 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 $40 \mu\text{V/m}$ (-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 $90 \mu\text{V/m}$ (-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 $100 \mu\text{V/m}$ (-106 dBW/m^2) at a distance of 18.5 km (10 NM) increasing to not less than $200 \mu\text{V/m}$ (-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 $100 \mu\text{V/m}$ (-106 dBW/m^2) at a distance of 18.5 km (10 NM), increasing to not less than $200 \mu\text{V/m}$ (-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 $100 \mu\text{V/m}$ (-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 $\pm 2^\circ$.

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 $\mu\text{V/m}$ or -107 dBW/m^2 .*”

ANNEX 2

General assessment method

CONTENTS

	<i>Page</i>
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. <i>An explanation of the GAM</i>	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

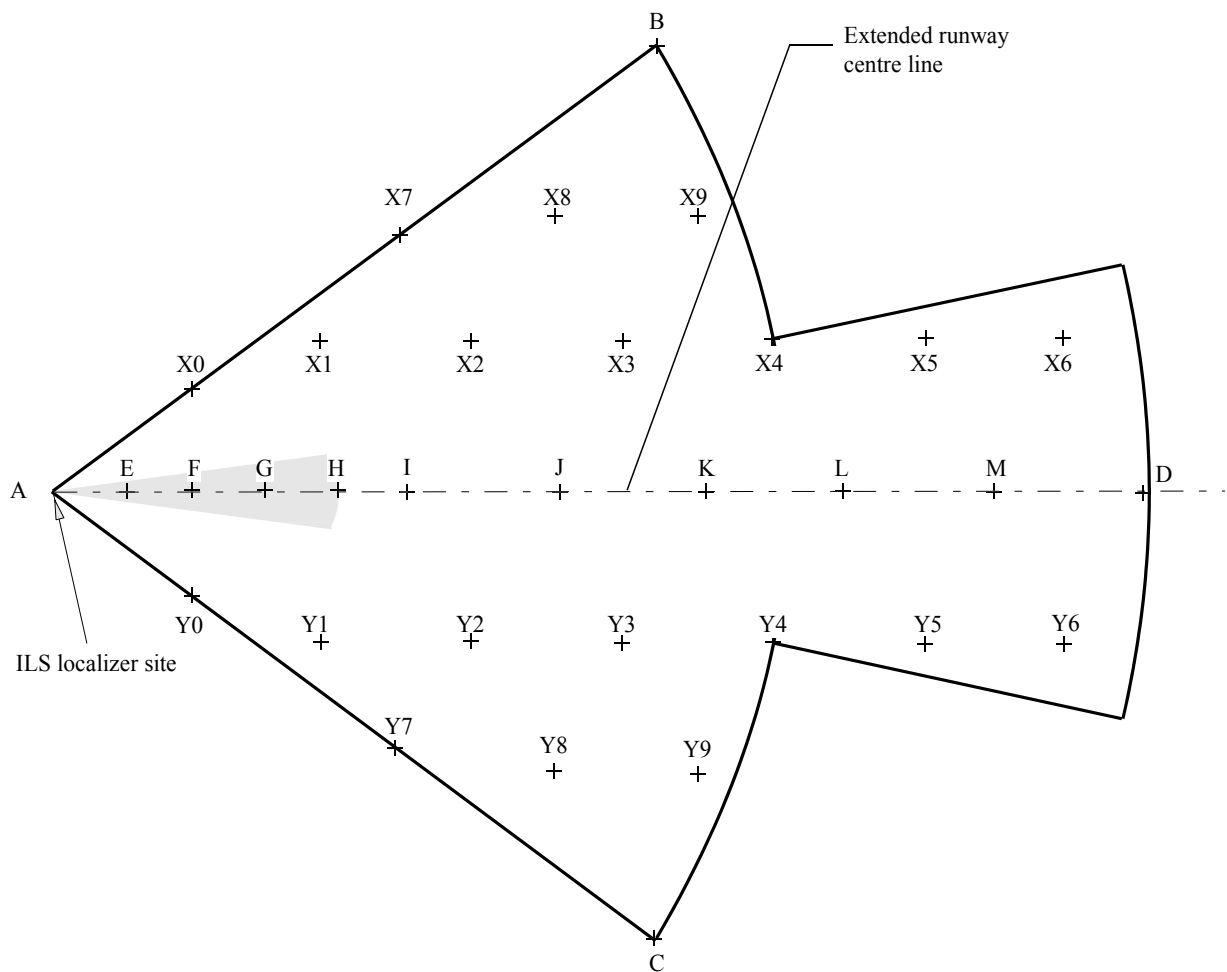
If the broadcasting station is within the shaded zone in Fig. 4:

- 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 $\pm 7.5^\circ$ 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

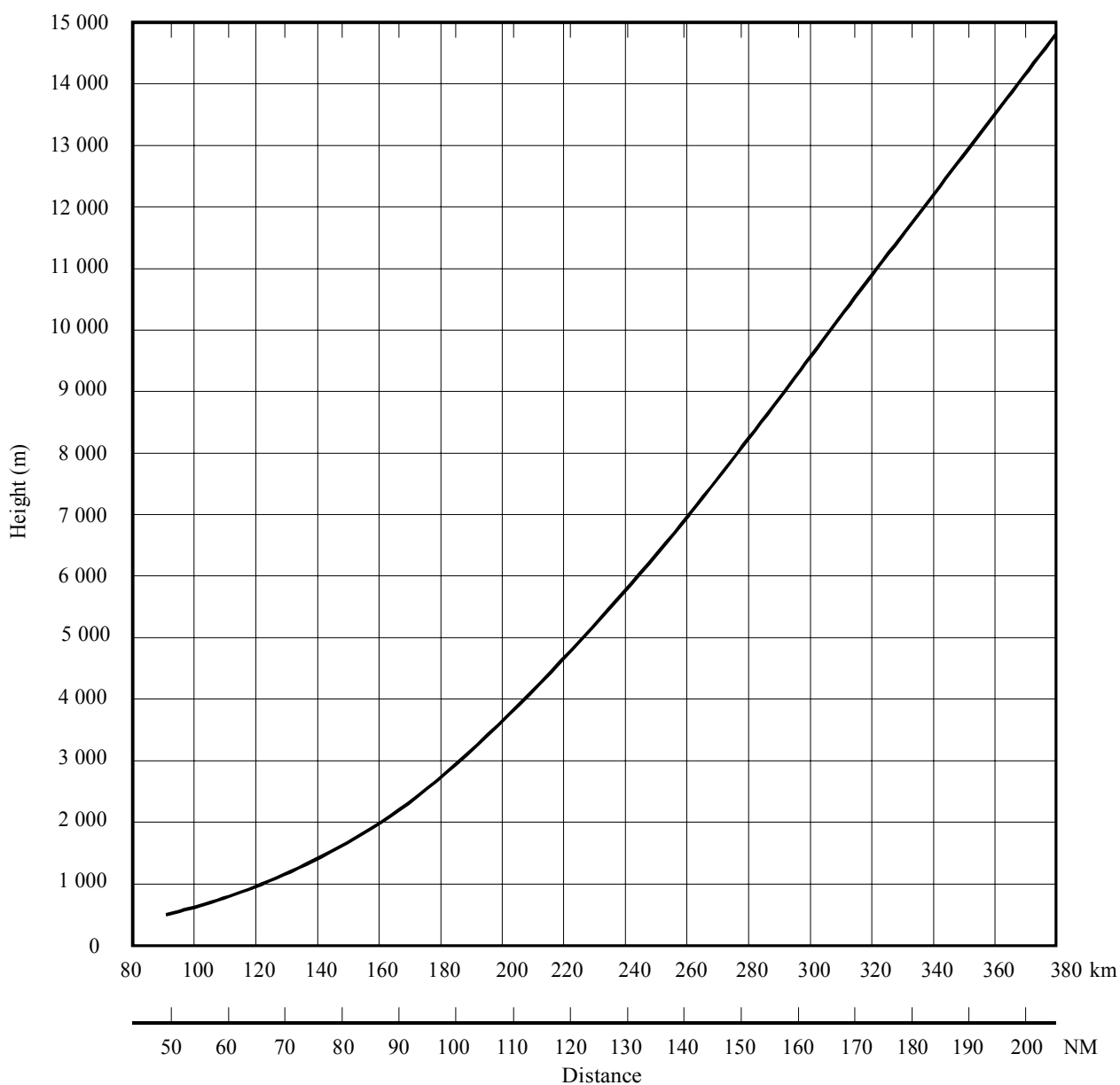
2.2 VOR test points

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 $\pm 10^\circ$ 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:

$$E_{ILS} = 39 - \frac{d}{4.5} \quad \text{dB}(\mu\text{V/m}) \quad (14)$$

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 $\pm 10^\circ$ from the front course line, the ILS field strength, E_{ILS} , is given by:

$$E_{ILS} = 39 - \frac{d - 18.5}{4} \quad \text{dB}(\mu\text{V/m}) \quad (15)$$

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:

$$E_{VOR} = E_{MIN} + \max(20 \log(\theta D_{MX} / D_{TP}); 0) \quad (16)$$

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:

$$\theta = \tan^{-1} \left(\left[H_{TP} - H_{VOR} - (D_{TP} / 4.1)^2 \right] / \left[1000 D_{TP} \right] \right) \quad (17)$$

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:

$$IM = \max((E_i - S_i); \dots; (E_N - S_N)) + PR - E_w \quad (18)$$

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)

E_w : 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(μ V/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
$37 \leq \text{e.r.p.} < 44$	4
$30 \leq \text{e.r.p.} < 37$	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).

