

情報通信審議会 情報通信技術分科会

移動通信システム委員会報告

目 次

I	検討事項	1
II	委員会及び作業班の構成	1
III	検討経過	1
IV	検討概要	2
第1章	調査開始の背景	2
第2章	特定ラジオマイクの概要と現状	3
2. 1	特定ラジオマイクの概要	3
2. 2	利用形態及び普及状況	5
2. 3	デジタル特定ラジオマイクの高度化	8
第3章	低遅延型デジタル特定ラジオマイクの技術的条件に関する検討	9
3. 1	遅延時間に対する要求	9
3. 2	技術的条件に関する検討	11
第4章	低遅延型デジタル特定ラジオマイクの技術的条件	18
4. 1	一般的条件	18
4. 2	無線設備の技術的条件	18
4. 3	測定法	20
4. 4	現行方式の特定ラジオマイクの不要発射強度の許容値	21
第5章	テレビホワイトスペース帯における特定ラジオマイクと エリア放送システムとの共用条件	22
5. 1	検討の前提条件	22
5. 2	共用条件の検討	23
5. 3	共用条件	25
V	検討結果	27
別表1	移動通信システム委員会 構成員	28
別表2	特定ラジオマイク作業班 構成員	29
別添	答申(案)	30
参考資料1	低遅延型デジタル特定ラジオマイクの回線設計	35
参考資料2	低遅延型デジタル特定ラジオマイクの伝送方式(例)	51
参考資料3	特定ラジオマイクとエリア放送間の混信調査	65

I 検討事項

移動通信システム委員会（以下「委員会」という。）は、情報通信審議会諮問第 2009 号「小電力の無線システムの高度化に必要な技術的条件」（平成 14 年 9 月 30 日諮問）のうち「デジタル特定ラジオマイクの技術的条件等」について検討を行った。

II 委員会及び作業班の構成

委員会の構成は別表 1 のとおりである。

検討の促進を図るため、委員会の下に設置されている特定ラジオマイク作業班（以下「作業班」という。）において、デジタル特定ラジオマイクの技術的条件等についての調査を実施した。作業班の構成は、別表 2 のとおりである。

III 検討経過

1 委員会での検討

- ① 第 12 回委員会（平成 25 年 1 月 18 日）
デジタル特定ラジオマイクの技術的条件等に関する調査の進め方について検討を行った。
- ② 第 13 回委員会（平成 25 年 4 月 4 日）
デジタル特定ラジオマイクの技術的条件等について検討を行い、委員会報告書（案）をとりまとめた。

2 作業班での検討

- ① 第 6 回作業班（平成 25 年 3 月 4 日）
委員会において、デジタル特定ラジオマイクの技術的条件等の検討を開始することが承認された旨報告があった。
また、調査の進め方について検討が行われた。
- ② 第 7 回作業班（平成 25 年 3 月 28 日）
デジタル特定ラジオマイクの技術的条件等の検討を行い、委員会報告（案）のとりまとめを行った。

本報告書においては「特定ラジオマイク」と表記した場合は、“アナログ方式”、“デジタル方式”、“低遅延型デジタル方式”の各特定ラジオマイクを包括して指し、アナログ方式は「アナログ特定ラジオマイク」、デジタル方式のうち従来型を「デジタル特定ラジオマイク」とし、今回検討した遅延時間が 1ms 以下のものを「低遅延型デジタル特定ラジオマイク」及び、遅延時間は従来型と同等であるが OFDM 変調を使用したデジタル方式を「デジタル特定ラジオマイク（OFDM 型）」と表記している。

IV 検討概要

第1章 検討開始の背景

デジタル特定ラジオマイクは、放送番組制作やコンサート、舞台劇場、イベント会場等において、高い音声品質を確保しつつ、同一場所でより多くのワイヤレスマイクの利用を確保するため、従来のアナログ方式に加え、平成21年に700MHz帯の周波数で制度化されている。

一方、携帯電話用周波数の確保のための700MHz帯の再編に伴い、700MHz帯を使用する特定ラジオマイクを、テレビホワイトスペース(470MHzを超え710MHz以下)及び1.2GHz帯等に周波数移行することとされたことを受け、平成24年4月に、特定ラジオマイクの周波数移行等に係る技術的条件につき一部答申され、同年7月に関係省令等の整備が行われたところである。

デジタル特定ラジオマイクは、アナログ特定ラジオマイクに比べると周波数の利用効率は高いものの、デジタル処理による音声の遅延時間が生じるために、コンサート等の極めて少ない遅延を要求される環境においては利用が進まない状況にあることから、新たな周波数帯への移行に併せ、遅延時間を抑えた低遅延型デジタル特定ラジオマイクの開発が進められてきたところである。

このような背景を踏まえ、デジタル特定ラジオマイクの高度化に向け、必要な技術的条件等について検討を開始するものである。

第2章 特定ラジオマイクの概要と現状

2. 1 特定ラジオマイクの概要

ラジオマイクは、音声の收音装置であるマイクロホンを無線化した音響機器として開発された。当初は真空管式で大型、しかも特性の安定度も良くなかったが、その後、トランジスタ、集積回路、発振子等の部品性能の向上、ダイバーシティ受信方式の実用化、超小型マイクの開発、電池の長寿命と小型化、伝送系の信頼性の向上等の技術開発が進み、音質の改善などの質の向上なども続けられた結果、マイクケーブルがなく、使用場所や運用の制約が排除されて利便性と機動性が高まり、多くの利用者に受け入れられた。さらに公演の演出の多様化の面からも、必要不可欠な音響機器となり、さまざまな場所で使用されるまでに普及してきた。

免許が不要の特定小電力無線局としてのラジオマイクも含め、現在の我が国のラジオマイクの分類は表2. 1のとおりである。

平成元年にプロの演劇・コンサート等の利用を想定して無線局免許を受けて利用する特定ラジオマイクが制度化され、放送用中継装置（FPU: Field Pickup Unit、以下「FPU」という。）と周波数を共用する800MHz帯の周波数が割り当てられたほか、平成12年には出演者に音声を送るイヤードモニター用ラジオマイク（以下、「イヤードモニター」という。）も利用が始まった。

この結果、特定ラジオマイク（A型ラジオマイク）は、放送局の番組制作はもとより、一般制作事業者の番組制作、劇場、舞台、ホール、コンサート、イベントなどの演劇、講義、音楽、案内など広い分野に必要不可欠の音声機器の一つとなっている。

なお、アナログ特定ラジオマイクは、極めて高い音質が求められる場合に利用されることから、相互変調妨害等による音質の劣化を避けるため、実際には一の場所で同時に利用できるのは20チャンネル程度となる場合も多いとされており、大規模な公演において利用可能チャンネル数が不足する場合があるほか、広い場所での公演等においては送信電力が不足する場合がある。このため、平成20年に情報通信審議会情報通信技術分科会小電力無線システム委員会において、特定ラジオマイクの高度化に向けた技術的条件の検討が行われ、デジタル特定ラジオマイクが平成21年に制度化されている。

分類通称	特定ラジオマイク (A型)	B型	C型	D型
使用周波数	779-788MHz、 797-806MHz(アナログ) 770-806MHz(デジタル) ↓ TV ホワイトスペース等 (470MHz~714MHz)、 1.2GHz 帯へ周波数移行	806-810MHz	322-322.15MHz 322.25-322.4MHz	74.58-74.76MHz
占有 周波数帯幅	110kHz、250kHz、 330kHz(アナログ) 288kHz(デジタル)	110kHz(アナログ) 192kHz(デジタル)	30kHz	60kHz
変調周波数	15kHz まで	15kHz まで	7kHz まで	7kHz まで
チャンネル間隔	125kHz	125kHz	25kHz	60kHz
同時使用可能 チャンネル数	142 波中 20 波程度 [アナログ : BW110kHz] 285 波中 70 波程度 [デジタル] ※いずれも 800MHz 帯で のチャンネル数	30 波中 6 波程度(ア ナログ) 30 波中 10 波程度 (デジタル)	13 波中 4 波程度	4 波中 2 波程度
空中線電力	10mW 以下※[アナログ] 50mW 以下[デジタル] ※1.2GHz 帯は 50mW	10mW 以下	1mW 以下	10mW 以下
無線局免許	要 (陸上移動局)	不要 (特定小電力無線 局)	不要 (特定小電力無線 局)	不要 (特定小電力無線 局)
主な用途	【音声・楽器音等の特 に高い品質にて伝送】 放送番組収録、舞台、 コンサートホール、大 規模イベント会場など	【比較的良好な品 質(高音質)で伝 送】 ホテル、結婚式場、 会議場、カラオケ ボックス、学校、 集会場など	【必要最小限の明 瞭度で伝送】 駅ホームなどの構 内放送用	【必要最小限の明 瞭度で伝送】 劇場・コンサート ホール等の案内放 送用
普及台数	約 2 万局	約 200 万局 (ほとんどがB型)		
備 考	現行の 800MHz 帯、 移行先の 1.2GHz 帯では 放送用 FPU*と周波数を 共用して使用	専用波 (最も普及が進ん でいる)	専用波	専用波 (現状ではほとんど 使われていない)

※FPU(Field Pickup Unit) : テレビジョン放送用の無線中継伝送装置

表 2. 1 ラジオマイクの分類及び概要

2. 2 利用形態及び普及状況

2. 2. 1 利用形態

特定ラジオマイクの送信機には、手に持って使用するハンド型と衣装などに装着して使用するツーピース型とがあり、また、受信機は据置設置型が中心であるが、一部ポータブル型のものがある。更に、演奏者等がイヤホン装置を耳の中に入れて音響を受け取るために使用するイヤール・モニターがある。

(1) 送信機

ア ハンド型

コンサートやショー等において歌やスピーチ用として、主にマイクを使用していることが目立っても不自然でない場合に用いられる。この型はマイクを口に接近させて使用するため、大音圧に耐えられる性能であることが要求され、また、片手で長時間に渡って持っていることが負担にならないことが必要である。

イ ツーピース型

演出等の理由からマイクを使用していることが目立たないようにする場合や、両手を使いたい場合に使用する。

演劇やオペラ、ミュージカルなどのセリフの收音にあつては観客にはマイクを使用していることを意識させないことが重要であるため、マイク部分を衣装の内部や身体に装着して使用する。この結果、送信機部分は衣装の内側に仕込むこととなりアンテナ部分が身体と密着し、送信状態が悪くなってしまう場合もある。

また、身体に装着するタイプは、演技による振動衝撃や汗などによる筐体やコードの腐食・破損が予測されるので、過酷な使用環境でも耐えられる耐久性が求められている。

この型のものは收音用途で用いられる狭角度単一指向性マイクなど特定用途のマイクを無線化する場合や、バイオリンやサクソホン、トランペットなどの楽器に装着して使用することもあり、電子楽器に内蔵することもある。



ハンド型



ツーピース型



可搬型受信機



カメラレコーダ装着

図 2. 2. 1 ラジオマイク（送信機）の例

(2) 受信機

ア 据置型

受信機の基本構成としては、受信アンテナ部及びチューナ部で構成されている。

受信アンテナ部は、簡便なホイップアンテナのみの場合もあるが、大規模な使用場所をカバーするために、受信ブースター回路を内蔵したものが一般的である。アンテナは、使用場所の状況により、多くは複数個が壁面もしくは天井に配置される。使用場所の大きさ、使用する受信チャンネル数、ダイバーシティの有無などに応じて、混合分配器、アンテナ部とチューナ部の配置距離が長い場合にはブースターなどがアンテナ部とチューナ部の間に配置される。

これら機器間の接続は同軸ケーブルなどが用いられることが多く、スタジオ・ホール・教室など使用される場所が決まっている場合、固定的設備としてこの据置型の受信機が置かれる場合が多い。

イ 可搬型

ニュース取材・報道、ドラマの撮影など、主に屋外で特定ラジオマイクを使用する場合、カメラに取り付けてマイク音声を受信するための可搬（ポータブル）型受信機を使用する。この場合、カメラからの電源供給と電池による駆動を前提として使用される。

また、一般業務用途では、増幅器付きスピーカに受信機を内蔵するような簡易拡声システムもその利便性の高さから、会議室、学校、実演販売などに使用されている。

(3) イヤー・モニター

コンサートなどでステージ上の歌手や演奏者に聞かせるためのモニタースピーカの音が、本人のマイク等へ回り込み、音を濁しハウリングを誘発するのを防止するために考案されたものであり、通常、ステレオタイプの据置型送信機とイヤホン付きの小型受信装置を使っている。

このシステムを使用することでモニタースピーカが不要となるため、視覚的にも舞台上が整理される効果があるほか、アーティスト（歌手等）は、自分の聞きたい楽器音を中心に調整した音響を調整卓（ミキサー）に要求することができ、自らの声を収音しているマイクに影響することなくモニタ音量をコントロールすることができるため、音楽や舞台の総合的な質の向上につながっている。



2. 2. 2 普及状況

特定ラジオマイクは、音響業務用と放送事業用合わせて、平成 25 年 3 月末現在約 2 万局が使用されている。

ミュージカルやコンサートなど舞台芸術は、近年、大規模化し、劇場やホールなど屋内だけでなく、最近ではアリーナなどの大型会場で開催される例もある。また、野球場や公園など広大な屋外でも使用される。屋内、屋外を問わず、演者の数も多く、その動き回るエリアが広がる場面も増えており、特定ラジオマイクにとっては送信機と受信機間の距離が大幅に変化するだけでなく、複合施設や近接施設での高密度利用による障害・混信などもあり、炎天下や風雨などの気象条件下でも使用される等、厳しい環境で利用されている。

放送業務分野では、スタジオ・公開ホールにおけるテレビやラジオの番組制作、ニュース取材、ドラマ制作、中継番組等などに使用されている。

主に、放送番組制作において、司会者・ゲスト・演者・話者などの行動範囲を広げるために特定ラジオマイクを使用している。また、歌番組などではボーカルマイクとしての使用のほかに一部に楽器の無線接続にも使用されている。

2. 3 デジタル特定ラジオマイクの高度化

2. 3. 1 低遅延型デジタル特定ラジオマイクの必要性

デジタル特定ラジオマイクは、アナログ特定ラジオマイクと比べ、周波数の利用効率は高いものの、デジタル処理による音声の遅延時間が生じ、コンサートでの演奏等の極めて少ない遅延を要求される場面においては利用し難い状況である。

用途の概念と種別	アナログ特定ラジオマイク			デジタル特定ラジオマイク
	モノラルマイク	ステレオ イヤール・モニター		モノラルマイク
周波数帯	470MHz～714MHz、1.2GHz 帯 (1240MHz～1260MHz)			
空中線電力	10mW (1.2GHz 帯は 50mW)			50mW
通信方式	単向通信、同報通信			
変調方式	周波数変調			位相変調、周波数変調、直交振幅変調
コンパンダ	無	有	無あるいは有	—
占有周波数帯幅	330kHz	110kHz 又は 160kHz	250kHz	288kHz
遅延時間	μ s 級	μ s 級	μ s 級	3～5ms 程度
9MHz あたりの同時利用本数	7	10	8	18
特徴	低遅延 リニア	低遅延 コンパンダ	低遅延 ステレオ	高品質 多チャンネル

表 2. 3. 1 特定ラジオマイクの現状と特徴

この遅延時間が演奏にどのように影響するかについては、それぞれの条件によって異なってくるため、一概に何ミリ秒までであれば演奏に支障が無いと判断するのは困難であるが、遅延時間になるべく少ない低遅延型デジタル特定ラジオマイクの開発が望まれている。

第3章 低遅延型デジタル特定ラジオマイクの技術的条件に関する検討

3. 1 遅延時間に対する要求

3. 1. 1 ITU-Rにおける要求条件

ITU-R レポート BS.2161 によればスタジオやイヤール・モニターの運用での要求条件として、スタジオでの運用では音声周波数 20Hz-20kHz、ダイナミックレンジ 100dB 以上、最大遅延量許容値を 1ms としている。また、イヤール・モニターではステレオ方式で、音声周波数 20Hz-15kHz、ダイナミックレンジ 95-100dB、最大遅延量許容値を 1ms としている。

ITU-Rのデジタルワイヤレスマイクの要求条件

デジタルワイヤレスマイクの要求条件 ITU-R BS.2161(11/2009)

Application	Studio	ENG and outside broadcasting	Talk-back	Concerts	Musicals and Plays	In-ear monitor
Content	Voice	Voice	Voice and broadcast programme	Voice and musical instruments	Voice and musical instruments	Voice and musical instruments in stereo
Audio frequency	20Hz-20kHz	20Hz-20kHz (50Hz-10kHz by trade-off with interference)	100Hz-10kHz (100Hz-7kHz by trade-off with interference or latency)	20Hz-over 20kHz	20Hz-over 20kHz	20Hz-15kHz
Audio dynamic range	More than 100 dB (preferably 20-bit linear PCM and more than 120dB)	More than 100 dB	More than 70 dB	More than 100 dB	90 dB	95-100 dB
Maximum sound pressure level of microphone	More than 130 dB SPL	More than 130 dB SPL	-	140 dB SPL	130 dB SPL	-
Maximum acceptable latency	1 ms	5 ms (25 ms by trade-off with interference)	5 ms	2 ms	2 ms	1 ms
Audio interface	AES/EBU output at receiver		AES/EBU input at transmitter	AES/EBU output at receiver		AES/EBU input at transmitter

表3. 1. 1 デジタルワイヤレスマイクの要求条件 (抜粋)

3. 1. 2 ユーザーが許容できる遅延時間

図3. 1. 2に示す音声遅延評価実験の結果によれば、

- ・演奏者の80%が5msの遅延時間を知覚できた
- ・指揮者は5msの遅延時間で演奏は続行可能であるが、演奏に支障が出る可能性があるとしている

などから、遅延時間が一定以上になると演奏に影響が生じてくる可能性があるが、遅延が演奏にどのように影響するかについては、それぞれの条件によって異なってくるため、一概に何ミリ秒までであれば演奏に支障が無いと判断するのは困難であり、なるべく遅延を少なくする事が望まれる。