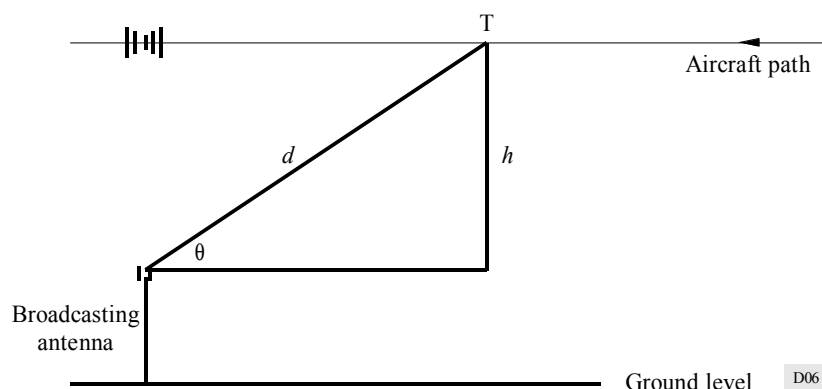
At any point T, the field strength E (dB(μV/m)) (Note 1) is given by (see § 3.3.7 of Annex 1):

$$E = 76.9 + P - 20 \log d + V \quad (21)$$

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:

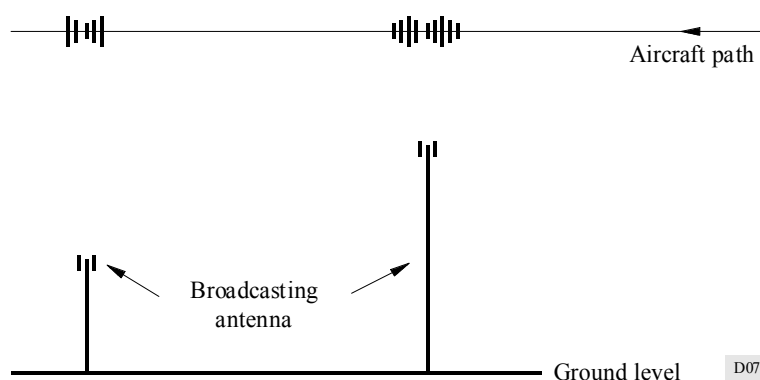
$$E = 76.9 + P - 20 \log d + \text{constant} \quad (24)$$

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:

$$\Delta = \frac{2h_1[h_2 - h_p - (D/4.1)^2]}{1000D} \quad \text{m} \quad (25)$$

where:

D : horizontal distance (km) from the ILS localizer site to the test point

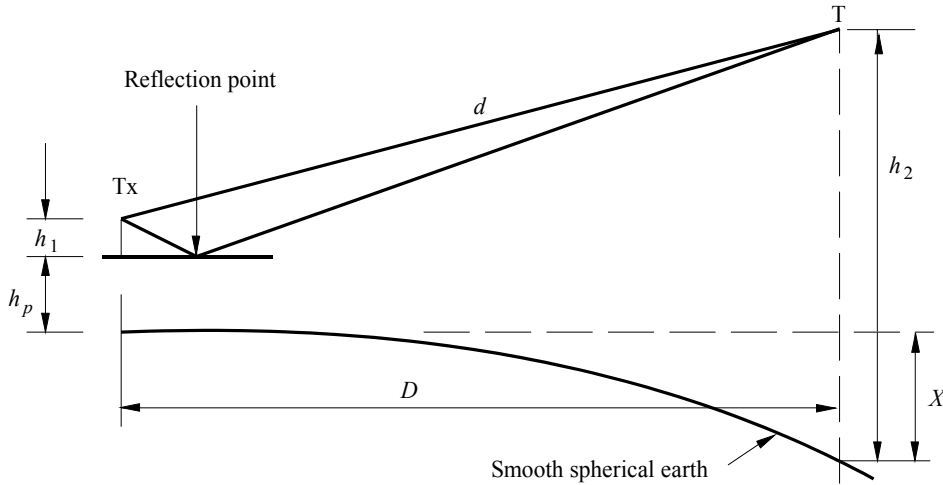
h_1 : ILS transmitting antenna height (m) above the reflecting plane

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:

$$C = 10 \log (2 - 2 \cos (2\pi \Delta / \lambda)) \quad (26)$$

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(μ V/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(μ V/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

	<i>Page</i>
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:

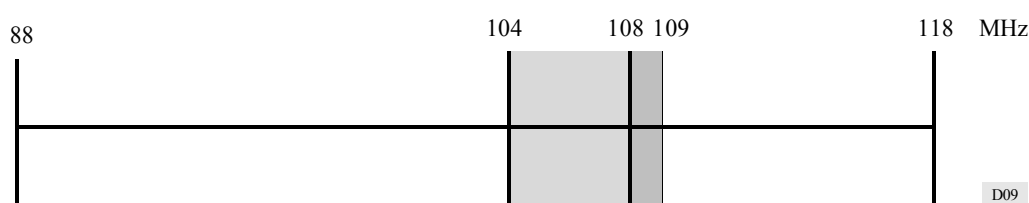
- aircraft are not able to fly because of natural or man-made obstructions;
- aircraft are not permitted to fly because of specific flight restrictions;
- pilots are advised not to use the aeronautical navigation facility because it is known to give unreliable results in a particular area.

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 i th 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 $\pm 150 \mu\text{A}$ 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】

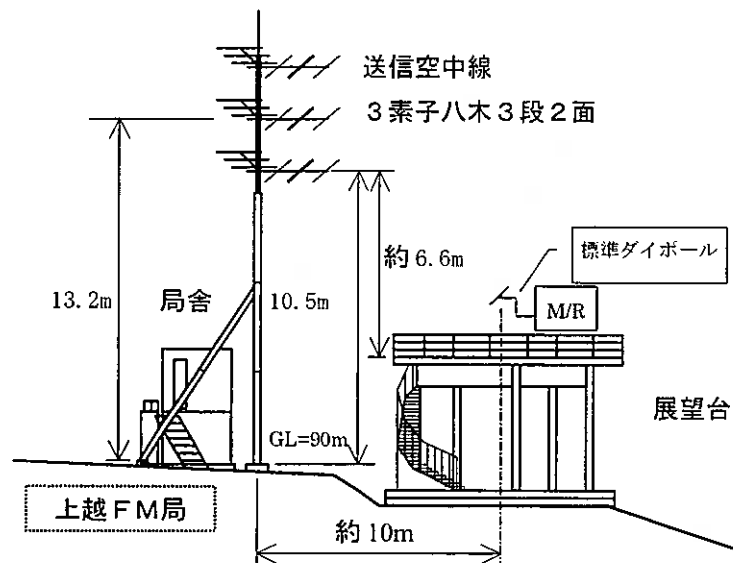
1 送信点

(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



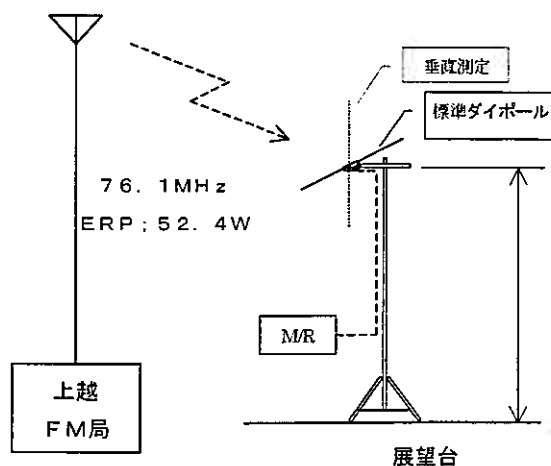
<図1>

○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。

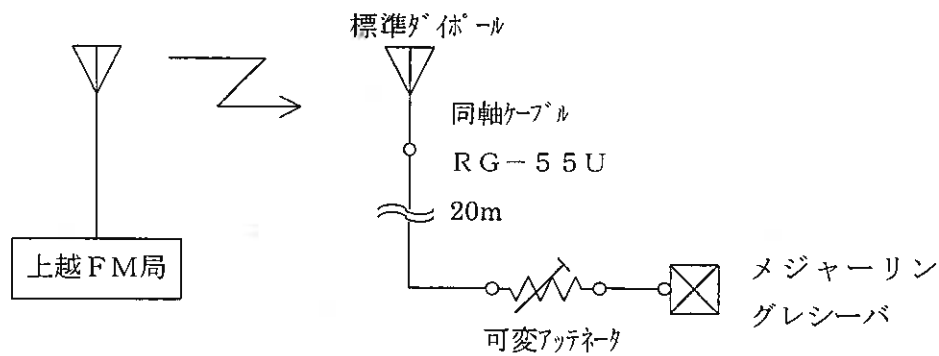
測定周波数は「上越FM」の送信周波数76.1MHzを測定した。

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



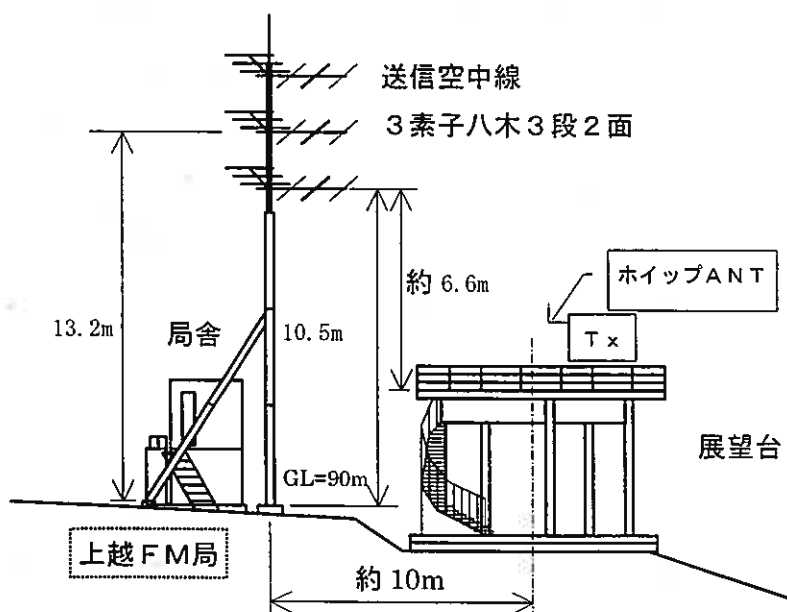
<図3>

(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

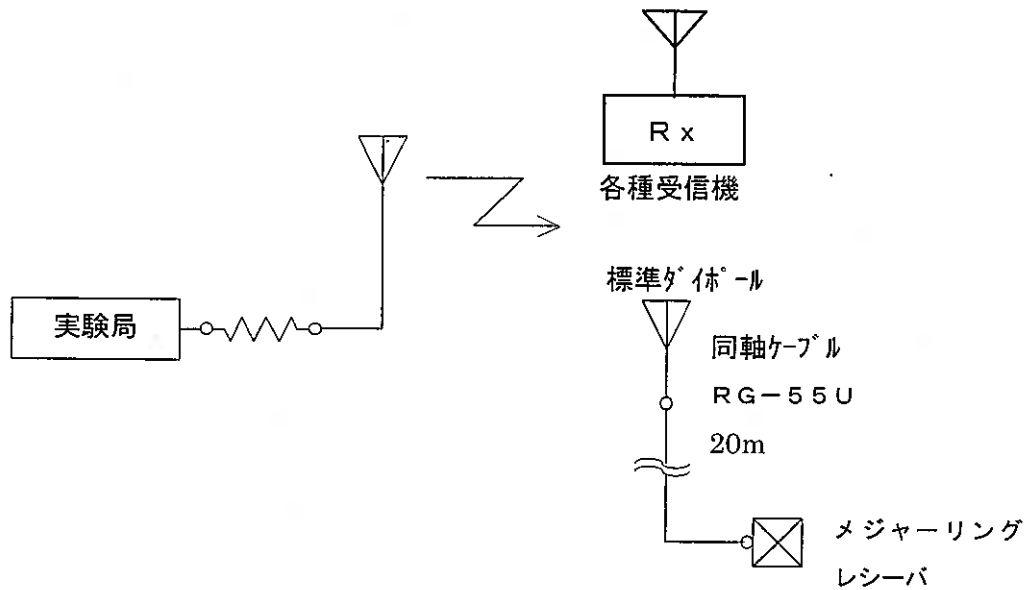
- ・識別信号；でんかんしんえつあしすとじっけん1
- ・送信周波数；75.8MHz
- ・空中線電力；0.01W
- ・占有周波数帯域幅；180kHz
- ・送信空中線；ヘリカルホイップアンテナ



<図4>

○測定概要図

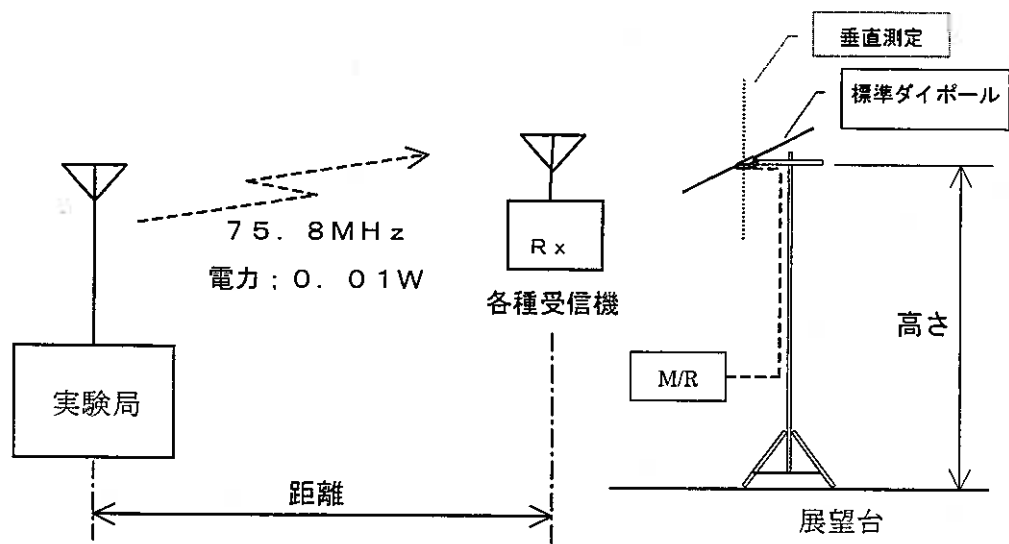
測定は、メジャーリングレシーバを使用し、展望台からの高さを変えて、測定を行った。
測定周波数は「上越FM」の送信周波数76.1MHzを測定した。
音声アシストシステムは、垂直偏波での使用が想定される為、水平及び垂直にて測定した。



<図5>

○測定系統図

受信機は受信帯域幅を $\pm 115\text{ kHz}$ から $\pm 90\text{ kHz}$ 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ずつ変えて、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