現況において、モニタースピーカーが設置されている距離から生じる遅延があること、既にデジタルシステムが導入されて運用されていることなどを考慮すると、わずかな遅延であれば演奏上問題はないと考えられるが、一定以上の遅延量が演奏に影響してくる可能性はあるため、トータルの遅延時間を考慮してシステムを検討する必要がある。

◎音声遅延評価結果

特定ラジオマイクのデジタル化にともなう生じる遅延時間について、演奏者がどの程度検知できるか、また許容できるかについて検討をおこなった。実験は以下の3回おこなった。

- (1) 演奏者単独の遅延時間の検知限
- (2) 複数の演奏者がお互いの音を聞き合う場合での遅延時間の検知限（ミュージカル）
- (3) 複数の演奏者がお互いの音を聞き合う場合での遅延時間の検知限（ロックバンド）

(1) 演奏者単独の場合

個人差が大きく、わずか（遅延量0.5ms）でも遅延の有無を検知できる演奏者がいた（全体の約15%）一方で、8~9ms以上でも遅延がわからないという場合もあった。また、遅延量1msを検知できる演奏者は、全体の約1/3であった。全体で見ると、5msの遅延時間で、今回の演奏者の80%が遅延の有無を知覚できていた（図1）。

(2) オーケストラ（ミュージカル）のような楽器編成の大きいアンサンブルの場合

指揮者が最も演奏上の違いを判断でき、4.4msで演奏しにくい演奏不可能ではないとしていた。**既存のデジタルコンソールの遅延も考慮したシステム全体の遅延は、3ms以内であれば問題ないが、5msを超えると演奏上の支障となる可能性がある**（図2）。

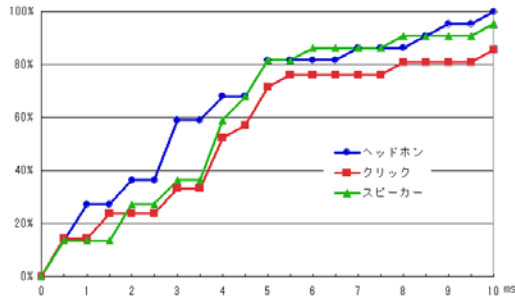


図1. 演奏者単独の遅延時間の検知限

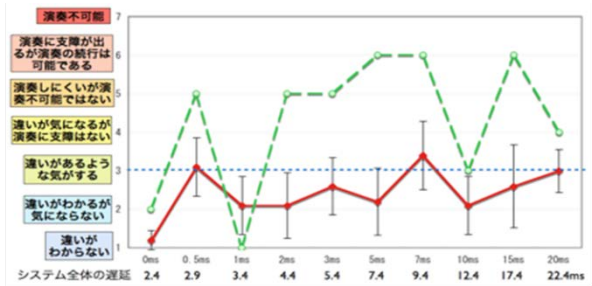


図2. ミュージカルの場合の遅延の検知限

赤は遅延を判断できた演奏者の平均、緑は指揮者の結果。縦棒は95%信頼区間。

(3) ロックバンドのスタジオライブ演奏の場合

マイクの遅延時間：2ms、ヘッドホンモニターの遅延時間：3msを超えると遅延を検知できる演奏者が多く、演奏上の問題となる可能性があると考えられる。しかし演奏者によっては、マイクもヘッドホンモニターも、わずかな遅延でも違いに気づく場合もあった。（図3）

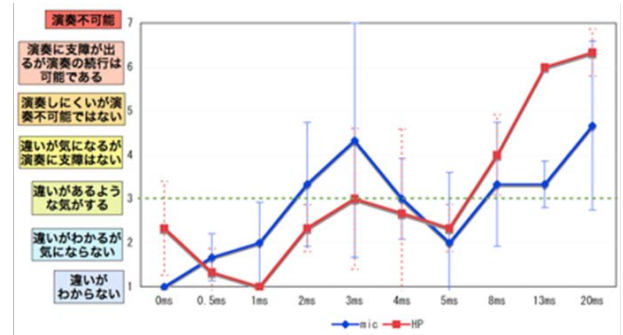


図3. バンド演奏の場合の遅延の検知限

赤はマイクの遅延。青はヘッドホンの遅延。縦棒は95%信頼区間。

図3. 1. 2 音声遅延評価実験結果

3. 1. 3 遅延時間に対する要求条件

遅延時間はデジタル方式では避けられない課題であるが、デジタル方式のミキシング卓における2~3msの遅延と合わせ、システム全体の遅延を5msとするためには、遅延が1ms以下のデジタル特定ラジオマイク及びイヤール・モニターが必要となる。

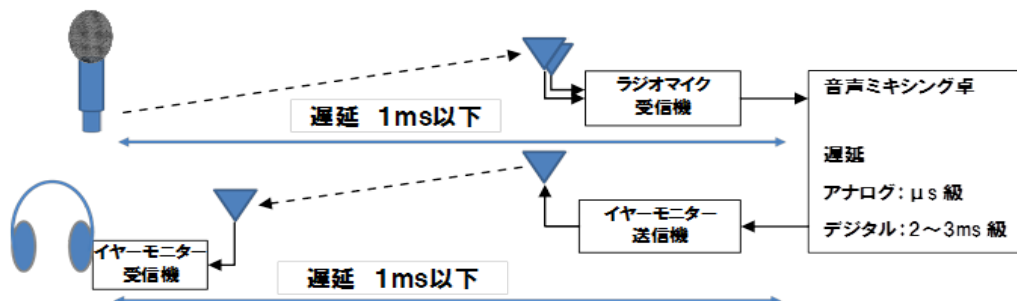


図3. 1. 3 特定ラジオマイク、イヤール・モニター及びミキシング卓の遅延配分

また、低遅延型デジタル特定ラジオマイクにおいては、1ms以下の遅延時間と所要CN比が低く雑音や干渉の影響を受けにくいこと、音質が良いこと、同時運用本数を増やせるなどのデジタルの特長を生かしつつ、低遅延伝送を実現する必要がある。

低遅延型デジタル特定ラジオマイクに対する要求条件は以下のとおりである。

項目	低遅延型デジタル特定ラジオマイク	
	モノラルマイク	イヤール・モニター
音声信号の周波数特性	20Hz~20kHz	20Hz~15kHz
音声信号のダイナミックレンジ	100dB以上 (120dB以上が望ましい)	95dB以上
音声信号の遅延時間	1ms以下(できるだけ小さいことが望ましい)	1ms以下(できるだけ小さいことが望ましい)
モノラル/ステレオ	モノラル	ステレオ
伝送距離(最大値)	100m	100m
その他	現行方式と同等以下のサイズ、低消費電力 現行方式と同等以上の同時利用本数	現行方式と同等以下のサイズ、低消費電力 現行方式と同等以上の同時利用本数

表3. 1. 3 低遅延型デジタル特定ラジオマイクに対する要求条件

3. 2 技術的条件に関する検討

3. 2. 1 変調方式

現在の特定ラジオマイクは、アナログのFM方式が幅広く使われている。アナログ方式は伝送遅延時間が少なく小型で低消費電力であるという特長があり、多方面で使用されているが、所要CN比が高く雑音や干渉の影響を受けやすいことや多数のマイクを同時に運用する場合には、混変調歪みの影響を受けることから同時運用できるマイクの本数が制限されるなどの課題がある。このため、より数多くのマイクを同時に使用するために、音声信号

を高能率符号化（情報圧縮）して伝送するデジタル方式が製品化されている。

現行のデジタル特定ラジオマイクは、雑音や干渉の影響を受けにくいこと、音質が良いこと、アナログ方式に比べてマイクの同時運用本数を増やすことができるなどの特長があるが、5ms～3ms 程度の伝送遅延時間があり、ユーザーの要求条件によっては使用することが難しいケースがある。

低遅延型デジタル特定ラジオマイクでは、低遅延を実現するために非圧縮 PCM(Pulse Code Modulation) により音声信号をアナログ、デジタル変換し、そのデジタル信号を、地上デジタルテレビ放送、無線ローカルエリアネットワーク等で実績のある直交周波数分割多重 (OFDM : Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 変調にて無線伝送を行う方式が考えられ、OFDM 変調を採用することにより、伝送による遅延時間が 1msec 以下にて、高音質音声伝送が弱電界エリアにおいても実現可能と考えられる。またイヤーク・モニター向けの方式として、瞬時圧伸と呼ばれる遅延が極めて少ない圧縮方式と組み合わせることで、若干の音質劣化を伴うもののステレオ伝送を可能とする 1ms 以下の低遅延伝送方式も実現可能である。

キャリア変調方式には、特定ラジオマイクの伝送距離の限界エリア付近で急速に音質が劣化しないために、所要 CN 比が低く雑音や干渉の影響を受けにくい 16 値直交振幅変調 (16QAM) と 4 相位相変調 (QPSK) とすることが適当と考えられる。

これらのキャリア変調方式の組み合わせにより伝送モードを設定することが可能であり、その特徴は以下のとおりである。

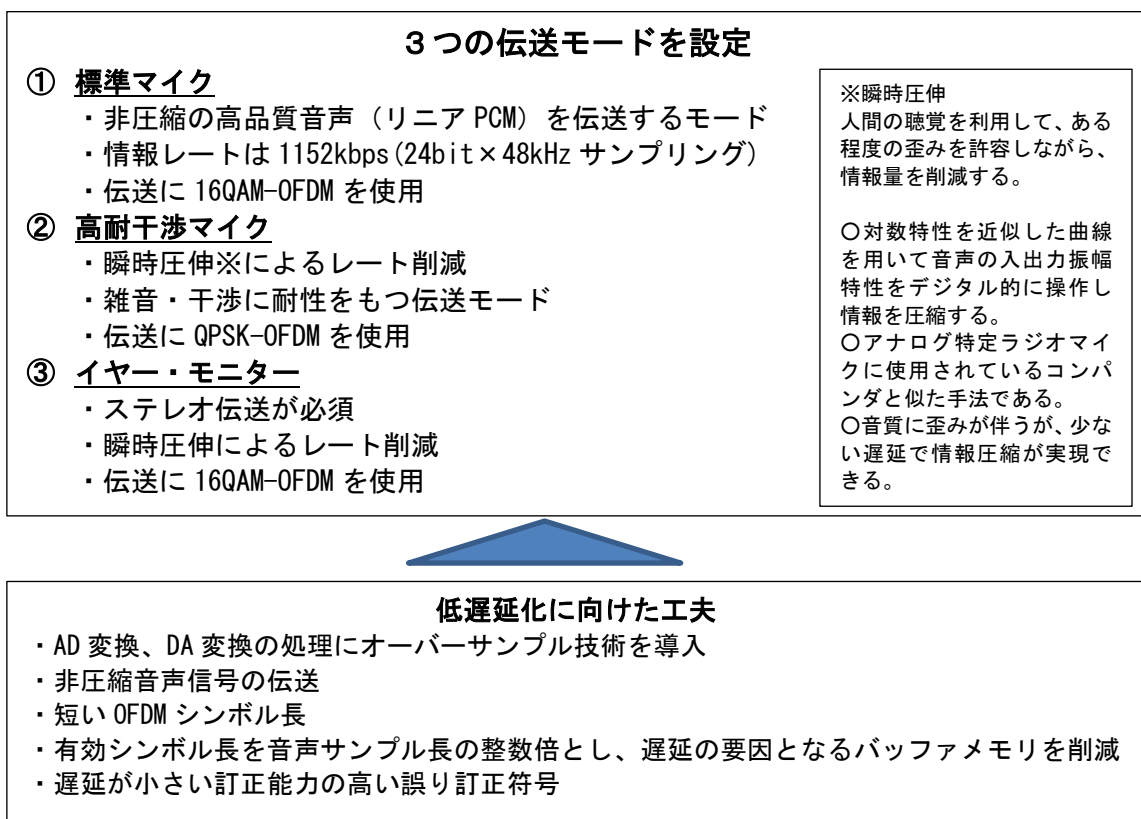


図 3. 2. 1 低遅延型デジタル特定ラジオマイクの伝送方式案

3. 2. 2 最大情報ビットレート

現行アナログ方式と同等以上の音質及び低遅延を実現するため、非圧縮信号により、サンプリング周波数 48kHz で 24bit を伝送するため、最大情報ビットレートは 1152kbps とする必要がある。

以下に低遅延型デジタル特定ラジオマイクの伝送パラメータを示す。

モード		標準マイク	高耐干渉マイク	イヤー・モニター	
情報源符号化	アナログ音声信号	モノラル	モノラル	ステレオ	
	量子化ビット数	24 ビット	24 ビット	24 ビット、2 系統	
	サンプリング周波数	48kHz			
	情報圧縮	非圧縮	瞬時圧伸	瞬時圧伸	
	伝送情報ビット数	24 ビット	12 ビット	12 ビット、2 系統	
	情報レート	1152kbps	576kbps	1152kbps	
伝送路符号化	パリティ	CRC-2			
	誤り訂正符号、符号化率	畳み込み符号、2/3			
	一次（キャリア）変調	16QAM	QPSK	16QAM	
	二次変調	OFDM			
	シンボル長	83.3 μ s			
	有効シンボル長	78.4 μ s			
	ガードインターバル	4.9 μ s (1/16)			
	キャリア間隔	12.75kHz			
	キャリア数	総数	46		
		データ	39		
		SP	3		
		TMCC	3		
		CP	1		
	伝送帯域幅	586.5kHz			
インターリーブ	ビット、周波数				
受信方法	最大4 ブランチ、合成ダイバーシティ受信				

表 3. 2. 2 低遅延型デジタル特定ラジオマイクの伝送パラメータ

3. 2. 3 占有周波数帯幅

非圧縮信号のサンプリング周波数 48kHz で 24bit の音声信号の伝送を可能とするビットレートである 1152kbps を確保し、内符号と符号化率とキャリア変調方式を考慮した結果、表 3. 2. 2 のとおり伝送帯域幅は 586.5kHz となる。

また、表 3. 2. 3 に示す、欧州の ETSI (European Telecommunications Standards Institute) の EN 300 422-1 V1.3.2 には、5 MHz ~ 3 GHz 帯までのワイヤレスマイクの特性測定に関する記載があり、伝送帯域幅の最大値が 600kHz の場合の送信周波数は 1GHz 以上とされているなどの国際的な整合も考慮する必要がある。

以上を踏まえ、占有周波数帯幅の許容値は 600kHz とすることが適当と考えられる。

Declared channel Bandwidth(B)	
50 kHz	maximum of 200 kHz below 1 GHz
75 kHz	
100 kHz	
150 kHz	
200 kHz	
250 kHz	maximum of 600 kHz above 1 GHz
300 kHz	
400 kHz	
600 kHz	

表 3. 2. 3 伝送帯域幅 (ETSI EN 300 422-1 V1.3.2 2008-03)

また、情報レート等の伝送パラメータを変えることで現行のデジタル特定ラジオマイクの占有周波数帯幅の許容値である 288kHz 以内となる場合、遅延時間は現行のデジタル特定ラジオマイクとほぼ同等となるが、OFDM 変調の伝送耐性を活かしたデジタル特定ラジオマイク（以下、「デジタル特定ラジオマイク (OFDM 型)」という。）も実現可能である。

3. 2. 4 使用周波数帯

低遅延型デジタル特定ラジオマイクは、占有周波数帯幅が 600kHz となることから、前述の ETSI での送信周波数の条件との整合を考慮し、使用周波数帯は 1.2GHz 帯 (1240MHz を超え 1260MHz 以下 (1252MHz を超え 1253MHz 以下を除く) の周波数の範囲を言う。以下同じ。) とすることが適当と考えられる。

なお、デジタル特定ラジオマイク (OFDM 型) は占有周波数帯幅が現行のデジタル特定ラジオマイクの許容値である 288kHz 以下となることから、1.2GHz 帯のほか 470MHz を超え 714MHz 以下の周波数帯においても使用可能と考えられる。

3. 2. 5 スプリアス発射又は不要発射の強度の許容値

(1) 1.2GHz 帯の周波数帯を使用するもの

現行の 1.2GHz 帯を使用する特定ラジオマイクの帯域外領域におけるスプリアス発射の強度の許容値及びスプリアス領域における不要発射の強度の許容値は、それぞれ $2.5 \mu\text{W}$ としており、低遅延型デジタル特定ラジオマイク及びデジタル特定ラジオマイク (OFDM 型) にあっても現行の許容値と同一とすることが適当と考えられる。

よって、帯域外領域におけるスプリアス発射の強度の許容値及びスプリアス領域における不要発射の強度の許容値はそれぞれ $2.5 \mu\text{W}$ とすることが適当である。

(2) 470MHz を超え 714MHz 以下の周波数帯を使用するもの

現行の 470MHz を超え 714MHz 以下の周波数帯を使用する特定ラジオマイクの帯域外領域におけるスプリアス発射の強度の許容値は $2.5\mu\text{W}$ としている。また、スプリアス領域における不要発射の強度の許容値は、中心周波数から $\pm 1\text{MHz}$ 以内は $2.5\mu\text{W}$ 、それ以外の帯域は地上デジタルテレビジョン放送への干渉量を軽減させるため 4nW 以下としているところであるが、世界的に先行してテレビホワイトスペース帯でラジオマイクを使用している欧州では、欧州の標準規格である ETSI EN 300 422 において、欧州地上デジタルテレビジョン放送の帯域以外は許容値を緩和していることなど、国際的な整合を考慮し、我が国においても地上デジタルテレビジョン放送の帯域（470MHz を超え 710MHz）以外の帯域は許容値を緩和することが適当と考えられる。

よって、帯域外領域におけるスプリアス発射の強度の許容値は現行と同一の $2.5\mu\text{W}$ 、スプリアス領域における不要発射の強度の許容値は、地上デジタルテレビジョン放送の帯域である 470MHz を超え 710MHz の帯域にあっては現行通りの 4nW とし、中心周波数から $\pm 1\text{MHz}$ 以内及び地上デジタルテレビジョン放送の帯域以外は $2.5\mu\text{W}$ とすることが適当である。

なお、この許容値は同じ周波数帯を使用するアナログ特定ラジオマイク及び OFDM 変調以外の現行型のデジタル特定ラジオマイクにおいても同様の許容値としても問題は無いと考えられるので、地上デジタルテレビジョン放送の帯域以外は $2.5\mu\text{W}$ とすることが適当である。