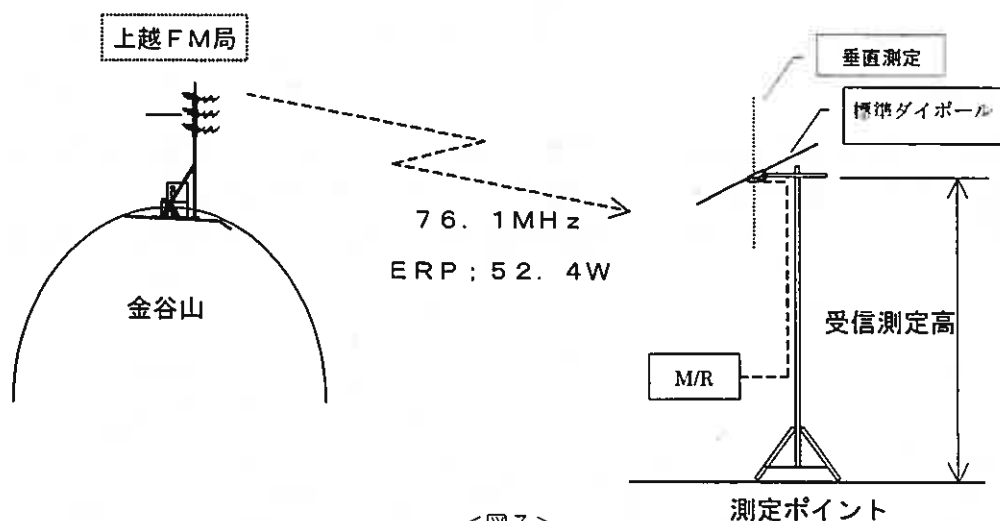
(1)「上越FM」電界強度測定

「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

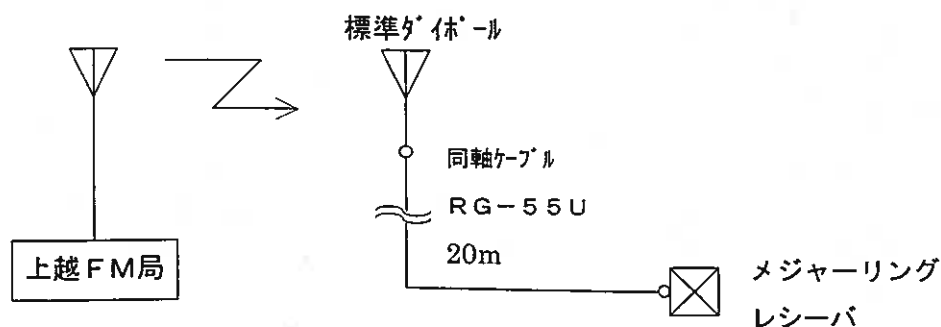
測定は、メジャーリングレシーバを使用し、地上からの高さを変えて、測定を行った。

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



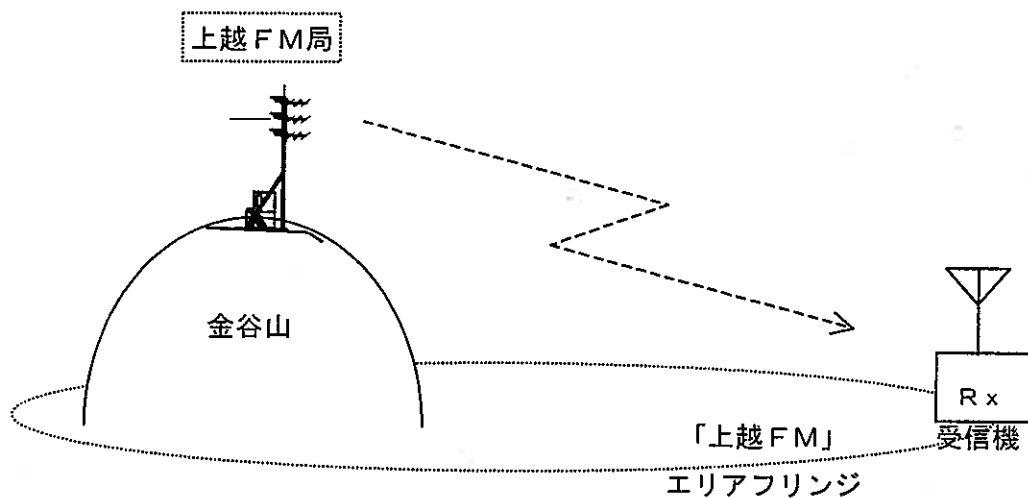
<図 8>

(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



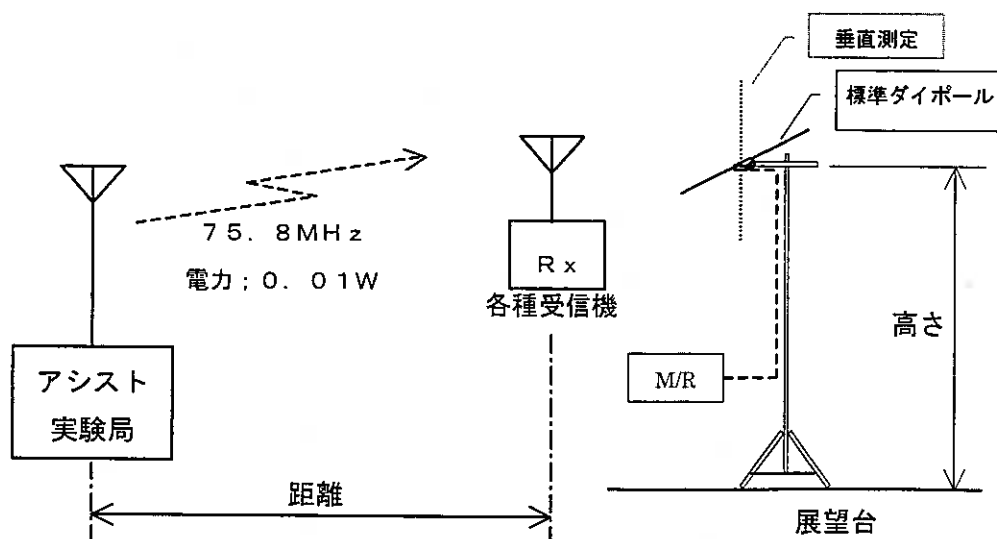
<図9>

○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。

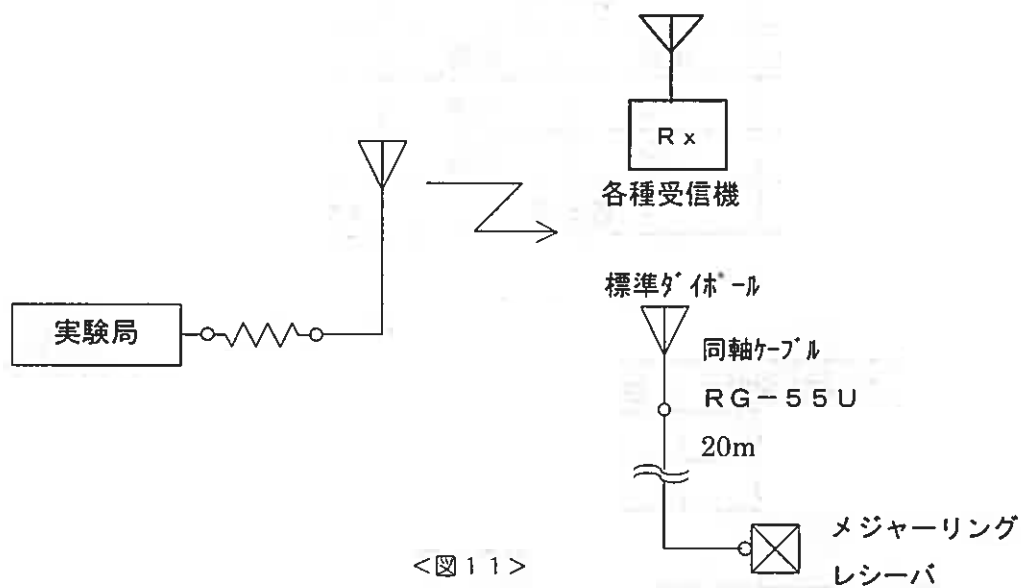
音声アシストシステムは、垂直偏波での使用が想定される為、水平及び垂直にて測定した。



<図10>

○測定系統図

受信機は、受信帯域幅を $\pm 115\text{ kHz}$ から $\pm 90\text{ kHz}$ 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。



(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)	$\text{dB}\mu\text{V}/\text{m}$	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	付属ワイプ	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	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(別評価/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		垂直	計算値
距離(m)	f=75.8MHz	f=76.1MHz	f=75.8MHz	f=76.1MHz	f=75.8MHz	f=76.1MHz		
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。			帯域の広いラジオでは、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シフト用、携帯型)		受信帯域幅230kHz (7シフト用、携帯型)		受信帯域幅230kHz (ラジオタイプ)		単位: $\text{dB}\mu\text{V}/\text{m}$	

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)	dB μ V/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	付属ケーブル	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(リッパ評価/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	5/2	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。			帯域の広いラジオでは、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 (7シフト用、携帯型)		受信帯域幅230kHz (7シフト用、携帯型)		受信帯域幅230kHz (ラジオタイプ)		単位: $\text{dB}\mu\text{V}/\text{m}$	

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)	$\text{dB}\mu\text{V}/\text{m}$	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	付属林タイプ	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(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		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	1/4	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 (7シフト用、携帯型)		受信帯域幅230kHz (7シフト用、携帯型)		受信帯域幅230kHz (7シフト用、携帯型)		単位; $\text{dB}\mu\text{V}/\text{m}$	

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)	dB μ V/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	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(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0dBとした。実際は-10dB。	
備考	受信帯域幅180kHz (7シフト用、携帯型)		受信帯域幅230kHz (7シフト用、携帯型)		受信帯域幅230kHz (ラジオタイプ)		単位: dB μ V/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)	$\text{dB}\mu\text{V}/\text{m}$	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	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(別評価/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		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	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0dB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 (ラジオタイプ)		単位: $\text{dB}\mu\text{V}/\text{m}$	

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)	dB μ V/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	付属ケーブル	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(別評価/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		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	5/2	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。				帯域の広いラジオでは、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0dBとした。実際は-10dB。	
備考	受信帯域幅180kHz (7シフト用、携帯型)		受信帯域幅230kHz (7シフト用、携帯型)		受信帯域幅230kHz (ラジオカセット)		単位: dB μ V/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)	dB μ V/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	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(測り評価/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	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		帯域の広いラジオでは、アシスト受信に、妨害を感じた。		計算値は空中線利得0dBとした。実際は-10dB程度見込まれる。	
備考	受信帯域幅180kHz (7シフト用、携帯型)		受信帯域幅230kHz (7シフト用、携帯型)		受信帯域幅230kHz (ラジオタイマ)		単位: dB μ V/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ポイント 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)	$\text{dB}\mu\text{V}/\text{m}$	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	TNO*
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(別評価/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。				帯域の広いラジオでは、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 (7シフト用、携帯型)		受信帯域幅230kHz (7シフト用、携帯型)		受信帯域幅230kHz (ラジオカセット)		単位: $\text{dB}\mu\text{V}/\text{m}$	

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ポイント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)	dB μ V/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	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(リッパ評価/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		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	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 (7シフト用、携帯型)		受信帯域幅230kHz (7シフト用、携帯型)		受信帯域幅230kHz (ラジオセタイフ)		単位: dB μ V/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】

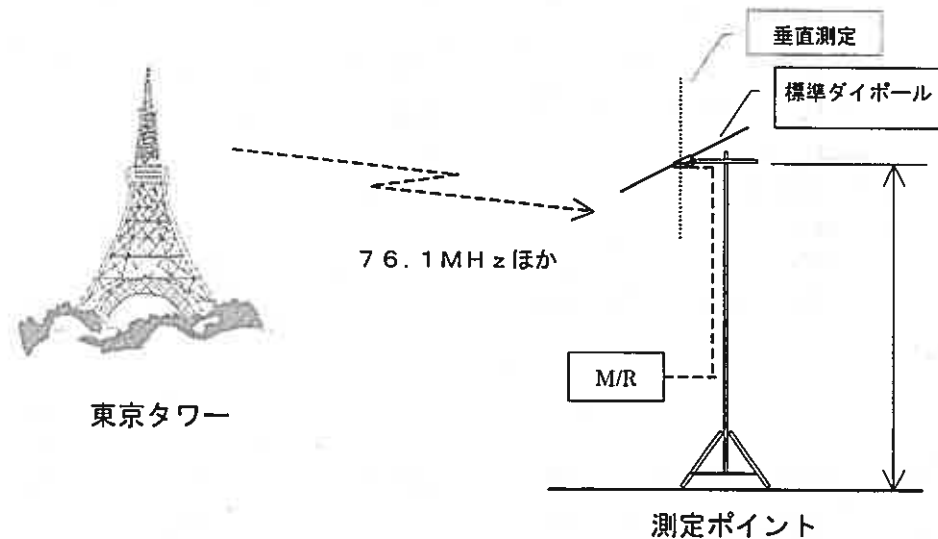
1 「インターウェーブ」等の電界強度測定

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

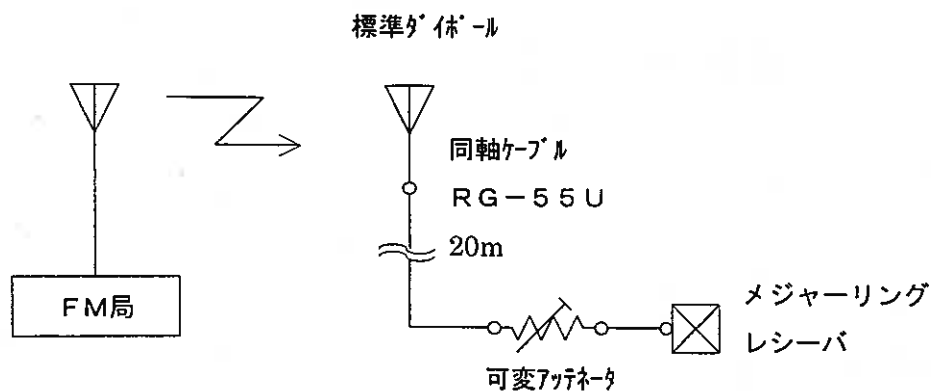
測定は、メジャーリングレシーバを使用し、地上からの高さを変えて、測定を行った。

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

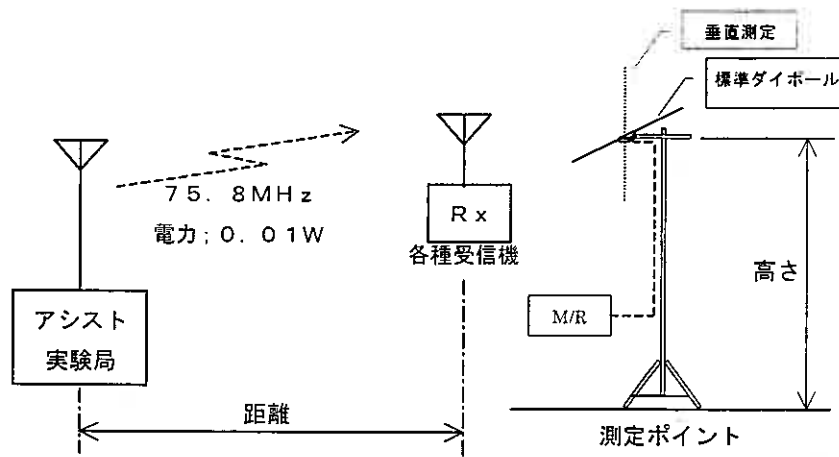
FM放送局、「インターウェーブ」と音声アシストシステム実験局の受信状況を調査した。送信及び受信ポイントは、直下及び周辺3ヶ所で行った。

○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。

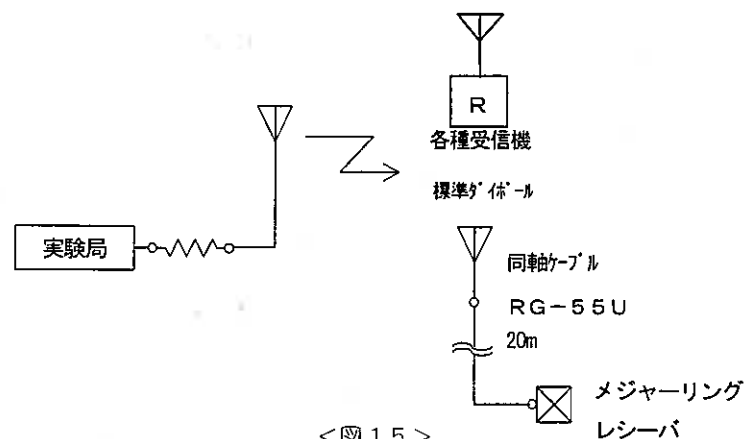
音声アシストシステムは、垂直偏波での使用が想定される為、水平及び垂直にて測定した。



<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	インターウェイブ	放送大学	FM東京	FM・JAPAN	NHK	—	※単位: dB μ V/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	付属ホイップ*	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。				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: dB μ V/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>

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	102	109	106	106	107	64	
備考	インターウェイ	放送大学	FM東京	FM・JAPAN	NHK	—	※単位: dB μ V/ 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	付属ホイップ	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(メイト評価/劣化)				電界強度 75.8MHz	電界強度 75.8MHz
	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: dB μ V/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
4	112	121	119	115	120	72	
備考	インターウェイ	放送大学	FM東京	FM・JAPAN	NHK	—	※単位: dB μ V/
	直接波					スプリアス成分等潜在電界	
							m

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	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(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。	
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: dB μ V/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	インターウェイブ	放送大学	FM東京	FM・JAPAN	NHK	—	※単位: dB μ V/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	付属ホイップ	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(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: dB μ V/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100dB μ V/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100dB μ V/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 $L \text{ (dB)} = 20 \log \left(\frac{4\pi D}{\lambda} \right)$