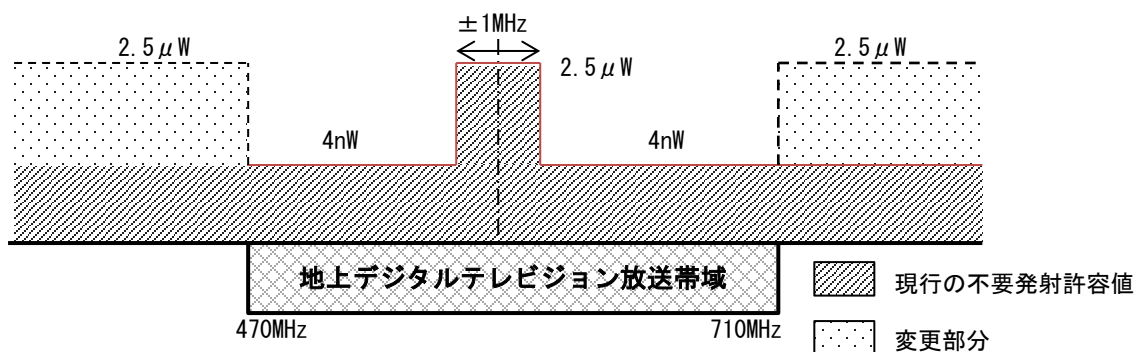


図 3. 2. 5 スプリアス発射の強度の許容値

3. 2. 6 空中線電力

低遅延型デジタル特定ラジオマイクの空中線電力は、参考資料 1 の回線設計のとおり、伝送距離の要求条件である 100m を満足するために空中線電力は 50mW とすることが適当と考えられる。

3. 2. 7 空中線系

低遅延型デジタル特定ラジオマイクのうち、ハンド型及び 2 ピース型のラジオマイクの空中線利得は、参考資料 1 の回線設計のとおり従来同様の利得である 2.14dBi とすること

が適当と考えられる。

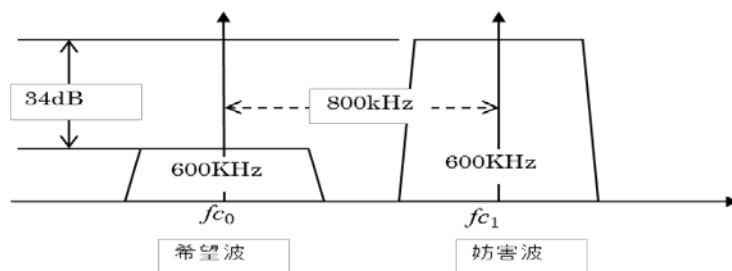
一方、イヤ－・モニターは受信機を人体に取り付けるため人体損失が大きく、また受信機の小型化が必要なため、4 受信ダイバーにより、フェージングマージン少なくすることで伝送マージンを高めることが困難であることを踏まえ、低遅延型デジタルイヤ－・モニターをより広いエリアで使用可能とし、伝送距離の要求条件 100m を確保するために、イヤ－・モニターの送信空中線利得は 7dBi とすることが適当である。

3. 2. 8 筐体

空中線が破損・故障等により交換が必要な場合、メーカーへの修理依頼が必要であり、一定程度の日時を要しているが、特定ラジオマイク本体に空中線端子（コネクタ等）を設けることでユーザーによる交換が可能となることから、ユーザーの利便性を考慮し、低遅延型デジタル特定ラジオマイクであっても現行と同様、一の筐体に収めることを要しない装置に空中線を加えることが適当である。

3. 2. 9 チャンネル間隔

低遅延型デジタル特定ラジオマイクの試験装置の隣接チャンネル選択度特性より、希望波隣接チャンネル選択度が希望波と妨害波の強度差である-34dB^{*}を確保できる周波数間隔は、キャリア変調方式が16QAM方式の場合は800kHzである。（下図参照）



※-34dB：送信機間の最長距離100mの伝搬損失の-74dBと最短距離2mの伝搬損失の-40dBの差

図 3. 2. 9 -34dBを確保できる周波数間隔

上記により、低遅延型デジタル特定ラジオマイクのチャンネル間隔は 800kHz となり、この場合、1.2GHz 帯においては 23 本のマイクが同時に使用可能である。

なお、9MHz帯域での同時使用可能マイク本数は、アナログ特定ラジオマイクでは7本(3次相互変調歪を考慮)であるが、低遅延型デジタル特定ラジオマイクでは11本の同時使用が可能となり、占有周波数帯幅はアナログ方式に比べ増加はするものの、同時使用本数が増加できることから周波数の有効利用が可能である。

また、OFDM方式で占有周波数帯幅を288kHzのものは、従来のデジタル特定ラジオマイクに比べると遅延時間や同時使用可能本数は変わらないが、所要CN比が低くなることから耐干渉特性が向上する。これにより、同一チャンネルを使用する場合の近接可能距離を短くすることが可能となり、多数のラジオマイクを使用する大規模なイベント等では周波数を効率的に使用することが可能である。

各方式による同時使用本数、近接可能距離等は下表のとおりである。

種別	低遅延型デジタル特定ラジオマイク	デジタル特定ラジオマイク (OFDM 型)	アナログ特定ラジオマイク			デジタル特定ラジオマイク (現行型)
	モノラルマイク イヤール・モニター	モノラルマイク	モノラルマイク	イヤール・モニター		モノラルマイク
変調方式	直交周波数分割多重 (OFDM) [キャリア変調] リニア: 16QAM 高耐干渉: QPSK		周波数変調			位相変調、周波数変調、直交振幅変調
占有周波数帯幅	600kHz	288kHz	330kHz	110kHz 又は 160kHz	250kHz	288kHz
遅延時間	1ms 以下	3~5ms 程度	μ s 級	μ s 級	μ s 級	3~5ms 程度
9MHz あたりの同時利用本数	11	18	7	10	8	18
近接可能距離 (10mW 送信時)	85m(リニア) 30m(高耐干渉)	85m	463m			107m

表 3. 2. 9 同時使用本数、近接可能距離等

3. 2. 10 電波防護指針への適合

特定ラジオマイクの使用においては、利用者自身が送信機(特定ラジオマイク)を手にする又は装着するため、局所ばく露に相当することも考えられる。

このような状況における電波防護指針については、電気通信技術審議会答申 諮問第89号「電波利用における人体防護の在り方」(平成9年4月)「(参考)電波防護指針を満たすと考えられる携帯型の無線局」において、次のように述べられている。

電気通信技術審議会答申 諮問第89号
「電波利用における人体防護の在り方」(平成9年4月)より抜粋
(参考)電波防護指針を満たすと考えられる携帯型の無線局

一般環境(条件G)においては、空中線電力が平均電力で20mW以下の無線局については、仮に無線局の全出力が身体のごく一部に吸収される場合でも、局所SARの電波防護指針を満たしており、評価の必要性はないものと考えられる。

また、管理環境(条件P)においては、空中線電力が100mW以下の無線局については、評価の必要性がないものと考えられる。

(根拠)

2W/kg(条件G)の指針値を10g当たりの電力で考えると20mW、
10w/kg(条件P)の指針値を10g当たりの電力で考えると100mW。

特定ラジオマイクは、無線局免許を必要とする無線局である。したがって管理環境(条件P)下での使用であるとみなすことができる。

そのため空中線電力が100mW以下であれば上記の条件に合致するため、影響がないものと考えられる。

第4章 低遅延型デジタル特定ラジオマイクの技術的条件

低遅延型デジタル特定ラジオマイクの技術的条件等^{*}については、次のとおり定めることが適当である。 ※デジタル特定ラジオマイク（OFDM型）等の技術的条件を含む

4. 1 一般的条件

4. 1. 1 通信方式

単向通信方式又は同報通信方式であること。

4. 1. 2 変調方式

直交周波数分割多重方式であること。

なお、キャリア変調方式は16値直交振幅変調（16QAM）方式、4相位相変調（QPSK）方式とする。

4. 1. 3 使用周波数帯

占有周波数帯幅が288kHzを超え600kHz以内ものは1.2GHz帯とする。

占有周波数帯幅が288kHz以内のものは470MHzを超え714MHz以下及び1.2GHz帯とする。

4. 1. 4 空中線電力

50mW以下であること。

4. 1. 5 空中線系

送信空中線の絶対利得は、2.14dBi以下であること。

ただし、1.2GHz帯の周波数の電波を使用するイヤール・モニター（舞台上で使用するモニタースピーカーに出力される音声及びその他の音響の伝送を行うラジオマイクをいう。以下同じ。）用デジタル特定ラジオマイクの場合は7dBi以下であること。

送信空中線の構造は、イヤール・モニターに使用する場合を除き、給電線及び接地装置を有しないものであること。

4. 2 無線設備の技術的条件

4. 2. 1 送信装置

(1) 占有周波数帯幅の許容値

ア 470MHzを超え714MHz以下の周波数の電波を使用するもの：288kHz

イ 1.2GHz帯の周波数の電波を使用するもの：288kHz*及び600kHz

(2) 周波数の許容偏差

$\pm 20 \times 10^{-6}$ とする。

(3) 空中線電力の許容偏差

ア 470MHzを超え714MHz以下の周波数の電波を使用するもの：

上限20%、下限50%とする。

イ 1.2GHz 帯の周波数の電波を使用するもの：上限 50%、下限 50%とする。

(4) スプリアス発射又は不要発射の強度の許容値

ア 470MHz を超え 714MHz 以下の周波数の電波を使用するもの：

(ア) 帯域外領域におけるスプリアス発射の強度の許容値

・ 2.5 μ W 以下とする。

(イ) スプリアス領域における不要発射の強度の許容値

・ 中心周波数から ± 1 MHz 以内：2.5 μ W 以下とする。

・ 470MHz を超え 710MHz 以下の帯域：4nW 以下とする。

・ 上記以外の領域：2.5 μ W 以下とする。

・ なお、上記の条件は、470MHz を超え 714MHz 以下の周波数の電波を使用する他の特定ラジオマイクについても適用することが適当である。

イ 1.2GHz 帯の周波数の電波を使用するもの：

(ア) 帯域外領域におけるスプリアス発射の強度の許容値

・ 2.5 μ W 以下とする。

(イ) スプリアス領域における不要発射の強度の許容値

・ 2.5 μ W 以下とする。

(5) 隣接チャンネル漏えい電力

ア 占有周波数帯幅が 288kHz 以内のもの

搬送波から 500kHz 離れた周波数の (\pm) 144kHz の帯域内において輻射される電力が搬送波電力より 40dB 以上低い値であること。

イ 占有周波数帯幅が 288kHz を超え 600kHz 以内のもの

搬送波から 800kHz 離れた周波数の (\pm) 300kHz の帯域内において輻射される電力が搬送波電力より 40dB 以上低い値であること。

4. 2. 2 受信装置

副次的に発する電波等の限度は、4nW 以下であること。

4. 2. 3 制御装置

(1) 呼出名称記憶装置の機能

備え付けを要しない。

(2) キャリアセンス、送信時間制限装置

備え付けを要しない。

4. 2. 4 筐体

一の筐体に収められており、かつ、容易に開けることができないものであること。

ただし、電源設備、送話器、空中線、付属装置その他これに準ずるもの、イヤール・モニ

ター用ラジオマイクの無線設備の分配装置及び回線補償装置については、この限りでないものとする。

4. 3 測定法

各測定に共通する事項として変調に用いる標準符号化試験信号は、符号長 511 ビットの 2 値擬似雑音系列 ITU-T 勧告 0.150 準拠とする。

4. 3. 1 空中線電力

通常の動作中の送信機から空中線系の給電線に供給される電力であって、変調信号の符号速度と同じ符号速度の標準符号化試験信号を変調器に加えた状態で変調速度の周期に比較して十分長い時間にわたって平均された指定又は定格電力を測定する。なお時間的に非連続送信を行う送信装置については本測定を実施するために連続送信状態に切替え可能であることが適当である。

4. 3. 2 周波数の許容偏差

単一周波数送信かつ連続送信状態における最大の周波数偏差を測定する。本測定を実施するために単一周波数送信かつ連続送信状態に切替え可能であることが適当である。

4. 3. 3 占有周波数帯幅

- (1) 変調信号の符号速度と同じ速度の標準符号化試験信号で得られるスペクトル分布の電力の総和を求める。
- (2) スペクトル分布の上限及び下限部分における電力の和がそれぞれ A で求めた電力の総和の 0.5% となる周波数帯幅を測定する。

4. 3. 4 隣接チャネル漏えい電力

- (1) 占有周波数帯幅が 288kHz 以内のもの

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)を接続し連続送信状態としてスペクトルアナライザ等により測定する。送信装置を変調信号の符号速度と同じ符号速度の標準符号化試験信号を変調器に入力した状態で搬送波の周波数から 500kHz 離れた周波数における $\pm 144\text{kHz}$ の帯域内の電力と、搬送波の中心周波数における技術基準で定められる帯域内の電力との比を測定することが適当である。

- (2) 占有周波数帯幅が 288kHz を超え 600kHz 以内のもの

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)を接続し連続送信状態としてスペクトルアナライザ等により測定する。送信装置を変調信号の符号速度と同じ符号速度の標準符号化試験信号を変調器に入力した状態で搬送波の周波数から 800kHz 離れた周波数における $\pm 300\text{kHz}$ の帯域内の電力と、搬送波の中心周波数における技術基準で定められる帯域内の電力との比を測定することが適当である。

4. 3. 5 スプリアス発射又は不要発射の強度の許容値

スプリアス発射又は不要発射の強度は、空中線又は給電線に供給される周波数ごとのスプリアス発射又は不要発射の平均電力を測定する。不要発射の測定周波数範囲は 30MHz から搬送波周波数の 5 倍以上まで測定すること。なお、スプリアス発射の測定時は無変調として測定する。ただし、運用状態において無変調とならない場合はスプリアス発射の試験を省略することができる。

4. 4 現行方式の特定ラジオマイクの不要発射強度の許容値

470MHz を超え 714MHz 以下の周波数の電波を使用するアナログ特定ラジオマイク及びデジタル特定ラジオマイクのスプリアス領域における不要発射の強度の許容値

- ・ 中心周波数から ± 1 MHz 以内 : $2.5 \mu\text{W}$ 以下とする。
- ・ 470MHz を超え 710MHz 以下の帯域 : 4nW 以下とする。
- ・ 上記以外の領域 : $2.5 \mu\text{W}$ 以下とする。

第5章 テレビホワイトスペース帯における特定ラジオマイクとエリア放送システムとの共用条件

5. 1 検討の前提条件

5. 1. 1 検討の前提条件

「ホワイトスペース利用システムの運用調整の仕組み」(ホワイトスペース利用作業班)(平成25年1月)によれば、地上デジタルテレビジョン放送用周波数帯ホワイトスペース利用システム間の割当上の優先順位は、平成24年1月に取りまとめられた「ホワイトスペース利用システムの共用方針」を基本として考えることが適当であるとしており、優先順位は以下となる。

1	地上デジタルテレビジョン放送
2	特定ラジオマイク
3	エリア放送型システム、センサーネットワーク、災害向け通信システム等のホワイトスペース利用システム

表5. 1. 1 ホワイトスペース利用システム間の優先順位

また、周波数割当計画(平成20年総務省告示第714号)においても、エリア放送については、「放送業務の電気通信業務用(エリア放送用)及び放送用(エリア放送用)によるこの周波数帯の使用は、2013年4月1日以降、470を超え710MHz以下の周波数帯を使用する陸上移動業務の放送事業用(特定ラジオマイク用)及び一般業務用(特定ラジオマイク用)の局に対し、有害な混信を生じさせてはならず、また、同局からの有害な混信に対して保護を要求してはならない」と規定され、平成25年度以降は地上デジタルテレビジョンに加え、特定ラジオマイクに対しても有害な混信を生じさせてはならず、また特定ラジオマイクからの混信に対し、保護を要求してはならないとされている。

5. 1. 2 所要DU比の検討パターン

共用条件の検討にあたっては、上記の優先順位を踏まえ、特定ラジオマイク、デジタル特定ラジオマイクに対するエリア放送(ワンセグ型)、エリア放送(フルセグ型)からの与干渉について検討を行った。

なお、エリア放送のうちNull付ワンセグ型はフルセグ型に含んで検討を行った。

希望波	妨害波
アナログ特定ラジオマイク	エリア放送(ワンセグ型)
	エリア放送(フルセグ型)
デジタル特定ラジオマイク	エリア放送(ワンセグ型)
	エリア放送(フルセグ型)
アナログイヤーマニター	エリア放送(ワンセグ型)
	エリア放送(フルセグ型)

表5. 1. 2 検討パターン

また、周波数間隔については、「移動通信システム委員会報告」（平成 24 年 4 月）では、テレビホワイトスペース帯を使用する特定ラジオマイクのチャンネル間隔について以下のとおりとしているので、エリア放送の中心周波数から 25kHz 毎とした。

4. 1. 7 チャンネル間隔
 現状の特定ラジオマイクはチャンネル間隔を 125kHz として運用されているが、限られた周波数範囲内で使用できるラジオマイクの本数を増加し周波数の有効利用を図る方策としてチャンネル間隔を細分化（5kHz、25kHz 等）する方法が考えられるため、運用面を踏まえてチャンネル間隔を検討することが適当である