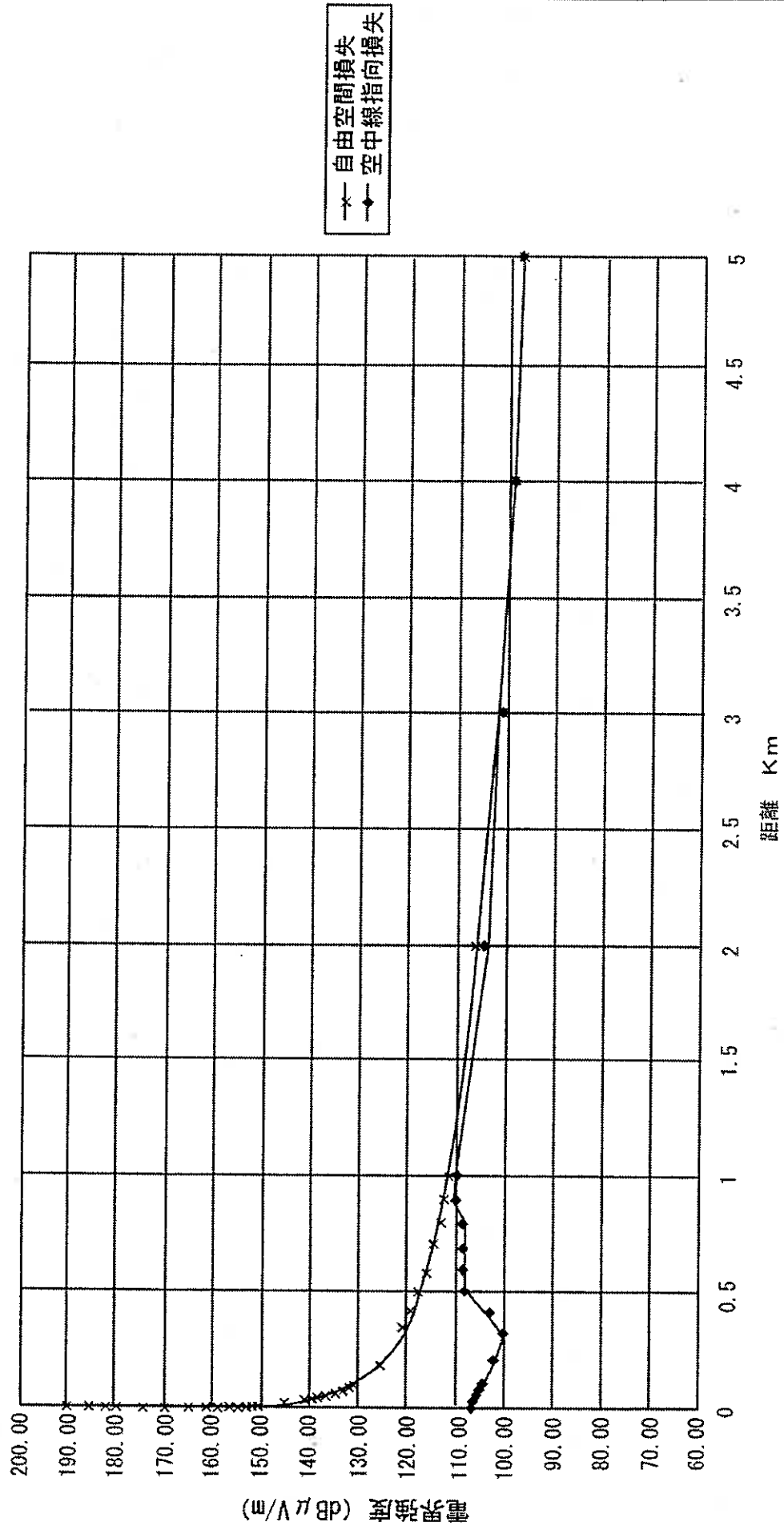
λ = 波長

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

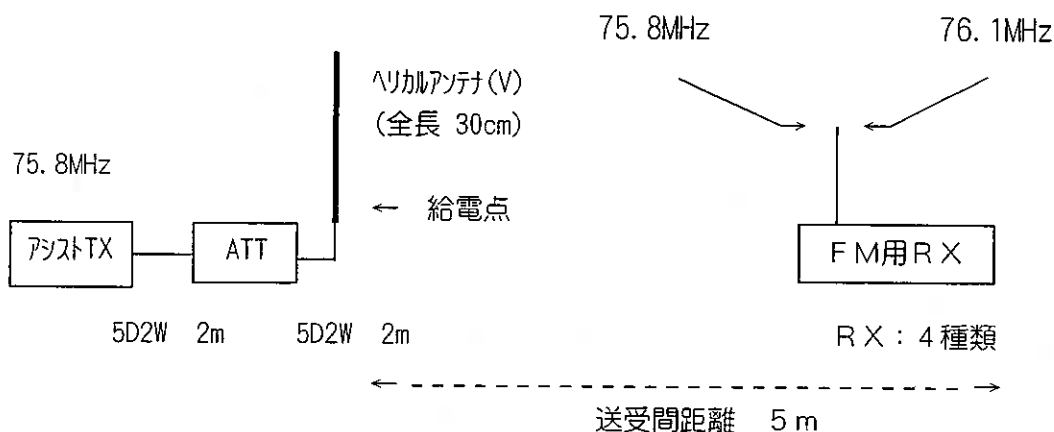
伝搬損失の計算 FMインターウェーブ



F M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 [dB μ V/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		ラジオ	アシスト用 (ワイド)	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 1 m) 時 … 34.0 dB μ V/m
 “ : H (高さ 2 m) 時 … 44.0 dB μ V/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・妨害等とは与えなかった。

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。

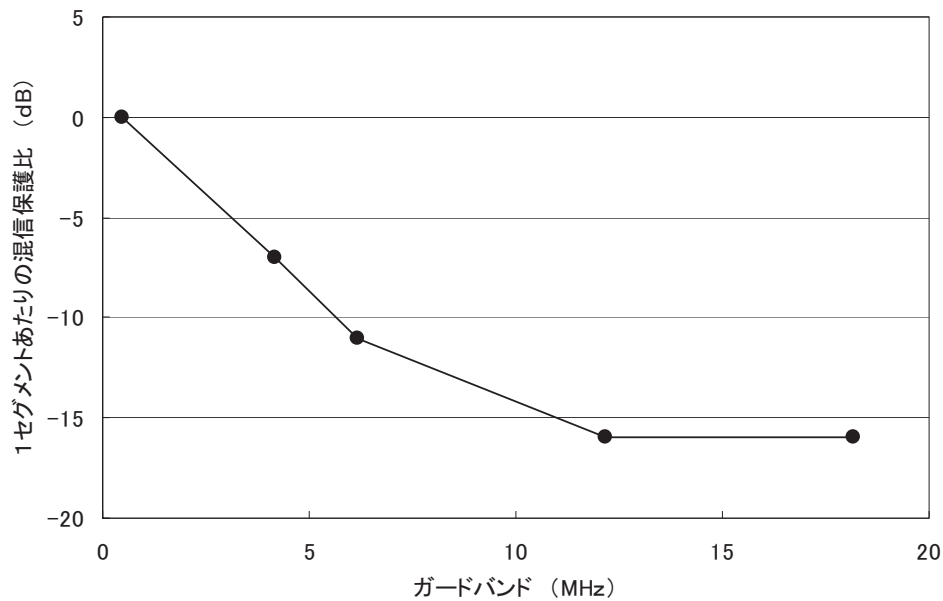


図3.3.8.4-1 携帯端末向けマルチメディア放送（1セグメント）からFM放送への隣接混信保護比

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、次式のようにになる。

$$D/U \text{ (dB)} = (\text{図3.3.8.4-1の混信保護比}) - 10 \times \text{LOG}_{10} (N)$$

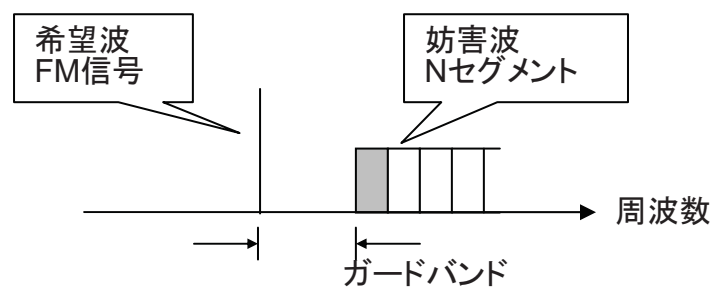


図3.3.8.4-2 希望波と妨害波の配置図

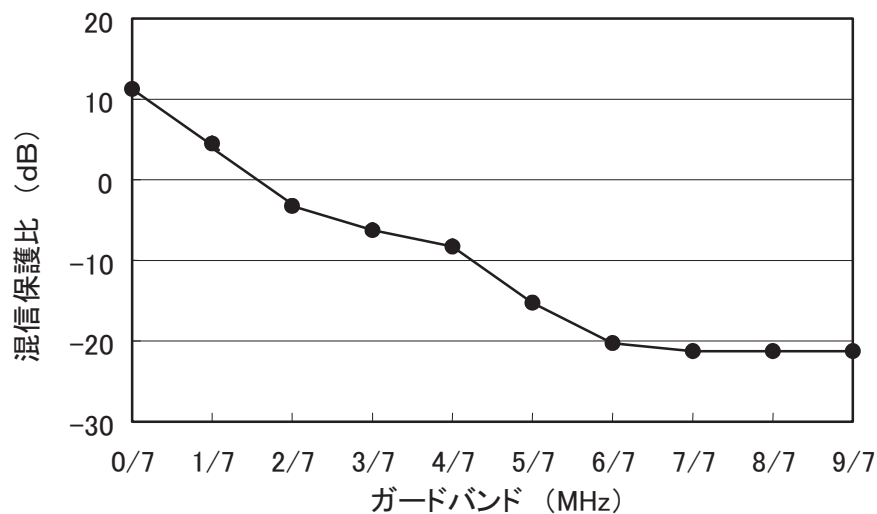


図3.3.8.4-3 FM放送の受信電界強度に対する
携帯端末向けマルチメディア放送からFM放送への隣接混信保護比の補正值

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值

電界強度	42.5 dB μ V/m以下	47.5 dB μ V/m	52.5 dB μ V/m	57.5 dB μ V/m	62.5 dB μ V/m	67.5 dB μ V/m以上
補正值	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52.5dB μ V/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。