よって、下図に示す特定ラジオマイクの中心周波数（エリア放送の中心周波数）から 25kHz 毎の周波数とし、最大±12MHz の帯域幅で検討を行った。

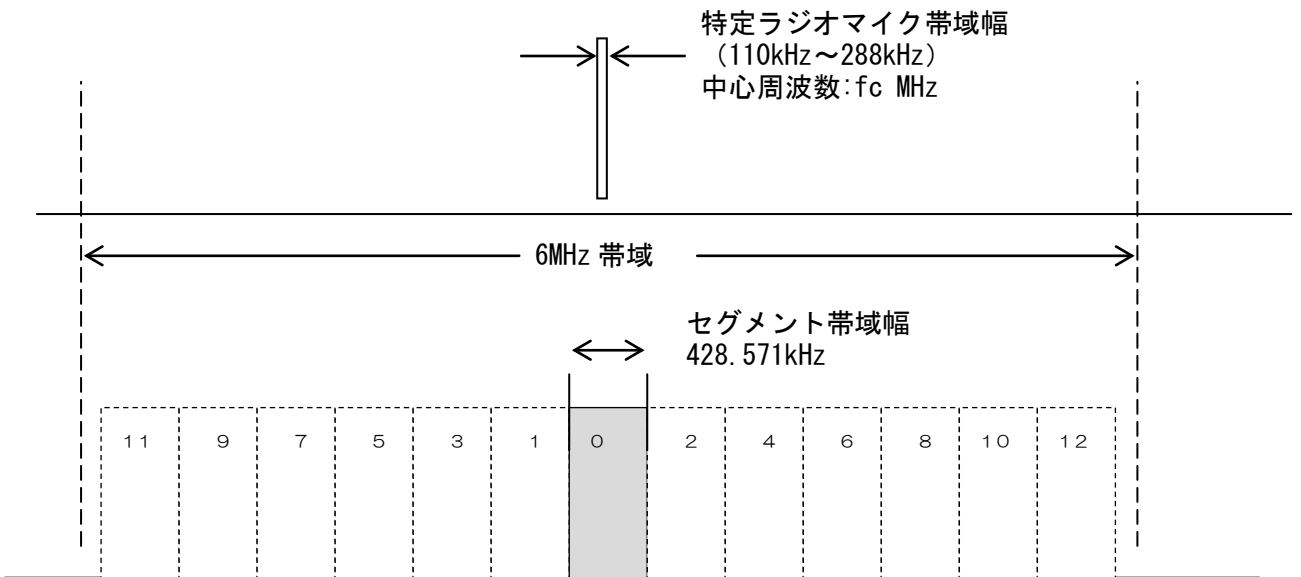


図 5. 1. 2 特定ラジオマイクの周波数間隔とエリア放送システムセグメント配置

5. 2 共用条件の検討

5. 2. 1 所要DU比の調査方法

所要DU比は、希望波を特定ラジオマイクとし、妨害波をエリア放送とした干渉試験（試験系統図は参考資料 2 のとおり）により、下表のとおり特定ラジオマイクの方式ごとに求めた。

方式	試験方法
アナログ特定ラジオマイク	SINAD (A) が 50dB となる DU 比
デジタル特定ラジオマイク	BER が 1×10^{-5} となる DU 比
イヤー・モニター	SINAD (A) が 45dB となる DU 比

表 5. 2. 1 試験条件

エリア放送は、その送信スペクトルが図5. 2. 1又は図5. 2. 2のスペクトルマスク内に収まっていることが規定されていることから、妨害波となるエリア放送においてはスペクトルマスクとおりの送信スペクトラム波を使用している。

なお、中心周波数差が 0kHz 付近は SINAD(A) の変動が激しく、測定誤差が大きい事が考えられたため、複数回測定した値を平均化した。

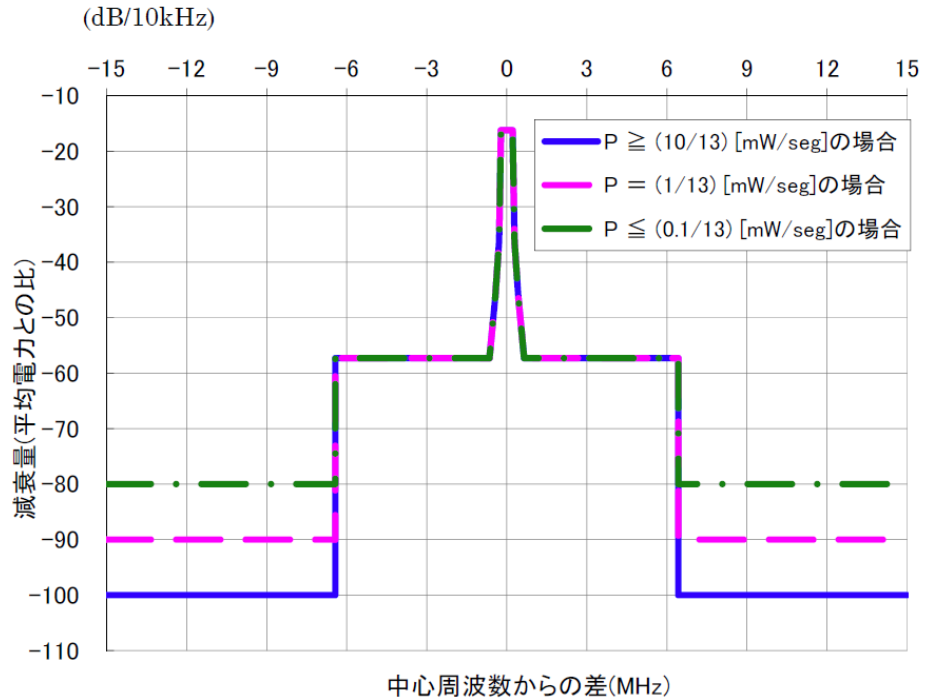


図5. 2. 1 ワンセグ型の送信スペクトルマスク

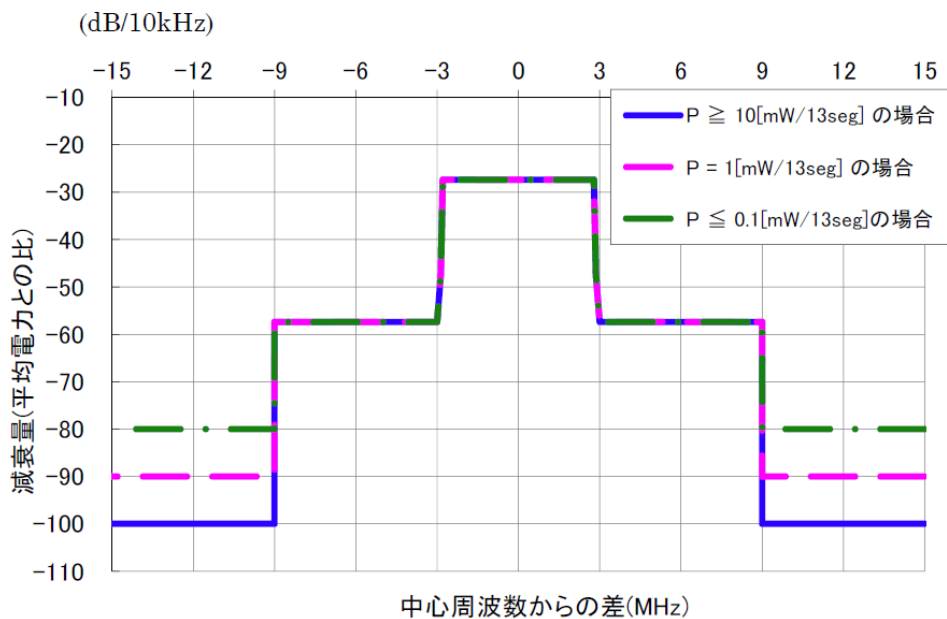


図5. 2. 2 フルセグ型の送信スペクトルマスク

5. 3 共用条件

5. 3. 1 エリア放送から特定ラジオマイクへの共用条件

一般的に混信保護基準としては、I/N基準による方法とD/U基準による方法があるが、特定ラジオマイクとエリア放送システムがホワイトスペースにおいてお互いに共用を行うための条件としては、エリア放送システムは地上一般放送局として固定的な運用であり免許で管理されていることから諸元や運用が明確になっていること、また、ホワイトスペース利用システムの運用調整の仕組みが構築され、今後、運用調整も円滑に行われる想定がされていることから、特定ラジオマイクとエリア放送システムが、ホワイトスペース帯において周波数を効率的に共用するために所要D/U比によることが適当と考えられる。

検討の結果、エリア放送から特定ラジオマイクへの共用条件は以下のとおりである。

なお、第3章で検討しているOFDM方式を使用するデジタル特定ラジオマイクについては、従来のデジタル特定ラジオマイクより耐干渉性に優れていることから、デジタル特定ラジオマイクの共用条件を適用することが適当と考えられる。

妨害波	希望波	アナログ 特定ラジオマイク	イヤード・モニター	デジタル 特定ラジオマイク
	中心周波数差	所要DU比 (dB)		
エリア放送 (ワンセグ型)	±0kHz～225kHz	30.0	21.0	15.0
	±250kHz	25.0	14.0	7.5
	±275kHz	19.0	5.9	1.3
	±300kHz	11.3	0.3	-5.7
	±325kHz	9.5	-1.5	-7.5
	±350kHz	7.7	-3.3	-9.3
	±375kHz	5.9	-5.1	-11.1
	±400kHz	4.1	-6.9	-12.9
	±425kHz	2.6	-8.7	-14.6
	±450kHz	0.7	-10.0	-16.1
	±475kHz	-0.9	-11.3	-17.5
	±500kHz	-2.5	-12.6	-18.8
	±525kHz	-4.0	-13.9	-20.2
	±550kHz	-5.6	-15.1	-21.5
	±575kHz	-7.2	-16.4	-23.0
	±600kHz	-8.8	-17.7	-24.3
	±625kHz	-10.4	-19.0	-25.6
	±650kHz～6425kHz	-12.0	-20.4	-27.0
±6450kHz～12000kHz	-58.0	-53.0	-66.0	

表 5. 3. 1 エリア放送 (ワンセグ型) との所要 DU 比

妨害波	希望波	アナログ 特定ラジオマイク	イヤ－・モニター	デジタル 特定ラジオマイク
	エリア放送 (フルセグ型)	中心周波数差	所要 DU 比 (dB)	
±0kHz～2800kHz		18.0	10.3	3.0
±2825kHz		8.0	7.6	-7.0
±2850kHz		1.0	4.9	-14.1
±2875kHz		-3.1	2.3	-18.1
±2900kHz		-4.9	-2.2	-19.9
±2925kHz		-6.6	-6.6	-21.6
±2950kHz		-8.4	-11.1	-23.4
±2975kHz		-10.2	-15.5	-25.2
±3000kHz～±9000kHz		-12.0	-20.0	-27.0
±9025kHz～±12000kHz		-56.0	-48.0	-66.0

表 5. 3. 1. 2 エリア放送（フルセグ型）との所要 DU 比

5. 3. 2 エリア放送以外のホワイトスペース利用システムとの共用条件

特定ラジオマイクとエリア放送以外のホワイトスペース利用システムとの共用条件については、免許条件や技術条件が未定であるため、それらの検討とあわせ共用条件の検討が必要である。

V 検討結果

移動通信システム委員会は、情報通信審議会諮問第 2009 号「小電力の無線システムの高度化に必要な技術的条件」(平成 14 年 9 月 30 日諮問)のうち「デジタル特定ラジオマイクの技術的条件等」について、別添のとおり一部答申(案)を取りまとめた。

情報通信技術分科会 移動通信システム委員会 構成員

(平成 25 年 1 月 6 日現在 敬称略・五十音順)

氏名	主要現職
主査 専門委員 安藤 真	東京工業大学大学院 理工学研究科 教授
主査代理 専門委員 門脇 直人	(独) 情報通信研究機構 ワイヤレスネットワーク研究所長
専門委員 飯塚 留美	(一財) マルチメディア振興センター 電波利用調査部 主任研究員
” 伊藤 数子	(株) パステルラボ 代表取締役社長
” 伊藤 泰宏	日本放送協会放送技術研究所 放送ネットワーク研究部長
” 大寺 廣幸	(一社) 日本民間放送連盟 理事待遇研究所長
” 加治佐 俊一	日本マイクロソフト(株) 業務執行役員 最高技術責任者
” 唐沢 好男	電気通信大学大学院 情報理工学研究科 教授
” 川嶋 弘尚	慶應義塾大学 名誉教授
” 菊井 勉	(一社) 全国陸上無線協会 事務局長
” 河野 隆二	横浜国立大学大学院 工学研究院 教授
” 小林 久美子	日本無線(株) 研究開発本部 研究所 ネットワークフロンティア チームリーダー
” 藤原 功三	(一社) 日本アマチュア無線連盟 参与
” 本多 美雄	欧州ビジネス協会 電気通信機器委員会 委員長
” 松尾 綾子	(株) 東芝 研究開発センター ワイヤレスシステムラボラトリー研究主務
” 森川 博之	東京大学 先端科学技術研究センター 教授
” 矢野 由紀子	日本電気(株) クラウドシステム研究所 シニアエキスパート
” 吉田 英邦	日本電信電話(株) 技術企画部門 電波室長
” 若尾 正義	元(一社) 電波産業会 専務理事

情報通信審議会 情報通信技術分科会 移動通信システム委員会
 特定ラジオマイク作業班 構成員

(平成 25 年 3 月 4 日現在)

氏名	主要現職
【主任】 若尾 正義	元（一社）電波産業会 専務理事
【主任代理】 菊井 勉	（一社）全国陸上無線協会 事務局長
阿部 健彦	（株）テレビ朝日 技術局制作技術センター 設備担当部長
石川 剛	（株）フジテレビジョン 技術局 制作技術センター 制作技術部 副部長
伊藤 博	（社）日本演劇興行協会
濱住 啓之	日本放送協会 放送技術研究所 放送ネットワーク研究部 主任研究員
小川 一朗	ソニーイーエムシーエス（株） 設計第 2 部門 設計 3 部 設計 1 課
片柳 幸夫	日本テレビ放送網（株） 技術統括局技術戦略センター 技術戦略部 戦略担当部長
栗原 紹弘	パナソニックシステムネットワークス（株）
五味 貞博	（一社）電波産業会 小電力無線局作業班 ラジオマイクWG リーダ
佐野 康順	（社）日本芸能実演家団体協議会 芸能文化振興部 研修・教育課 課長
鈴木 雅彦	ゼンハイザージャパン（株） プロダクトマーケティング／I S マネージャー
高田 仁	（社）日本民間放送連盟 企画部 主幹
田中 章夫	特定ラジオ利用者連盟 理事長
田中 英治	（株）テレビ東京 技術局制作技術部 兼 技術開発部
田中 智久	ティーオーエー（株） 開発部無線開発課 課長
蔦岡 智	シュア・ジャパン・リミテッド アプリケーションエンジニア
宮前 真二	（株）タムラ製作所 ブロードコム事業部技術統括部開発 2 G プロジェクトリーダー
村上 信高	（株）TBS テレビ 技術局 報道技術部
吉田 英明	日本舞台音響家協会 常任理事

別 添

諮問第 2009 号

「小電力の無線システムの高度化に必要な技術的条件」のうち「デジタル特定ラジオマイクの技術的条件等」についての一部答申

諮問第 2009 号「小電力の無線システムの高度化に必要な技術的条件」のうち「デジタル特定ラジオマイクの技術的条件等」についての一部答申

低遅延型デジタル特定ラジオマイクの技術的条件等については、次のとおり定めることが適当である。

1. 1 一般的条件

1. 1. 1 通信方式

単向通信方式又は同報通信方式であること。

1. 1. 2 変調方式

直交周波数分割多重方式であること。

なお、キャリア変調方式は 16 値直交振幅変調 (16QAM) 方式、4 相位相変調 (QPSK) 方式とする。

1. 1. 3 使用周波数帯

占有周波数帯幅が 288kHz を超え 600kHz 以内ものは 1.2GHz 帯とする。

占有周波数帯幅が 288kHz 以内のものは 470MHz を超え 714MHz 以下及び 1.2GHz 帯とする。

1. 1. 4 空中線電力

50mW 以下であること。

1. 1. 5 空中線系

送信空中線の絶対利得は、2.14dBi 以下であること。

ただし、1.2GHz 帯の周波数の電波を使用するイヤースピーカー・モニター（舞台上で使用するモニタースピーカー）に出力される音声及びその他の音響の伝送を行うラジオマイクをいう。以下同じ。）用デジタル特定ラジオマイクの場合は 7dBi 以下であること。

送信空中線の構造は、イヤースピーカー・モニターに使用する場合を除き、給電線及び接地装置を有しないものであること。

1. 2 無線設備の技術的条件

1. 2. 1 送信装置

(1) 占有周波数帯幅の許容値

ア 470MHz を超え 714MHz 以下の周波数の電波を使用するもの：288kHz

イ 1.2GHz 帯の周波数の電波を使用するもの：288kHz 及び 600kHz

(2) 周波数の許容偏差

±20×10⁻⁶とする。

(3) 空中線電力の許容偏差

ア 470MHz を超え 714MHz 以下の周波数の電波を使用するもの：

上限 20%、下限 50%とする。

イ 1.2GHz 帯の周波数の電波を使用するもの：上限 50%、下限 50%とする。

(4) スプリアス発射又は不要発射の強度の許容値

ア 470MHz を超え 714MHz 以下の周波数の電波を使用するもの：

(ア) 帯域外領域におけるスプリアス発射の強度の許容値

・ 2.5 μ W 以下とする。

(イ) スプリアス領域における不要発射の強度の許容値

・ 中心周波数から \pm 1 MHz 以内：2.5 μ W 以下とする。

・ 470MHz を超え 710MHz 以下の帯域：4nW 以下とする。

・ 上記以外の領域：2.5 μ W 以下とする。

・ なお、上記の条件は、470MHz を超え 714MHz 以下の周波数の電波を使用する他の特定ラジオマイクについても適用することが適当である。

イ 1.2GHz 帯の周波数の電波を使用するもの：

(ア) 帯域外領域におけるスプリアス発射の強度の許容値

・ 2.5 μ W 以下とする。

(イ) スプリアス領域における不要発射の強度の許容値

・ 2.5 μ W 以下とする。

(5) 隣接チャネル漏えい電力

ア 占有周波数帯幅が 288kHz 以内のもの

搬送波から 500kHz 離れた周波数の (\pm) 144kHz の帯域内において輻射される電力が搬送波電力より 40dB 以上低い値であること。

イ 占有周波数帯幅が 288kHz を超え 600kHz 以内のもの

搬送波から 800kHz 離れた周波数の (\pm) 300kHz の帯域内において輻射される電力が搬送波電力より 40dB 以上低い値であること。

1. 2. 2 受信装置

副次的に発する電波等の限度は、4nW 以下であること。

1. 2. 3 制御装置

(1) 呼出名称記憶装置の機能

備え付けを要しない。

(2) キャリアセンス、送信時間制限装置

備え付けを要しない。

1. 2. 4 筐体

一の筐体に収められており、かつ、容易に開けることができないものであること。

ただし、電源設備、送話器、空中線、付属装置その他これに準ずるもの、イヤール・モニター用

ラジオマイクの無線設備の分配装置及び回線補償装置については、この限りでないものとする。

1. 3 測定法

各測定に共通する事項として変調に用いる標準符号化試験信号は、符号長 511 ビットの 2 値擬似雑音系列 ITU-T 勧告 0.150 準拠とする。

1. 3. 1 空中線電力

通常の動作中の送信機から空中線系の給電線に供給される電力であって、変調信号の符号速度と同じ符号速度の標準符号化試験信号を変調器に加えた状態に変調速度の周期に比較して十分長い時間にわたって平均された指定又は定格電力を測定する。なお時間的に非連続送信を行う送信装置については本測定を実施するために連続送信状態に切替え可能であることが適当である。