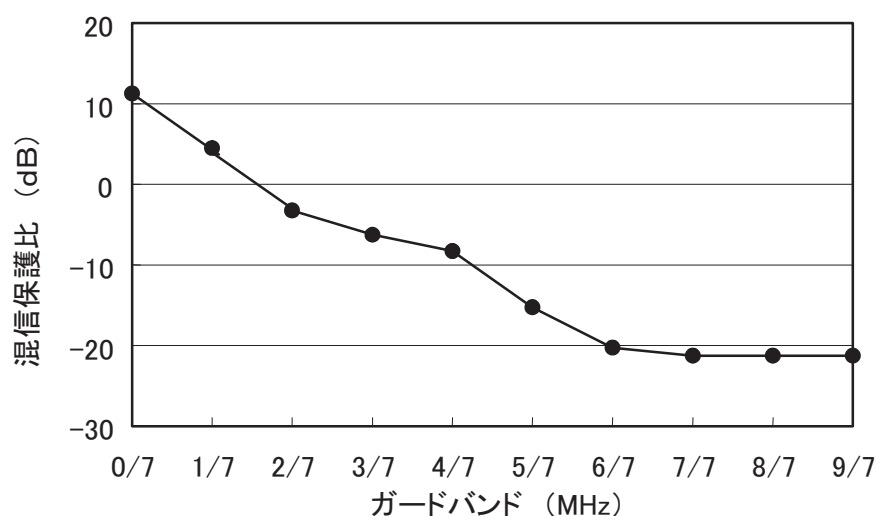


図3. 3. 8. 4-4 携帯端末向けマルチメディア放送信号同士の隣接混信保護比

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。

$$D/U \text{ (dB)} = (\text{図3. 3. 8. 4-4の混信保護比}) + 10 \times \text{LOG}_{10} (M/N)$$

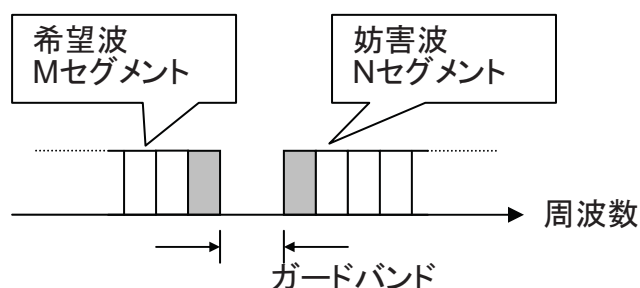


図3. 3. 8. 4-5 希望波と妨害波の配置図

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、 $1.65\sigma = 6.8\text{dB}$ 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D/U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D/U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值を設定した。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の補正值を減じることになる。なお、この補正值についても、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值

電界強度	42.5 dB μ V/m以下	47.5 dB μ V/m	52.5 dB μ V/m	57.5 dB μ V/m	62.5 dB μ V/m	67.5 dB μ V/m以上
補正值	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 75 Ω 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リミテイング感度	20dB μ V以下
7 感度差	3dB以内
8 実効選択度特性	± 200 kHz：- 5dB ± 400 kHz：-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	15dB μ V以下 20dB μ V以下 25dB μ V以下 40dB μ V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	± 400 kHz：52dB以上 ± 800 kHz：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	dB μ V
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	$20 \times \text{LOG}_{10} (\lambda / \pi)$ ($\lambda = 3\text{m}$ 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	$20 \times \text{LOG}_{10} (\text{sqrt}(75/73.1))$	0.2	dB
⑦	終端損		6	dB
⑧	電界強度 (h2=2m)	②-③-④+⑤-⑥+⑦	65.2	dB μ V/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	dB μ V/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

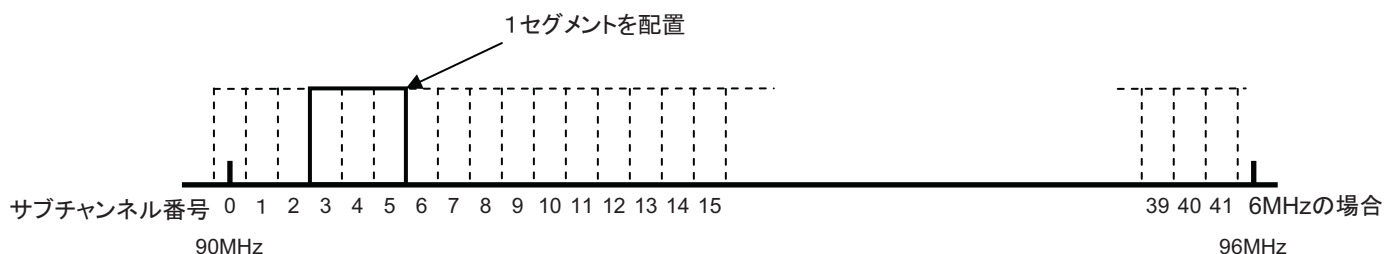


図3.3.8.4.3-1 サブチャンネル番号の定義

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-marginは、それぞれ16.8dB、16.8dB、0dBとなる。

各ケースの-margin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

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し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
$P < 9 \text{ dBW}$ $9 \text{ dBW} \leq P < 29 \text{ dBW}$ $29 \text{ dBW} \leq P < 39 \text{ dBW}$ $39 \text{ dBW} \leq P < 50 \text{ dBW}$ $50 \text{ dBW} \leq P$	-36 dBm 75 dBc -16 dBm 85 dBc -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).	