1. 3. 2 周波数の許容偏差

単一周波数送信かつ連続送信状態における最大の周波数偏差を測定する。本測定を実施するために単一周波数送信かつ連続送信状態に切替え可能であることが適当である。

1. 3. 3 占有周波数帯幅

- (1) 変調信号の符号速度と同じ速度の標準符号化試験信号で得られるスペクトル分布の電力の総和を求める。
- (2) スペクトル分布の上限及び下限部分における電力の和がそれぞれ A で求めた電力の総和の 0.5% となる周波数帯幅を測定する。

1. 3. 4 隣接チャネル漏えい電力

- (1) 占有周波数帯幅が 288kHz 以内のもの

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)を接続し連続送信状態としてスペクトルアナライザ等により測定する。送信装置を変調信号の符号速度と同じ符号速度の標準符号化試験信号を変調器に入力した状態で搬送波の周波数から 500kHz 離れた周波数における $\pm 144\text{kHz}$ の帯域内の電力と、搬送波の中心周波数における技術基準で定められる帯域内の電力との比を測定することが適当である。

- (2) 占有周波数帯幅が 288kHz を超え 600kHz 以内のもの

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)を接続し連続送信状態としてスペクトルアナライザ等により測定する。送信装置を変調信号の符号速度と同じ符号速度の標準符号化試験信号を変調器に入力した状態で搬送波の周波数から 800kHz 離れた周波数における $\pm 300\text{kHz}$ の帯域内の電力と、搬送波の中心周波数における技術基準で定められる帯域内の電力との比を測定することが適当である。

1. 3. 5 スプリアス発射又は不要発射の強度の許容値

スプリアス発射又は不要発射の強度は、空中線又は給電線に供給される周波数ごとのスプリアス発射又は不要発射の平均電力を測定する。不要発射の測定周波数範囲は 30MHz から搬送波周波

数の5倍以上まで測定すること。なお、スプリアス発射の測定時は無変調として測定する。ただし、運用状態において無変調とならない場合はスプリアス発射の試験を省略することができる。

2. 1 現行方式の特定ラジオマイクの不要発射強度の許容値

470MHz を超え 714MHz 以下の周波数の電波を使用するアナログ特定ラジオマイク及びデジタル特定ラジオマイクのスプリアス領域における不要発射の強度の許容値

- ・ 中心周波数から± 1 MHz 以内 : 2.5 μ W 以下とする。
- ・ 470MHz を超え 710MHz 以下の帯域 : 4nW 以下とする。
- ・ 上記以外の領域 : 2.5 μ W 以下とする。

参考資料 1

低遅延型デジタル特定ラジオマイクの回線設計

1 前提条件

(1) 運用形態及び標準伝搬路モデル

低遅延型デジタル特定ラジオマイクの運用形態として多種多様な運用形態が想定されるが、回線設計を単純化するためここでは屋内・屋外の見通し内運用について検討を行う。回線設計における標準伝搬路モデルを図1に示す。

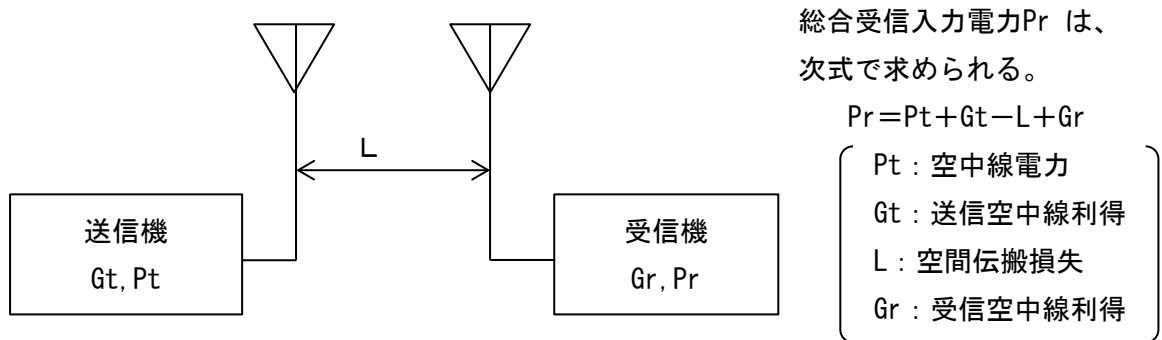


図1 標準伝搬路モデル

(2) 使用周波数範囲

前提条件として、低遅延型デジタル特定ラジオマイクの使用周波数範囲は、1.2GHz帯とする。

(3) 空中線電力

低遅延型デジタル特定ラジオマイクの空中線電力は、1.2GHz帯を使用する特定ラジオマイクの技術的条件による50mW以下とする。

(4) 空中線利得

ア 送信空中線

特定ラジオマイクは、手持ち使用又は人体仕込み(装着)使用が一般的である。さらに、送信空中線には1/4波長ホイップ型(利得0.85dBi)が使用されていることから、利用時における送信空中線利得は大幅に低下する。

参考文献1による、2ピース型とハンド型の放射特性を図2、3に示す。また、人体によるアンテナ利得損を表1に示す。

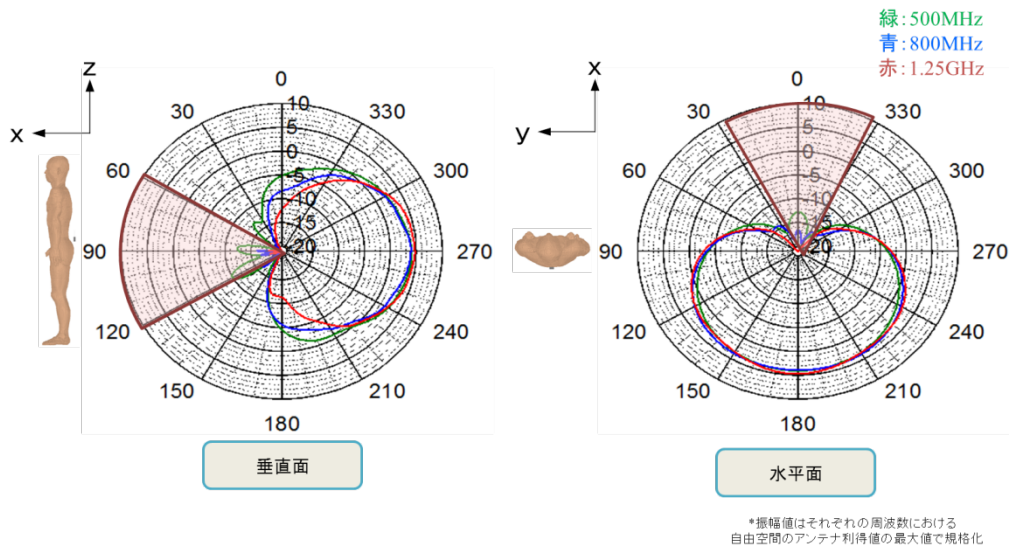


図2 2ピース型の放射特性

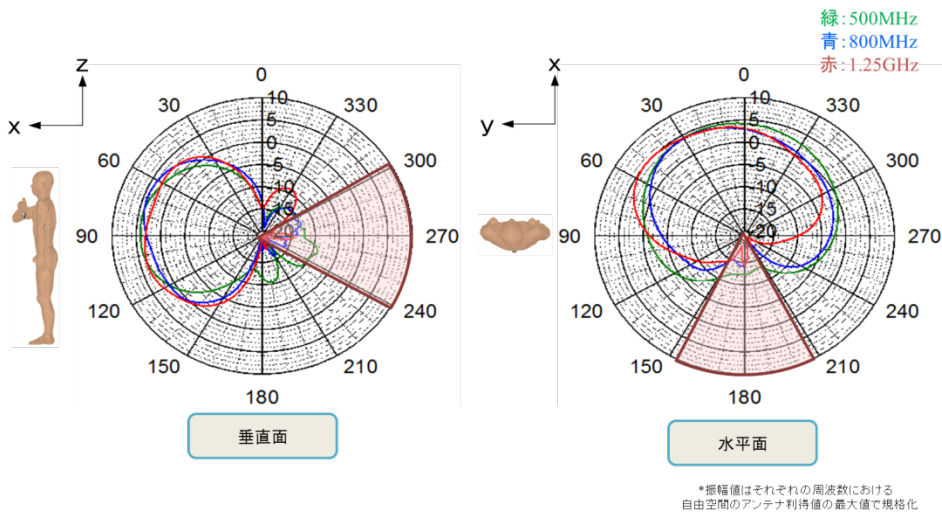


図3 ハンド型の放射特性

表1 人体によるアンテナ利得損

周波数	アンテナ利得損(遮蔽損)	
	ハンド型	2ピース型
800MHz	12.5dB	15.2dB
1.25GHz	14.5dB	18.5dB

情報通信審議会情報通信技術分科会 移動通信システム委員会報告によると、800MHz 特定ラジオマイクの回線設計で用いた人体遮蔽損失は

- ・2ピース (800MHz) 18dB
- ・ハンド型 (800MHz) 8dB

であった。また、「700-900MHz帯における周波数有効利用のための特定ラジオマイクの

移行先周波数における技術的条件」に関する検討（平成24年3月）によれば、1.2GHz帯の人体の遮蔽損失を800MHz帯と比較して3dB多いとしている。表1によれば800MHzと1.2GHzの遮蔽損差は2dB～3.3dBであるので、1.2GHz帯における人体のアンテナ利得損を以下とした。

- ・2ピース（1.2GHz） $18+3=21\text{dB}$
- ・ハンド型（1.2GHz） $8+3=11\text{dB}$

イ 受信空中線

特定ラジオマイクの受信機に使用される空中線は、 $1/2$ 波長ダイポール空中線が一般的であることから、ここでは、受信空中線利得を 2.14dBi とする。

（5）回線品質

デジタル方式の場合、回線品質をビット誤り率(Bit Error Rate 以下「BER」という。)で規定する。

低遅延型デジタル特定ラジオマイクに求められる音声品質を得るためには、 $\text{BER } 10^{-5}$ 以下となることが望ましい。OFDM(16QAM)方式、OFDM(QPSK)方式で $\text{BER } 10^{-5}$ を確保するための理想的なC/N 値(C/N_0)は、参考文献2によれば、図4及び図5に示すように次のとおりとなる。

OFDM(16QAM)方式の場合

$$C/N_0(16QAM) = 13.8\text{dB}$$

OFDM(QPSK)方式の場合

$$C/N_0(QPSK) = 7.5\text{dB}$$

また、参考文献3により、 $\pi/4$ シフトQPSK 遅延検波、D8PSK 遅延検波で $\text{BER } 10^{-5}$ を確保するための理想的なC/N 値(C/N_0)は次のとおりとなる。

$\pi/4$ シフトQPSK 遅延検波の場合

$$C/N_0(QPSK) = E_b/N_0(12.5\text{dB}) + 10\log(2\text{bit/symbol}) = 15.5\text{dB}$$

D8PSK 遅延検波の場合

$$C/N_0(8PSK) = E_b/N_0(16.0\text{dB}) + 10\log(3\text{bit/symbol}) = 20.8\text{dB}$$

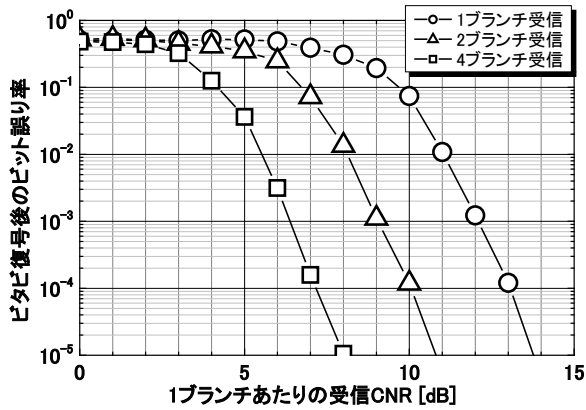


図4 標準マイク・イヤール・モニター伝送モードのAWGN特性(16QAM)

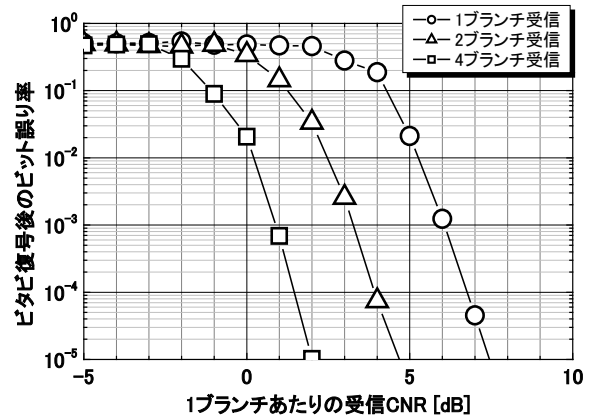


図5 高耐干渉マイク伝送モードのAWGN特性(QPSK)

(6) 空間伝搬損失

送信空中線高は、手持ち使用を考慮して1.5mとし、受信空中線高は可搬型受信を想定した1.5m及び建物壁面設置を想定した4mの2通りとし、それぞれ「伝搬損失モデル1」「伝搬損失モデル2」とする。

図6に送信空中線高1.5m、受信空中線高1.5mを想定した伝搬損失モデル1を、図7に送信空中線高1.5m、受信空中線高4mを想定した伝搬損失モデル2を示す。

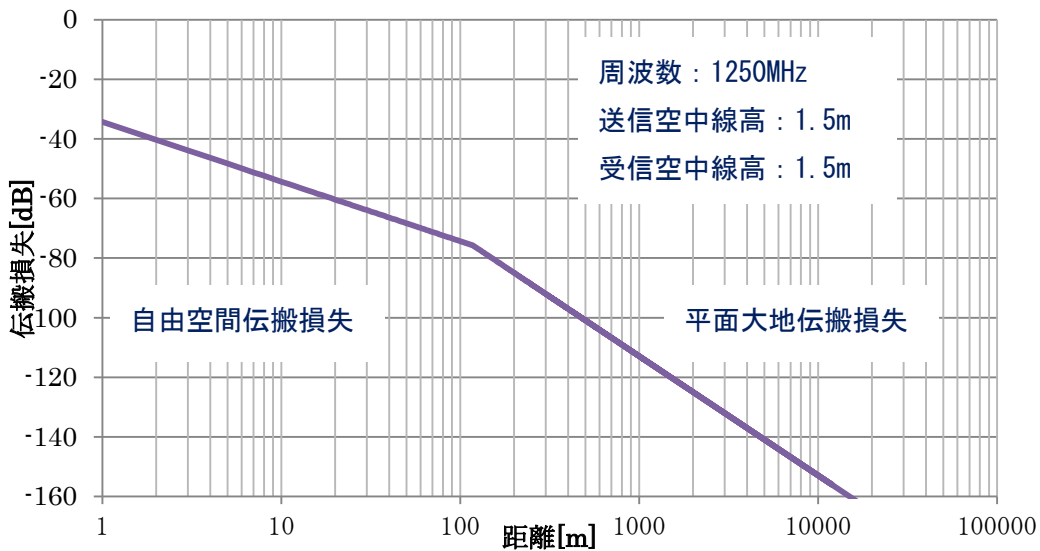


図6 伝搬損失モデル1

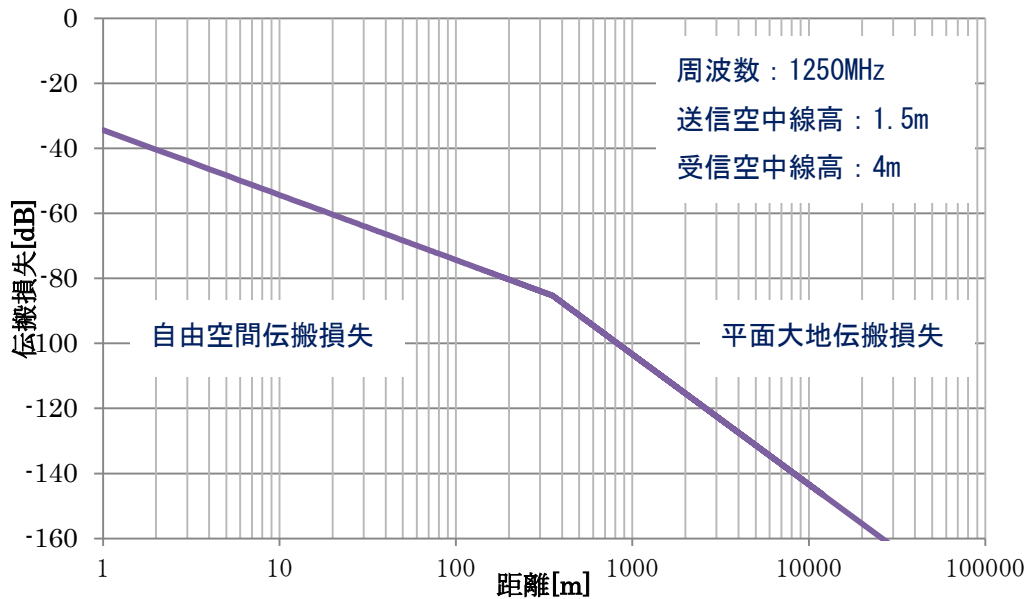


図7 伝搬損失モデル2

(7) 使用環境におけるサービスエリア

ア 屋外での使用

アリーナ、ドーム球場等を想定したコンサート又は、ニュース取材・スポーツ中継等の場合のサービスエリアは、半径100mとする。また、受信空中線を建物壁面等に設置可能であることから、受信空中線高を1.5m及び4mとする。