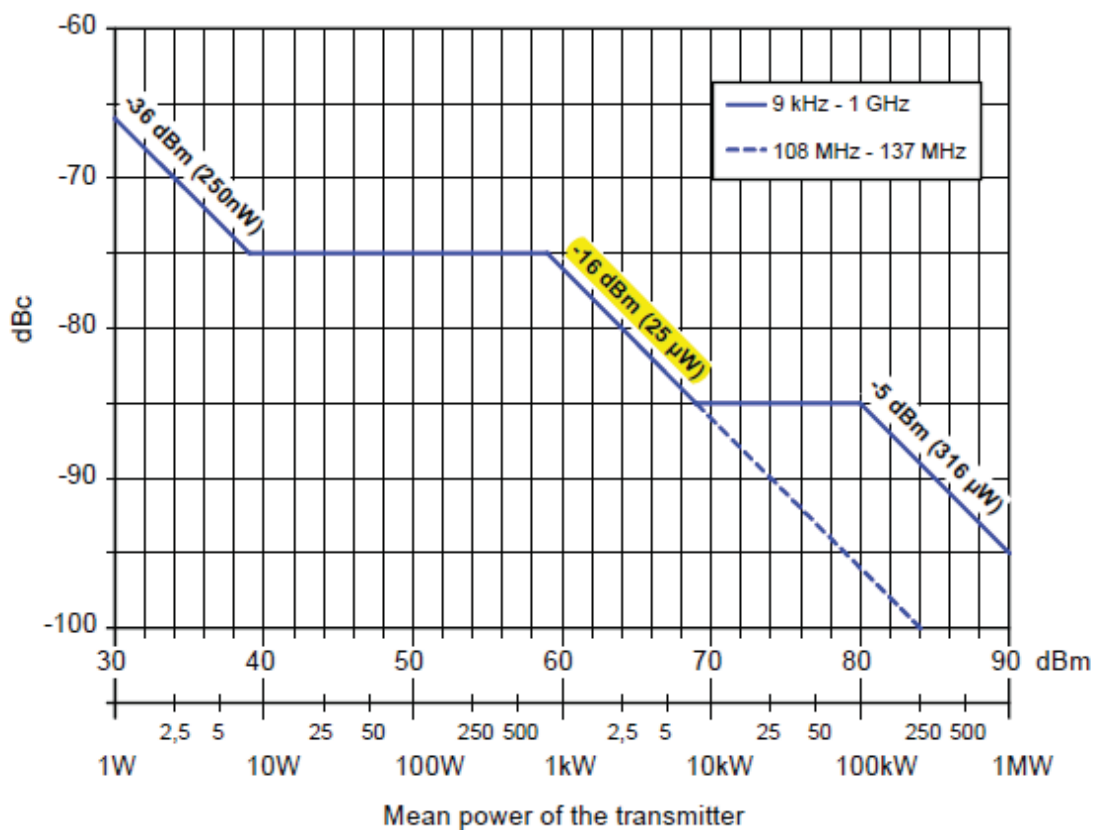


Figure 4.1: Spurious emission limits for FM sound broadcasting transmitters

* 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。

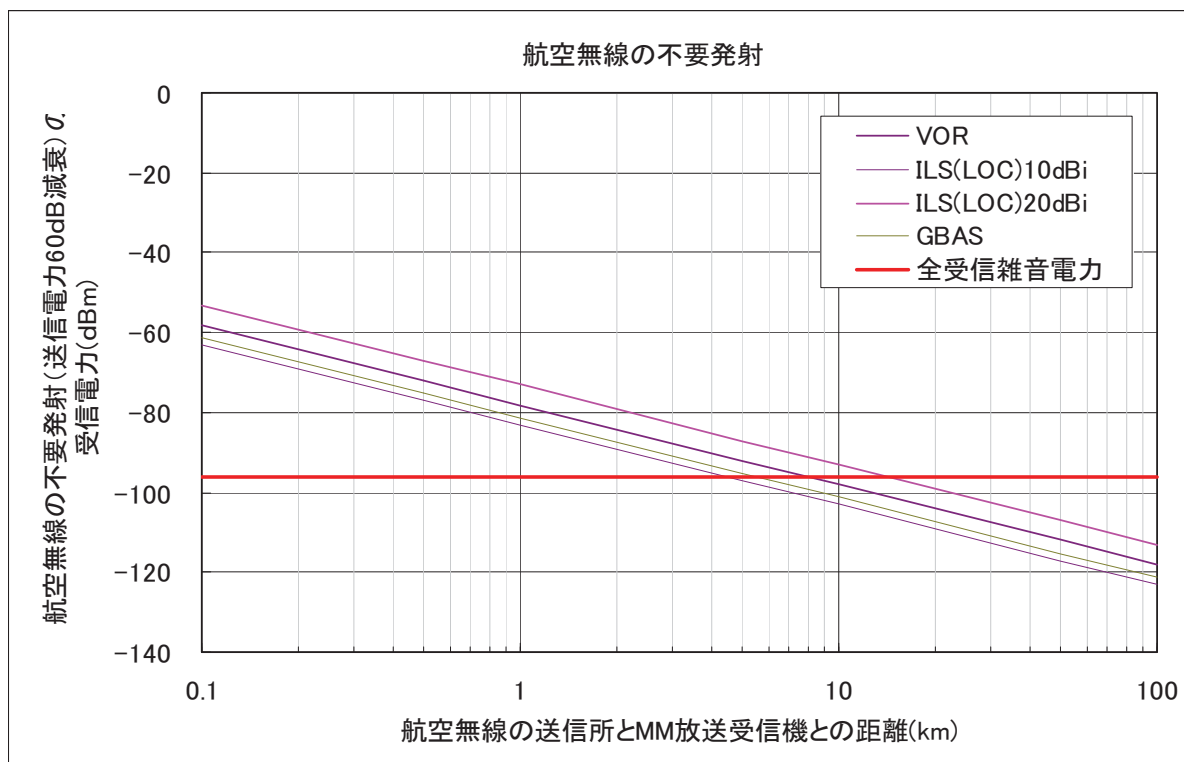


図3.3.8.4.5-1 航空無線航行システムの不要発射の受信電力の距離特性

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 $40\text{dB}\mu\text{V}/\text{m}$ 、95%時間率電界強度が $35\text{dB}\mu\text{V}/\text{m}$ 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 $56\text{dB}\mu\text{V}/\text{m}$ （ $40+16$ ）となり、表3.3.8.3-1の所要電界強度 $57\text{dB}\mu\text{V}/\text{m}$ 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 (ポップス)
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が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。

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。

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	80.8MHzから81.2MHzまでの周波数は選定不可。	
2 VOR又はILSのローカライザの 無線局への干渉検討	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 $2f_1 - f_2 \text{MHz}$ ② $f_1 + f_2 - f_3 \text{MHz}$ 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、$f_1 \geq f_2 > f_3$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。	
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	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。	
4 他のFM放送局と放送区域が重複 する場合の制限	当該FM放送局の周波数と、 $10.7 \pm 0.1 \text{MHz}$ 差の関係にある周波数以外を選定。	
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	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。	
	周波数差 0kHz	混信保護比 36dB
	100kHz	33dB
	200kHz	7dB
	300kHz	−10dB
	400kHz	−25dB
6 他のFM放送局の放送区域内にお ける干渉検討	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。	
7 放送波中継回線に対する干渉検 討	(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。	
	周波数差 0kHz	混信保護比 60dB
	100kHz	55dB
	200kHz	40dB

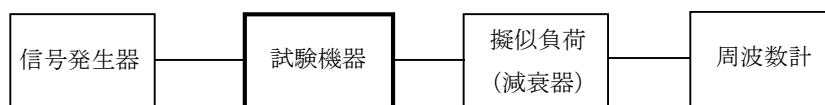
	300kHz	10dB
	400kHz	−20dB
	500kHz	−30dB
	600kHz	−40dB
	700kHz	−50dB
	800kHz	−60dB
	(2) 上記(1)のほか、受信空中線の指向性、偏波面及び中継局の受信設備の干渉除去のための措置を考慮。	
8 自局の予定放送区域内における他のFM放送局に対する干渉検討	99MHzを超え108MHz以下の周波数の電波を使用する地上基幹放送局を用いて行うマルチメディア放送(以下この表において「V—Lowマルチメディア放送」という。)の放送局又は他のFM放送局の周波数と次に示す関係になる周波数以外を占有周波数帯幅の上限から下限までを考慮して選定。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。 $2f_1 - f_2 \text{MHz}$ ここで、「f_1」及び「f_2」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 $(f - 2IF) \pm 400\text{kHz}$ ② $((f - IF) \times 2 \pm IF) \pm 400\text{kHz}$ ③ $f/2 \pm 400\text{kHz}$ ④ $2f \pm 400\text{kHz}$ ここで、「f」は自局の周波数及び「IF」はFM放送受信機の間周波数を示す。	
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ルタ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

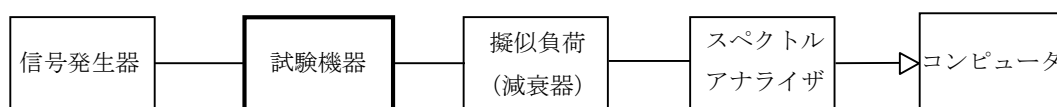
標準信号発生器から無変調搬送波（中継波）を入力し、送信出力を周波数計で測定する。



(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。

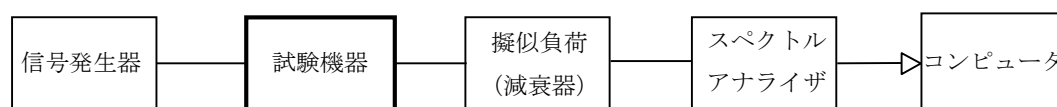
なお、規定の変調信号での変調が不可能な場合には通常運用される信号のうち占有周波数帯幅が最大となる信号で変調をかける。



(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。

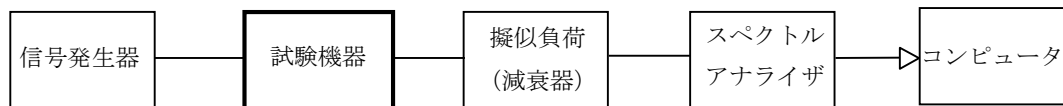


イ スプリアス領域における不要発射の強度

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。

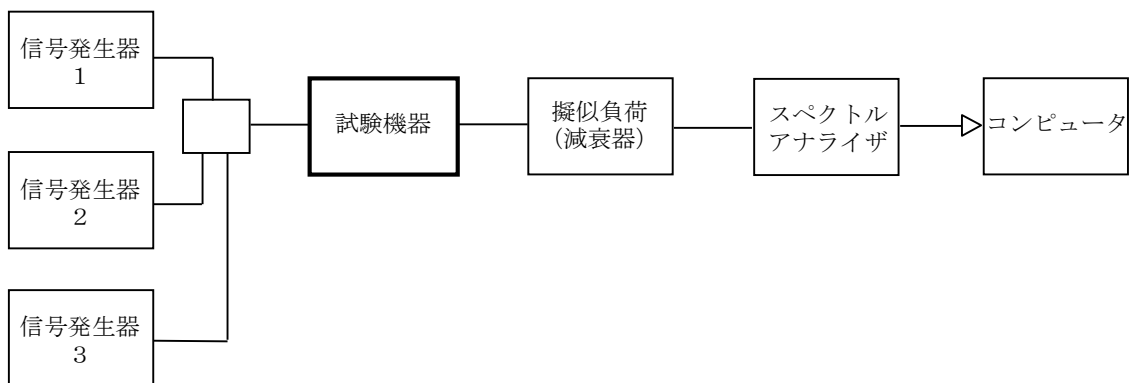
なお、スペクトルアナライザの分解能帯域幅は、技術的条件で定められ

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。



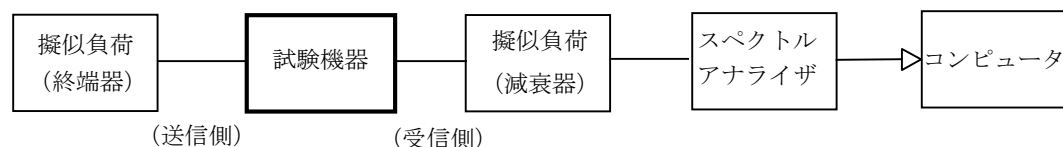
（４） 空中線電力の偏差

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。



電波防護指針に関する検討

本件ギャップフィルターの電波防護指針（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ルターの構成のうち、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【 $S = \{ (P \cdot G) / (40 \cdot \pi \cdot R^2) \} \times K$ (mW/cm²)】により本件ギャップフィルタ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。

$$\begin{aligned}
 S &= \{ (0.25 \times 2.24) / (40 \pi \times 10^2) \} \times 2.56 \\
 &= 0.000114 \text{ (mW/cm}^2\text{)}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 E &= \sqrt{3700 \times S} \\
 &= 0.65 \text{ (V/m)}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} H &= \sqrt{S \div 37.7} \\ &= 0.0017 \text{ (A/m)} \end{aligned}$$

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。