イ 屋内での使用

イベント会場やアミューズメント施設・舞台等を想定した場合のサービスエリアは半径60mとし、いずれも可搬型受信機による使用及び高い場所に受信空中線の設置が可能であることから、受信空中線高を1.5m及び4mとする。

(8) 所要受信入力

現行デジタル方式と低遅延型デジタル特定ラジオマイクの所要受信機入力を表2に示す。

前提条件として現行デジタル方式のシンボルレートは広帯域伝送の192ksymbol/secとする。

受信側の所要受信入力電力 P_r は次式のとおり定義する。

$$P_r = N_{in} + NF + L_h + C/N_o \text{ [dBm]}$$

N_{in} : 受信機の入力端における雑音

$$N_{in} = 10 \log(kTB \times 10^3) \text{ [dBm]}$$

k : ボルツマン係数 $k = 1.38 \times 10^{-23}$ [J/K]

T : 温度 [°C]

B : 等価雑音帯域幅 [Hz] (192ksymbol/sec の場合、192kHz)

(低遅延型デジタル特定ラジオマイクの場合、600kHz)

NF : ケーブルロスを含む受信系の雑音指数 [dB]

(ここでは、6dB と想定する。)

Lh : 変調系や復調器の性能等による固定劣化 [dB]

(ここでは、4dB と想定する。)

C/No : BER=10⁻⁵ での理論上の所要C/N

(前述 (5) のとおり、QPSK の場合15.5dB、8PSK の場合20.8dB、低遅延16QAM の場合13.8dB、低遅延QPSKの場合7.5dBとする。)

これらをもとに、 $\pi/4$ シフトQPSK 遅延検波の場合、D8PSK 遅延検波の場合、低遅延16QAMの場合、低遅延QPSKの場合の所要受信入力電力Pr を求めると、表2 所要受信機入力条件に示すとおり、

$$Pr(QPSK) = -95.3 \text{ [dBm]}$$

$$Pr(8PSK) = -90.0 \text{ [dBm]}$$

$$Pr(\text{低遅延16QAM}) = -92.0 \text{ [dBm]}$$

$$Pr(\text{低遅延QPSK}) = -98.3 \text{ [dBm]}$$

となる。

これらをもとに、所要受信機入力電圧(開放端)Er (Er = Pr +113 (dB μ V EMF))を求めると、

$$Er(QPSK) = -95.3 + 113 = 17.7 \text{ [dB}\mu\text{V EMF]}$$

$$Er(8PSK) = -90.0 + 113 = 23.0 \text{ [dB}\mu\text{V EMF]}$$

$$Er(\text{低遅延16QAM}) = -92.0 + 113 = 21.0 \text{ [dB}\mu\text{V EMF]}$$

$$Er(\text{低遅延QPSK}) = -98.3 + 113 = 14.7 \text{ [dB}\mu\text{V EMF]}$$

【参考】 dBm \rightarrow dB μ V EMF 換算

$$\text{dBm (電力系)} : Pr = 10 * \log(\text{mW})$$

$$\text{dB}\mu\text{V (電圧系)} : Er = 20 * \log(\mu\text{V})$$

ここで、

V : 電圧 (V)、W : 電力 (W)

$W = V^2/R$ を用いてdBm をdB μ V で表現すると

$$Pr = 10 * \log(W/10^{-3})$$

$$= 20 * \log(V/10^{-6}) + 10 * \log(10^{-9}/R)$$

(R = 50 Ω より)

$$Pr = Er - 107$$

さらに、50 Ω 終端系であることから、開放端 : EMF では振幅が2倍 (6dB)

になるので、

$$Pr = Er - (107+6)$$

$$\rightarrow Er = Pr +113 \text{ (dB}\mu\text{V EMF)}$$

表 2 所要受信機入力条件

	現行デジタル型		低遅延デジタル型	
	$\pi/4$ シフト QPSK	D8PSK	16QAM	QPSK
送信周波数[MHz]	1250	1250	1250	1250
送信空中線の高さ ht[m]	1.5	1.5	1.5	1.5
受信空中線の高さ ht[m]	1.5	1.5	1.5	1.5
送信出力[dBm]	10	10	10	10
送信アンテナ利得[dBi]	0.85	0.85	0.85	0.85
実効放射電力[dBm]	10.9	10.9	10.9	10.9
伝送距離[m]	60	60	60	60
自由空間伝搬損失[dB]	69.9	69.9	69.9	69.9
人体によるアンテナ利得損(ハンド型)[dB]	11	11	11	11
受信アンテナ利得[dBi]	2.14	2.14	2.14	2.14
自由空間受信電力[dBm]	-57.0	-57.0	-57.0	-57.0
受信電力[dBm]	-68	-68	-68	-68
ボルツマン定数[dBm/(Hz·K)]	-198.6	-198.6	-198.6	-198.6
標準温度[dBK]	25	25	25	25
信号帯域幅[kHz]	192	192	600	600
信号帯域幅[dBHz]	52.8	52.8	58	58
受信機雑音指数[dB]	6	6	6	6
受信機の固定劣化[dB]	4	4	4	4
受信機熱雑音[dBm]	-114.8	-114.8	-109.8	-109.8
所要 C/N[dB]	15.5	20.8	13.8	7.5
受信 C/N[dB]	42.8	42.8	37.9	37.9
所要受信機入力電力 Pr[dBm]	-95.3	-90.0	-92.0	-98.3
所要受信機入力電圧 Er(dB μ V EMF)	17.7	23.0	21.0	14.7

(9) フェージングマージン

ラジオマイクは受信側でダイバーシティ合成をする運用を行うことが一般的である。現状の製品レベルでは 2 受信のダイバーシティ合成を行っているものがある一方、低遅延型デジタル特定ラジオマイクでは 4 受信のダイバーシティ合成についても検討している。

そこで、本検討における回線設計については 2 受信のダイバーシティと 4 受信のダイバーシティについて検討する。フェージングマージンについては参考文献 3 で検討された例があり、その例に従って計算する。

ダイバーシティを用いる際、独立にレイリー変動する M 個のブランチで、かつおのおの

のブランチの平均 SNR (Signal to Noise Ratio) が等しい場合の合成後の SNR を γ とする。また、おのおののブランチの平均 SNR を Γ とすると、最大比合成法では累積確率分布関数を式(1)のように表すことができる。

$$F(\gamma) = 1 - \exp\left(-\frac{\gamma}{\Gamma}\right) \sum_{m=1}^M \frac{(\gamma/\Gamma)^{m-1}}{(m-1)!} \quad (1)$$

この式に基づき、最大比合成の特性を図 8 に示す。

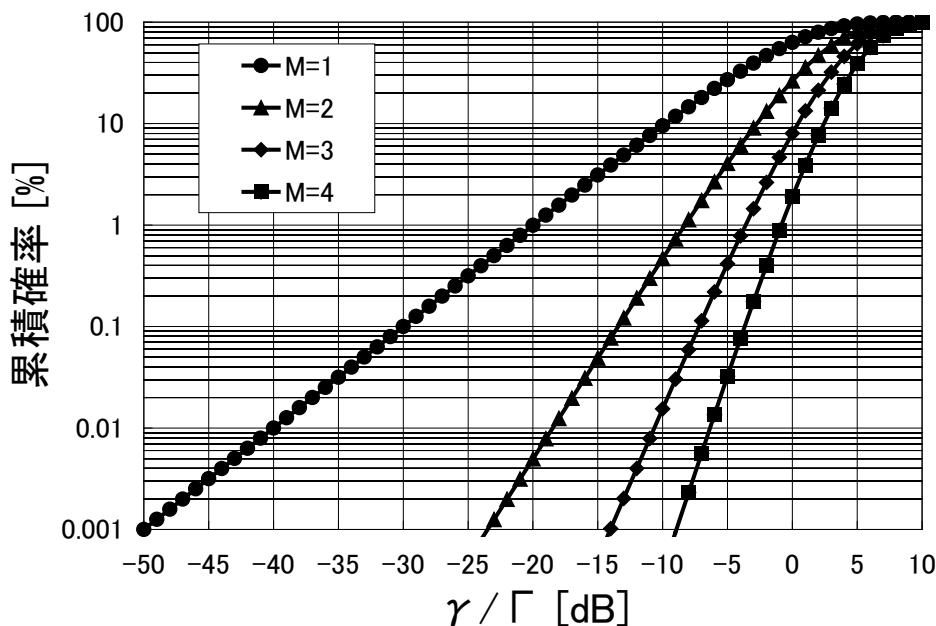


図 8 最大比合成のダイバーシティ効果

図 8 より、累積確率が 0.001% を基準にすると、ブランチ数 M が 2 の場合、 γ/Γ が -23.5 [dB] となる。このことから、参考文献 3 ではブランチ数が 2 の場合についてフェージングマージンを 23.5 [dB] と設定している。本検討においてもこの設定に従い、式(1)より、ブランチ数 M が 4 の場合はフェージングマージンを 8.9 [dB] とする。

2 回線設計結果

(1) 低遅延型デジタル特定ラジオマイク (1.2GHz 帯)

1 の前提条件をもとに回線設計を行った。回線設計においては、現行のリニア方式アナログ特定ラジオマイク (参考文献 4) と低遅延型デジタル特定ラジオマイクについて計算した。その結果を表 3 ~ 表 6 に示す。

伝送距離 100m では送信出力が 50mW で 4 受信ダイバーシティを使用することにより運用可能となる。また、伝送距離 60m では送信出力が 10mW でも 4 受信ダイバーシティを使用することにより運用可能となる。

イヤール・モニターでの回線設計を表 7 に示す。イヤール・モニターでは送信出力を 50mW、

送信空中線の高さを 1.5m 及び 4m として検討した。送信空中線高 4m と受信空中線高 1.5m のフェージングマージンを 18.5dB とした[小電力委員会報告：情報通信審議会 情報通信技術分科会（平成 20 年）]。送信アンテナ高が 1.5m の場合で伝送距離が 40m となり、送信アンテナ高が 4m の場合では伝送距離が 80m となった。さらに、送信アンテナ利得を 7dBi とすると、伝搬距離が 100m となり要求条件を満たすこととなった。

参考文献 1

小郷直人、濱住啓之：“特定ラジオマイクの周波数移行に向けた回線設計の検討” 映像情報メディア学会技術報告 Vol. 36, No. 53 BCT2012-102 (Dec. 2012)

参考文献 2

田口 誠、中村 円香、居相 直彦、岡野 正寛、濱住 啓之：“特定ラジオマイク用低遅延デジタル伝送方式の検討” 映像情報メディア学会技術報告 Vol. 36, No. 51 BCT2012-101 (Nov. 2012)

参考文献 3

“「小電力の無線システムの高度化に必要な技術的条件」のうち「特定ラジオマイクの高度化に向けた技術的条件」,” 情報通信審議会 諮問第 2009 号, Jan. 2007.

参考文献 4

“ワイヤレスマイクロホン開発部会研究開発報告書”、RCR TR-15,
(財)電波システム開発センターワイヤレスマイクロホン開発部会、昭和 63 年 6 月

表3 伝送距離 100m (16QAM:送信出力 50mW)

	アナログ (ハンド型)	低遅延型 デジタル 16QAM (ハンド型)	アナログ (2ピース型)	低遅延型 デジタル 16QAM (2ピース型)
送信周波数[MHz]	1250	1250	1250	1250
送信空中線の高さ ht[m]	1.5	1.5	1.5	1.5
受信空中線の高さ ht[m]	1.5	1.5	1.5	1.5
送信出力[dBm]	17	17	17	17
送信アンテナ利得[dBi]	0.85	0.85	0.85	0.85
実効放射電力[dBm]	17.9	17.9	17.9	17.9
伝送距離[m]	100	100	100	100
自由空間伝搬損失[dB]	74.4	74.4	74.4	74.4
人体によるアンテナ利得損[dB]	11.0	11.0	21.0	21.0
受信アンテナ利得[dBi]	2.14	2.14	2.14	2.14
自由空間受信電力[dBm]	-54.4	-54.4	-54.4	-54.4
受信電力[dBm]	-65.4	-65.4	-75.4	-75.4
ボルツマン定数[dBm/(Hz・K)]	-198.6	-198.6	-198.6	-198.6
標準温度[dBK]	25	25	25	25
信号帯域幅[kHz]	330	600	330	600
信号帯域幅[dBHz]	55.2	58	55.2	58
受信機雑音指数[dB]	6	6	6	6
受信機の固定劣化[dB]	4	4	4	4
受信機熱雑音[dBm]	-112.4	-109.8	-112.4	-109.8
所要 S/N[dB]	60	-	60	-
ベースバンド帯域幅[kHz]	15	-	15	-
周波数偏移[kHz]	150	-	150	-
FM改善度[dB]	24.8	-	24.8	-
エンファシス時定数[μs]	50	-	50	-
FM エンファシス改善度[dB]	10.2	-	10.2	-
フェージングマージン(2 受信)	23.5	23.5	23.5	23.5
フェージングマージン(4 受信)	8.9	8.9	8.9	8.9
所要 C/N[dB]	25.1	13.8	25.1	13.8
受信 C/N[dB]	43.0	40.4	33.0	30.4
マージン[dB] (2 受信ダイバーシティ)	-5.5	3.1	-15.5	-6.9
マージン[dB] (4 受信ダイバーシティ)	-	17.7	-	7.7

表 4 伝送距離 60m (16QAM:送信出力 10mW)

	アナログ (ハンド型)	低遅延型 デジタル 16QAM (ハンド型)	アナログ (2ピース型)	低遅延型 デジタル 16QAM (2ピース型)
送信周波数[MHz]	1250	1250	1250	1250
送信空中線の高さ ht[m]	1.5	1.5	1.5	1.5
受信空中線の高さ ht[m]	1.5	1.5	1.5	1.5
送信出力[dBm]	10	10	10	10
送信アンテナ利得[dBi]	0.85	0.85	0.85	0.85
実効放射電力[dBm]	10.9	10.9	10.9	10.9
伝送距離[m]	60	60	60	60
自由空間伝搬損失[dB]	69.9	69.9	69.9	69.9
人体によるアンテナ利得損[dB]	11.0	11.0	21.0	21.0
受信アンテナ利得[dBi]	2.14	2.14	2.14	2.14
自由空間受信電力[dBm]	-57.0	-57.0	-57.0	-57.0
受信電力[dBm]	-68.0	-68.0	-78.0	-78.0
ボルツマン定数[dBm/(Hz・K)]	-198.6	-198.6	-198.6	-198.6
標準温度[dBK]	25	25	25	25
信号帯域幅[kHz]	330	600	330	600
信号帯域幅[dBHz]	55.2	58	55.2	58
受信機雑音指数[dB]	6	6	6	6
受信機の固定劣化[dB]	4	4	4	4
受信機熱雑音[dBm]	-112.4	-109.8	-112.4	-109.8
所要 S/N[dB]	60	-	60	-
ベースバンド帯域幅[kHz]	15	-	15	-
周波数偏移[kHz]	150	-	150	-
FM改善度[dB]	24.8	-	24.8	-
エンファシス時定数[μ s]	50	-	50	-
FM エンファシス改善度[dB]	10.2	-	10.2	-
フェージングマージン(2 受信)	23.5	23.5	23.5	23.5
フェージングマージン(4 受信)	8.9	8.9	8.9	8.9
所要 C/N[dB]	25.1	13.8	25.1	13.8
受信 C/N[dB]	40.5	37.9	30.5	27.9
マージン[dB] (2 受信ダイバーシティ)	-8.1	0.6	-18.1	-9.4
マージン[dB] (4 受信ダイバーシティ)	-	15.2	-	5.2

表5 伝送距離 100m (QPSK:送信出力 50mW)

	アナログ (ハンド型)	低遅延型デ ジタル QPSK (ハンド型)	アナログ (2 ピース型)	低遅延型 デジタル QPSK (2 ピース型)
送信周波数[MHz]	1250	1250	1250	1250
送信空中線の高さ ht[m]	1.5	1.5	1.5	1.5
受信空中線の高さ ht[m]	1.5	1.5	1.5	1.5
送信出力[dBm]	17	17	17	17
送信アンテナ利得[dBi]	0.85	0.85	0.85	0.85
実効放射電力[dBm]	17.9	17.9	17.9	17.9
伝送距離[m]	100	100	100	100
自由空間伝搬損失[dB]	74.4	74.4	74.4	74.4
人体によるアンテナ利得損[dB]	11.0	11.0	21.0	21.0
受信アンテナ利得[dBi]	2.14	2.14	2.14	2.14
自由空間受信電力[dBm]	-54.4	-54.4	-54.4	-54.4
受信電力[dBm]	-65.4	-65.4	-75.4	-75.4
ボルツマン定数[dBm/(Hz・K)]	-198.6	-198.6	-198.6	-198.6
標準温度[dBK]	25	25	25	25
信号帯域幅[kHz]	330	600	330	600
信号帯域幅[dBHz]	55.2	58	55.2	58
受信機雑音指数[dB]	6	6	6	6
受信機の固定劣化[dB]	4	4	4	4
受信機熱雑音[dBm]	-112.4	-109.8	-112.4	-109.8
所要 S/N[dB]	60	-	60	-
ベースバンド帯域幅[kHz]	15	-	15	-
周波数偏移[kHz]	150	-	150	-
FM改善度[dB]	24.8	-	24.8	-
エンファシス時定数[μs]	50	-	50	-
FM エンファシス改善度[dB]	10.2	-	10.2	-
フェージングマージン(2 受信)	23.5	23.5	23.5	23.5
フェージングマージン(4 受信)	8.9	8.9	8.9	8.9
所要 C/N[dB]	25.1	7.5	25.1	7.5
受信 C/N[dB]	43.0	40.4	33.0	30.4
マージン[dB] (2 受信ダイバーシティ)	-5.5	9.4	-15.5	-0.6
マージン[dB] (4 受信ダイバーシティ)	-	24.0	-	14.0

表 6 伝送距離 60m (QPSK:送信出力 10mW)

	アナログ (ハンド型)	低遅延型 デジタル QPSK (ハンド型)	アナログ (2ピース型)	低遅延型 デジタル QPSK (2ピース型)
送信周波数[MHz]	1250	1250	1250	1250
送信空中線の高さ ht[m]	1.5	1.5	1.5	1.5
受信空中線の高さ ht[m]	1.5	1.5	1.5	1.5
送信出力[dBm]	10	10	10	10
送信アンテナ利得[dBi]	0.85	0.85	0.85	0.85
実効放射電力[dBm]	10.9	10.9	10.9	10.9
伝送距離[m]	60	60	60	60
自由空間伝搬損失[dB]	69.9	69.9	69.9	69.9
人体によるアンテナ利得損[dB]	11.0	11.0	21.0	21.0
受信アンテナ利得[dBi]	2.14	2.14	2.14	2.14
自由空間受信電力[dBm]	-57.0	-57.0	-57.0	-57.0
受信電力[dBm]	-68.0	-68.0	-78.0	-78.0
ボルツマン定数[dBm/(Hz・K)]	-198.6	-198.6	-198.6	-198.6
標準温度[dBK]	25	25	25	25
信号帯域幅[kHz]	330	600	330	600
信号帯域幅[dBHz]	55.2	58	55.2	58
受信機雑音指数[dB]	6	6	6	6
受信機の固定劣化[dB]	4	4	4	4
受信機熱雑音[dBm]	-112.4	-109.8	-112.4	-109.8
所要 S/N[dB]	60	-	60	-
ベースバンド帯域幅[kHz]	15	-	15	-
周波数偏移[kHz]	150	-	150	-
FM改善度[dB]	24.8	-	24.8	-
エンファシス時定数[μs]	50	-	50	-
FM エンファシス改善度[dB]	10.2	-	10.2	-
フェージングマージン(2 受信)	23.5	23.5	23.5	23.5
フェージングマージン(4 受信)	8.9	8.9	8.9	8.9
所要 C/N[dB]	25.1	7.5	25.1	7.5
受信 C/N[dB]	40.5	37.9	30.5	27.9
マージン[dB] (2 受信ダイバーシティ)	-8.1	6.9	-18.1	-3.1
マージン[dB] (4 受信ダイバーシティ)	-	21.5	-	11.5

表7 低遅延型デジタルイヤール・モニター (16QAM:送信出力 50mW)

	低遅延型 デジタル イヤール・モニター	低遅延型 デジタル イヤール・モニター	低遅延型 デジタル イヤール・モニター
送信周波数[MHz]	1250	1250	1250
送信空中線の高さ ht[m]	1.5	4.0	4.0
受信空中線の高さ ht[m]	1.5	1.5	1.5
送信出力[dBm]	17	17	17
送信アンテナ利得[dBi]	2.14	2.14	7.00
実効放射電力[dBm]	19.1	19.1	24.0
伝送距離[m]	40	80	100
自由空間伝搬損失[dB]	66.4	72.4	74.4
人体によるアンテナ利得損[dB]	21.0	21.0	21.0
受信アンテナ利得[dBi]	0.85	0.85	0.85
自由空間受信電力[dBm]	-46.4	-52.5	-49.5
受信電力[dBm]	-67.4	-73.5	-70.5
ボルツマン定数[dBm/(Hz・K)]	-198.6	-198.6	-198.6
標準温度[dBK]	25	25	25
信号帯域幅[kHz]	600	600	600
信号帯域幅[dBHz]	58	58	58
受信機雑音指数[dB]	6	6	6
受信機の固定劣化[dB]	4	4	4
受信機熱雑音[dBm]	-109.8	-109.8	-109.8
フェージングマージン(2 受信)	23.5	18.5	18.5
所要 C/N[dB]	13.8	13.8	13.8
受信 C/N[dB]	38.4	32.4	35.3
マージン[dB] (2 受信ダイバーシティ)	1.1	0.1	3.0

(2) デジタル (OFDM) 方式特定ラジオマイク

同様に、周波数帯域幅 288kHz によるデジタル (OFDM) 方式特定ラジオマイクの回線設計例を示す。表 8 に伝送距離 60m、表 9 に伝送距離 100m の場合を示す。送信周波数は自由空間損失が大きくなる 710MHz とし、送信出力はホワイトスペース帯での運用を考慮して 10mW とした。伝送距離 100m の場合は 4 受信ダイバーシティで伝送マージン 11.8dB となり要求条件を満たすことになった。

表 8 伝送距離 60m (占有周波数帯域 288kHz、送信出力 10mW)

	アナログ (ハンド型)	低遅延型 デジタル 16QAM (ハンド型)	アナログ (2ピース型)	低遅延型 デジタル 16QAM (2ピース型)
送信周波数[MHz]	710	710	710	710
送信空中線の高さ ht[m]	1.5	1.5	1.5	1.5
受信空中線の高さ ht[m]	1.5	1.5	1.5	1.5
送信出力[dBm]	10	10	10	10
送信アンテナ利得[dBi]	0.85	0.85	0.85	0.85
実効放射電力[dBm]	10.9	10.9	10.9	10.9
伝送距離[m]	60	60	60	60
自由空間伝搬損失[dB]	65.0	65.0	65.0	65.0
人体によるアンテナ利得損[dB]	8.0	8.0	18.0	18.0
受信アンテナ利得[dBi]	2.14	2.14	2.14	2.14
自由空間受信電力[dBm]	-52.0	-52.0	-52.0	-52.0
受信電力[dBm]	-60.0	-60.0	-70.0	-70.0
ボルツマン定数[dBm/(Hz・K)]	-198.6	-198.6	-198.6	-198.6
標準温度[dBK]	25	25	25	25
信号帯域幅[kHz]	330	288	330	288
信号帯域幅[dBHz]	55.2	55	55.2	55
受信機雑音指数[dB]	6	6	6	6
受信機の固定劣化[dB]	4	4	4	4
受信機熱雑音[dBm]	-112.4	-113.0	-112.4	-113.0
所要 S/N[dB]	60	-	60	-
ベースバンド帯域幅[kHz]	15	-	15	-
周波数偏移[kHz]	150	-	150	-
FM改善度[dB]	24.8	-	24.8	-
エンファシス時定数[μs]	50	-	50	-
FM エンファシス改善度[dB]	10.2	-	10.2	-
フェージングマージン(2 受信)	23.5	23.5	23.5	23.5
フェージングマージン(4 受信)	8.9	8.9	8.9	8.9
所要 C/N[dB]	25.1	13.8	25.1	13.8
受信 C/N[dB]	48.4	49.0	38.4	39.0
マージン[dB] (2 受信ダイバーシティ)	-0.2	11.7	-10.2	1.7
マージン[dB] (4 受信ダイバーシティ)	-	26.3	-	16.3

表 9 伝送距離 100m (占有周波数帯域 288kHz、送信出力 10mW)

	アナログ (ハンド型)	低遅延型 デジタル 16QAM (ハンド型)	アナログ (2ピース型)	低遅延型 デジタル 16QAM (2ピース型)
送信周波数[MHz]	710	710	710	710
送信空中線の高さ ht[m]	1.5	1.5	1.5	1.5
受信空中線の高さ ht[m]	1.5	1.5	1.5	1.5
送信出力[dBm]	10	10	10	10
送信アンテナ利得[dBi]	0.85	0.85	0.85	0.85
実効放射電力[dBm]	10.9	10.9	10.9	10.9
伝送距離[m]	100	100	100	100
自由空間伝搬損失[dB]	69.5	69.5	69.5	69.5
人体によるアンテナ利得損[dB]	8.0	8.0	18.0	18.0
受信アンテナ利得[dBi]	2.14	2.14	2.14	2.14
自由空間受信電力[dBm]	-56.5	-56.5	-56.5	-56.5
受信電力[dBm]	-64.5	-64.5	-74.5	-74.5
ボルツマン定数[dBm/(Hz・K)]	-198.6	-198.6	-198.6	-198.6
標準温度[dBK]	25	25	25	25
信号帯域幅[kHz]	330	288	330	288
信号帯域幅[dBHz]	55.2	55	55.2	55
受信機雑音指数[dB]	6	6	6	6
受信機の固定劣化[dB]	4	4	4	4
受信機熱雑音[dBm]	-112.4	-113.0	-112.4	-113.0
所要 S/N[dB]	60	-	60	-
ベースバンド帯域幅[kHz]	15	-	15	-
周波数偏移[kHz]	150	-	150	-
FM改善度[dB]	24.8	-	24.8	-
エンファシス時定数[μ s]	50	-	50	-
FM エンファシス改善度[dB]	10.2	-	10.2	-
フェージングマージン(2 受信)	23.5	23.5	23.5	23.5
フェージングマージン(4 受信)	8.9	8.9	8.9	8.9
所要 C/N[dB]	25.1	13.8	25.1	13.8
受信 C/N[dB]	43.9	44.5	33.9	34.5
マージン[dB] (2 受信ダイバーシティ)	-4.6	7.2	-14.6	-2.8
マージン[dB] (4 受信ダイバーシティ)	-	21.8	-	11.8

参考資料 2

低遅延型デジタル特定ラジオマイクの伝送方式（例）

1. 低遅延型デジタル特定ラジオマイクの伝送方式の概要

低遅延型デジタル特定ラジオマイクでは、音質を重視したアナログリニア方式と同等以上の音質及び低遅延を実現するため、非圧縮 PCM (Pulse Code Modulation) により音声信号をアナログ、デジタル変換しそのデジタル信号を、地上デジタルテレビ放送、無線ローカルエリアネットワーク等で実績のある OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 変調にて無線伝送を行う。伝送による遅延時間が 1msec 以下にて、高音質音声伝送が弱電界エリアにおいても実現できる。イヤール・モニター向けの方式として、瞬時圧伸と呼ばれる遅延が極めて少ない圧縮方式と組み合わせることで、若干の音質劣化を伴うもののステレオ伝送を可能とする 1ms 以下の低遅延伝送方式も実現できる。

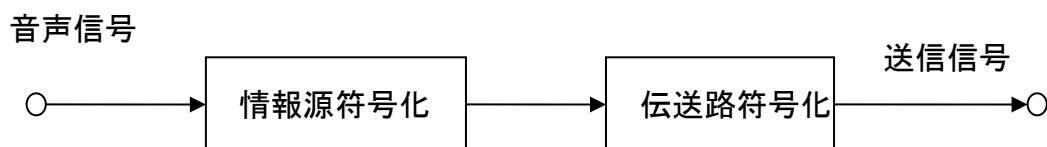


図 1-1 低遅延型デジタル特定ラジオマイクの伝送方式の概要

2. 情報源符号化方式

2.1 情報源符号化の基本構成

低遅延型デジタル特定ラジオマイクの伝送方式におけるマイクの場合の情報源符号化の基本構成を図 2-1 に示す。音声信号をアナログ信号からデジタル信号に変換 (AD 変換) するサンプリング周波数は 48 kHz、量子化ビット長は 24 bit とし、標準マイクと高耐干渉の 2 つのモードを備える。高耐干渉モードの場合は、瞬時圧伸と呼ばれる手法で情報量を半分に圧縮する。標準モードの伝送容量は 1152kbps、高耐干渉モードの伝送容量は 576kbps である。

イヤール・モニターの場合の情報源符号化部の基本構成を図 2-2 に示す。AD 変換するサンプリング周波数は 48 kHz、量子化ビット長は 24 bit とする。ステレオ伝送に対応するため、L 信号と R 信号の 2 系統の AD 変換を備え、瞬時圧伸と呼ばれる手法で情報量を半分に圧縮した後、2 系統の信号を合成する。伝送容量は 1152kbps である。

情報源符号化部の各々のパラメータを表 2-1 に纏めて示す。

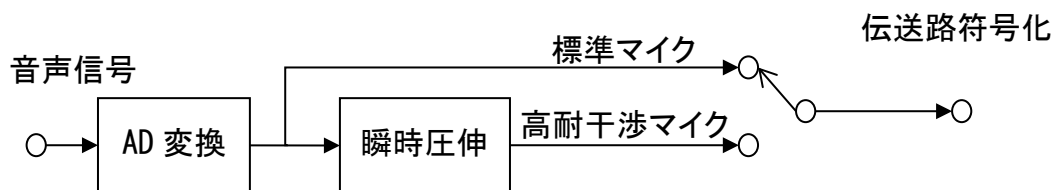


図 2-1 情報源符号化の基本構成（マイクの場合）

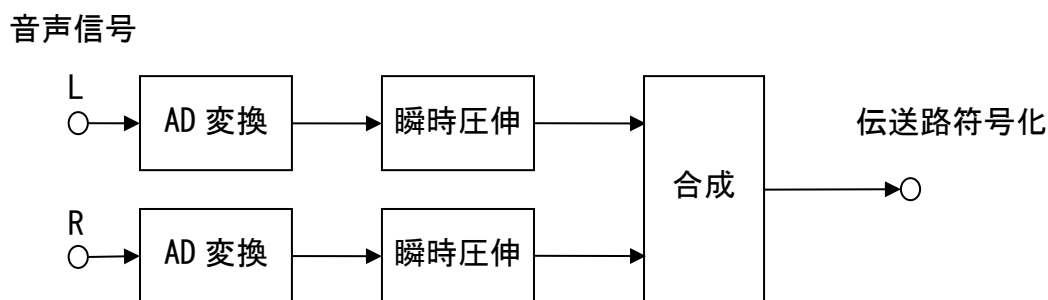


図 2-2 情報源符号化の基本構成（イヤール・モニターの場合）

表 2-1 低遅延型デジタルラジオマイクの情報源符号化のパラメータ

モード	標準マイク	高耐干渉マイク	イヤール・モニター
情報源符号化	アナログ音声信号	モノラル	モノラル
	量子化ビット数	24 ビット	24 ビット
	サンプリング周波数	48 kHz	
	情報圧縮	非圧縮	瞬時圧伸
	伝送情報ビット数	24 ビット	12 ビット
	情報レート	1152 kbps	576 kbps

2.2 瞬時圧伸

瞬時圧伸とは、対数特性を近似した曲線を用いて音声の入出力振幅特性をデジタル的に操作し情報を圧縮するもので、アナログラジオマイクに使われているコンパンダと似た手法である。音質に多少の歪みが伴うものの少ない遅延で情報圧縮が実現できる。24bit から下位 8bit を切り取った後、表 2-2 に示す 16bit \leftrightarrow 12bit 圧伸則に基づいて瞬時圧伸を行う。受信機側では送信機側と逆の処理を行なう。

表 2-2 16bit ↔ 12bit 圧伸則

16 bit			12 bit		
10 進	2 進	量子化 ステップ	10 進	2 進	量子化 ステップ
32767 ~ 16384	0111 1111 1111 1111 ~ 0100 0000 0000 0000	1	2047 ~ 1792	0111 1111 1111 ~ 0111 0000 0000	64
16383 ~ 8192	0011 1111 1111 1111 ~ 0010 0000 0000 0000	1	1791 ~ 1536	0110 1111 1111 ~ 0110 0000 0000	32
8191 ~ 4096	0001 1111 1111 1111 ~ 0001 0000 0000 0000	1	1535 ~ 1280	0101 1111 1111 ~ 0101 0000 0000	16
4095 ~ 2048	0000 1111 1111 1111 ~ 0000 1111 1111 1111	1	1279 ~ 1024	0100 1111 1111 ~ 0100 0000 0000	8
2047 ~ 1024	0000 0111 1111 1111 ~ 0000 0100 0000 0000	1	1023 ~ 768	0011 1111 1111 ~ 0011 0000 0000	4
1023 ~ 512	0000 0011 1111 1111 ~ 0000 0010 0000 0000	1	767 ~ 512	0010 1111 1111 ~ 0010 0000 0000	2
511 ~ 0 ~ -512	0000 0001 1111 1111 ~ 0000 0000 0000 0000 ~ 1111 1110 0000 0000	1	511 ~ 0 ~ -512	0001 1111 1111 ~ 0000 0000 0000 ~ 1110 0000 0000	1
-513 ~ -1024	1111 1101 1111 1111 ~ 1111 1100 0000 0000	1	-513 ~ -768	1101 1111 1111 ~ 1101 0000 0000	2
-1025 ~ -2048	1111 1011 1111 1111 ~ 1111 1000 0000 0000	1	-769 ~ -1024	1100 1111 1111 ~ 1100 0000 0000	4
-2049 ~ -4096	1111 0111 1111 1111 ~ 1111 0000 0000 0000	1	-1025 ~ -1280	1011 1111 1111 ~ 1011 0000 0000	8
-4097 ~ -8192	1110 1111 1111 1111 ~ 1110 0000 0000 0000	1	-1281 ~ -1536	1010 1111 1111 ~ 1010 0000 0000	16
-8193 ~ -16384	1101 1111 1111 1111 ~ 1100 0000 0000 0000	1	-1537 ~ -1792	1001 1111 1111 ~ 1001 0000 0000	32
-16385 ~ -32768	1011 1111 1111 1111 ~ 1000 0000 0000 0000	1	-1793 ~ -2048	1000 1111 1111 ~ 1000 0000 0000	64

3. 伝送路符号化方式

低遅延型デジタル特定ラジオマイクの伝送方式の送信データは、高音質な音声信号サン

プルを複数個含むデータのグループ（以下音声データブロック）単位で構成され、伝送路符号化が施される。さらに、音声データブロックは、OFDM フレーミング部においてパイロット信号が付加され、OFDM ブロックとなる。OFDM ブロックは IFFT により OFDM 送信信号に変換される。表 3-1 に低遅延型デジタル特定ラジオマイク伝送方式のパラメータを示す。

表 3-1 低遅延型デジタル特定ラジオマイク伝送方式のパラメータ

モード		標準マイク	高耐干渉マイク	イヤーマニター	
情報源符号化	アナログ音声信号	モノラル	モノラル	ステレオ	
	量子化ビット数	24 ビット	24 ビット	24 ビット, 2 系統	
	サンプリング周波数	48 kHz			
	情報圧縮	非圧縮	瞬時圧伸	瞬時圧伸	
	伝送情報ビット数	24 ビット	12 ビット	12 ビット, 2 系統	
	情報レート	1152 kbps	576 kbps	1152 kbps	
伝送路符号化	パリティ	CRC-2			
	誤り訂正符号, 符号化率	畳み込み符号, 2/3			
	一次 (キャリア) 変調	16QAM	QPSK	16QAM	
	二次変調	OFDM			
	有効シンボル長	78.4 μ s			
	シンボル長	83.3 μ s			
	ガードインターバル	4.9 μ s			
	キャリア間隔	12.75 kHz			
	キャリア数	総数	46		
		データ	39		
		SP	3		
		TMCC	3		
		CP	1		
伝送帯域幅	586.5 kHz				
受信方法	最大 4 ブランチ 合成ダイバーシティ				

*1: SP (Scattered Pilot) および CP (Continual Pilot) は、受信機の同期、復調用の信号である。

*2: TMCC (Transmission and Multiplexing Configuration Control) は、制御情報である。

3.1 伝送路符号化の基本構成

情報源符号化が施された信号は、まず誤り検出符号 (CRC) が付加される。その後、誤り訂正符号化 (内符号)、キャリア変調が施される。その後、マルチパス妨害や移動受信にお

ける電界変動に対して、誤り訂正符号化の能力を有効に発揮させるため、周波数インターリーブを行う。また、受信機の復調・復号を補助する制御情報（伝送モード）や電池残量情報などを伝送するための TMCC（Transmission and Multiplexing Configuration Control）信号は特定のキャリアを用いて伝送される。この TMCC 信号は情報データおよび同期再生用のパイロット信号とともに OFDM フレームに構成される。フレーム構成を終えた全信号は IFFT 演算により OFDM 送信信号に変換される。

図 3-1 に伝送路符号化部の基本構成を示す。

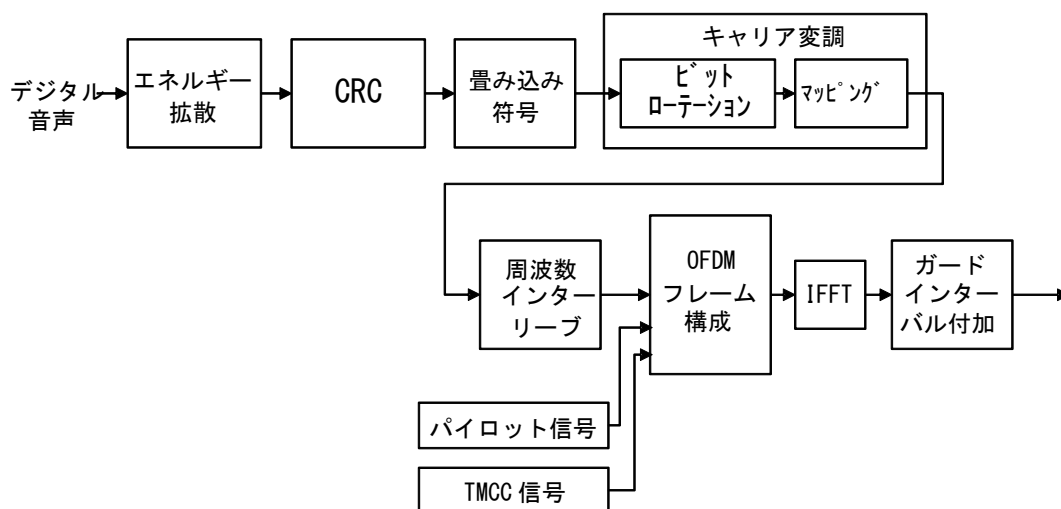


図 3-1 伝送路符号化部の基本構成

3.2 エネルギー拡散

エネルギー拡散は、PRBS（擬似ランダム符号系列）を用いて行われる。

なお、PRBS 生成回路の初期値は、低次から “100000000” とし、OFDM フレーム毎に初期化される。

$$g(x) = X^9 + X^5 + 1$$

3.3 CRC 符号

音声サンプル 24bit ごとに次式の CRC 原始多項式 $p(x)$ を用いて 2 ビット誤り検出として使用する。

$$p(x) = x^2 + x + 1$$

3.4 誤り訂正符号

内符号は、拘束長 $k=7$ 、符号化率 $1/2$ をマザーコードとするパンクチャード畳み込み符号である。マザーコードの生成多項式は、 $G1=171_{\text{OCT}}$ 、 $G2=133_{\text{OCT}}$ とする。拘束長 $k=7$ 、符号化率

1/2 の原符号の符号化回路を図 3-2 に示す。また、内符号の符号化率 (1/2 または 2/3) とパンクチャ化された伝送信号系列の関係を表 3-2 に示す。

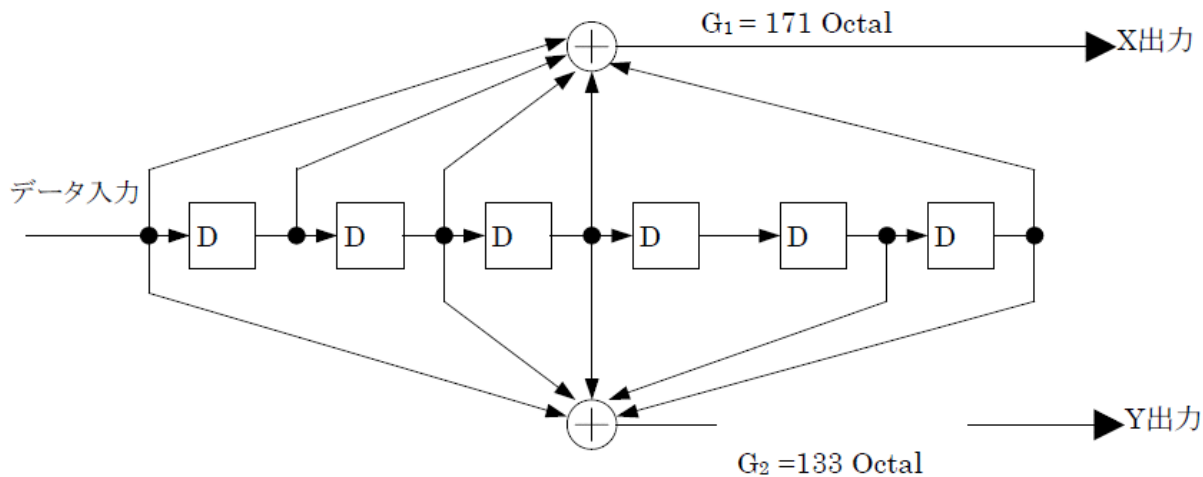


図 3-2 拘束長 $k=7$ 、符号化率 $1/2$ の原符号の符号化回路

表 3-2 誤り訂正符号の符号化率と伝送信号系列

符号化率	パンクチャ化パターン	伝送信号系列
1/2	X : 1 Y : 1	X_1, Y_1
2/3	X : 1 0 Y : 1 1	X_1, Y_1, Y_2

3.5 キャリア変調

3.5.1 キャリア変調部の構成

キャリア変調部はあらかじめ指定された方式によりビットローテーションされ、変調マッピングされる。キャリア変調部の構成を図 3-2 に示す。

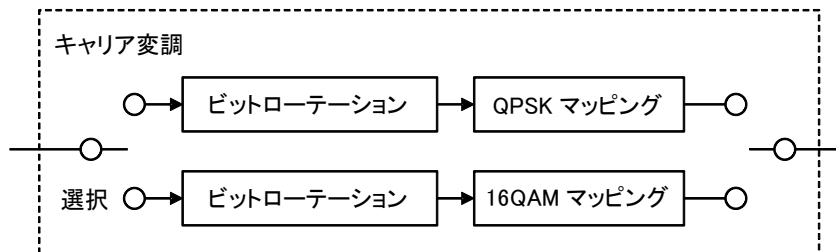


図 3-3 キャリア変調部の構成

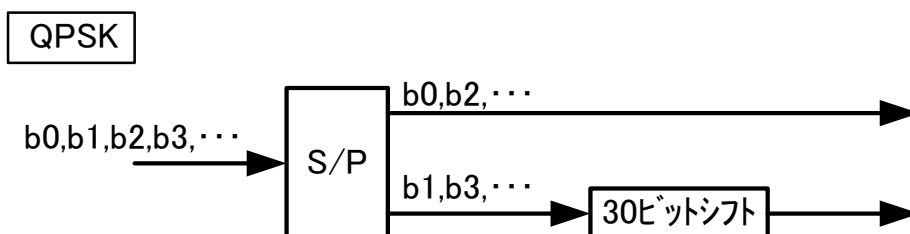
3.5.2 ビットローテーション及びマッピング

3.5.2.1 QPSK 変調

入力信号を 2 ビット/シンボルとし QPSK のマッピングを行い、複数ビットの I 軸データ

及び Q 軸データを出力する。マッピングに際し、図 3-4 に示すビットローテーションを行う。遅延を低減するために、1 シンボル内 (39×4=156 ビット) でローテーションを行う。

図 3-5 にマッピングのコンスタレーションを示す。



入力		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
b0, b2, ...		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
b1, b3, ...		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
出力		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
b0, b2, ...		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
b1, b3, ...		9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	0	1	2	3	4	5	6	7	8

図 3-4 QPSK ビットローテーション

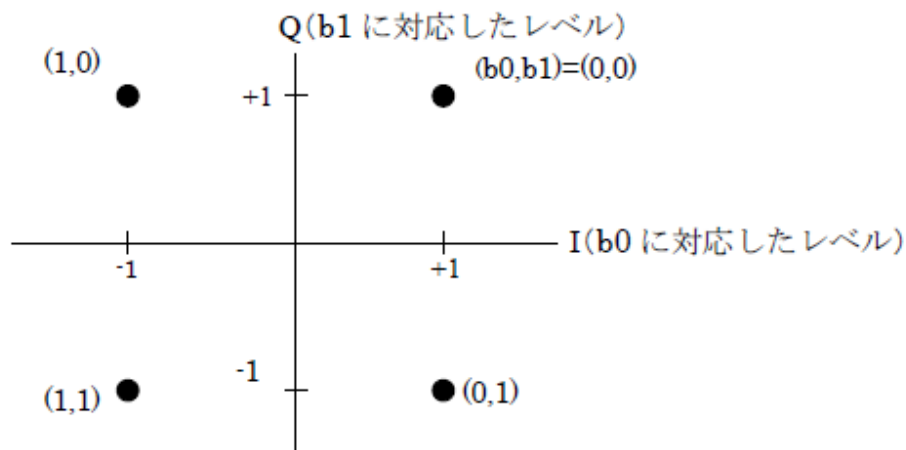
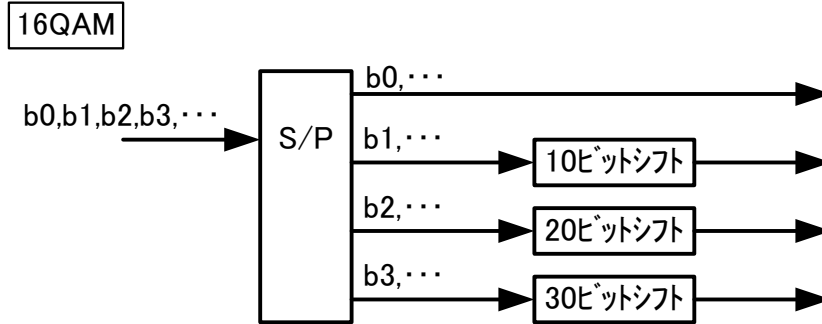


図 3-5 QPSK 位相

2.5.2.2 16QAM 変調

入力信号を 4 ビット/シンボルとし 16QAM のマッピングを行い、複数ビットの I 軸データ及び Q 軸データを出力する。マッピングに際し、図 3-6 に示すビットローテーションを行う。

図 3-6 に系統を、図 3-7 にマッピングのコンスタレーションを示す。



入力																																								
b0...	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
b1...	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
b1...	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
b2...	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
出力																																								
b0...	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
b1...	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
b1...	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
b2...	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	0	1	2	3	4	5	6	7	8

図 3-6 16QAM 変調系統図

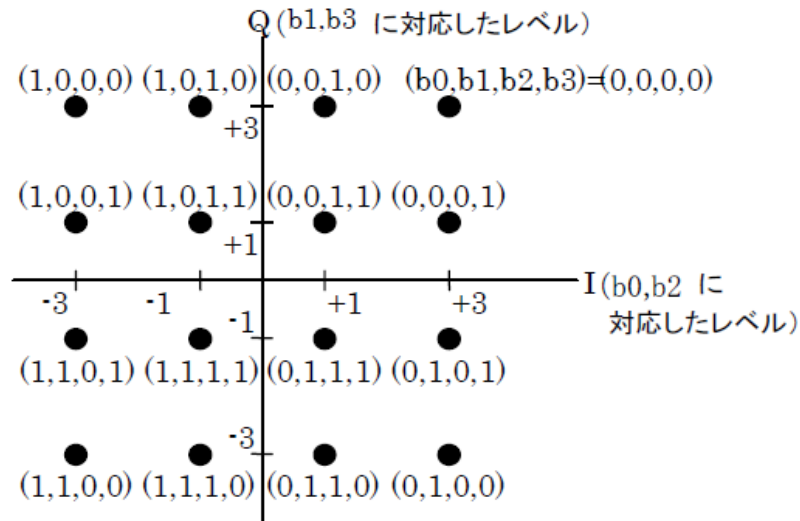


図 3-7 16QAM 位相図

3.5.3 変調レベルの正規化

図 3-5、図 3-7 で示した各変調方式の位相図の点を $Z (=I+jQ)$ としたとき、表 3-3 に示す正規化係数を乗じて、送信信号レベルを正規化する。この結果、OFDM シンボルの平均電力

は変調方式によらず 1 となる。

表 3-3 変調レベルの正規化

キャリア変調方式	正規化係数
QPSK	$Z / \sqrt{2}$
16QAM	$Z / \sqrt{10}$

3.6 周波数インターリーブ

周波数インターリーブは、インターリーブ前のキャリア番号 k とシンボル番号 n を用いた式により定義される。シンボル番号は OFDM フレーム (40 シンボル) ごとにリセットされ 0 となる。

$$\text{インターリーブ後のキャリア番号 } k' = (k \times 20 + n) \bmod 39$$

表 3-4 周波数インターリーブ (インターリーブ後のキャリア番号)

		インターリーブ前のキャリア番号 k																																							
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	
シンボル番号 n	0	0	20	1	21	2	22	3	23	4	24	5	25	6	26	7	27	8	28	9	29	10	30	11	31	12	32	13	33	14	34	15	35	16	36	17	37	18	38	19	
	1	1	21	2	22	3	23	4	24	5	25	6	26	7	27	8	28	9	29	10	30	11	31	12	32	13	33	14	34	15	35	16	36	17	37	18	38	19	0	20	
	2	2	22	3	23	4	24	5	25	6	26	7	27	8	28	9	29	10	30	11	31	12	32	13	33	14	34	15	35	16	36	17	37	18	38	19	0	20	1	21	
	3	3	23	4	24	5	25	6	26	7	27	8	28	9	29	10	30	11	31	12	32	13	33	14	34	15	35	16	36	17	37	18	38	19	0	20	1	21	2	22	
	4	4	24	5	25	6	26	7	27	8	28	9	29	10	30	11	31	12	32	13	33	14	34	15	35	16	36	17	37	18	38	19	0	20	1	21	2	22	3	23	
	5	5	25	6	26	7	27	8	28	9	29	10	30	11	31	12	32	13	33	14	34	15	35	16	36	17	37	18	38	19	0	20	1	21	2	22	3	23	4	24	
	6	6	26	7	27	8	28	9	29	10	30	11	31	12	32	13	33	14	34	15	35	16	36	17	37	18	38	19	0	20	1	21	2	22	3	23	4	24	5	25	
	7	7	27	8	28	9	29	10	30	11	31	12	32	13	33	14	34	15	35	16	36	17	37	18	38	19	0	20	1	21	2	22	3	23	4	24	5	25	6	26	
	8	8	28	9	29	10	30	11	31	12	32	13	33	14	34	15	35	16	36	17	37	18	38	19	0	20	1	21	2	22	3	23	4	24	5	25	6	26	7	27	
	9	9	29	10	30	11	31	12	32	13	33	14	34	15	35	16	36	17	37	18	38	19	0	20	1	21	2	22	3	23	4	24	5	25	6	26	7	27	8	28	
	10	10	30	11	31	12	32	13	33	14	34	15	35	16	36	17	37	18	38	19	0	20	1	21	2	22	3	23	4	24	5	25	6	26	7	27	8	28	9	29	
	11	11	31	12	32	13	33	14	34	15	35	16	36	17	37	18	38	19	0	20	1	21	2	22	3	23	4	24	5	25	6	26	7	27	8	28	9	29	10	30	
	12	12	32	13	33	14	34	15	35	16	36	17	37	18	38	19	0	20	1	21	2	22	3	23	4	24	5	25	6	26	7	27	8	28	9	29	10	30	11	31	
	13	13	33	14	34	15	35	16	36	17	37	18	38	19	0	20	1	21	2	22	3	23	4	24	5	25	6	26	7	27	8	28	9	29	10	30	11	31	12	32	
	14	14	34	15	35	16	36	17	37	18	38	19	0	20	1	21	2	22	3	23	4	24	5	25	6	26	7	27	8	28	9	29	10	30	11	31	12	32	13	33	
	15	15	35	16	36	17	37	18	38	19	0	20	1	21	2	22	3	23	4	24	5	25	6	26	7	27	8	28	9	29	10	30	11	31	12	32	13	33	14	34	
	16	16	36	17	37	18	38	19	0	20	1	21	2	22	3	23	4	24	5	25	6	26	7	27	8	28	9	29	10	30	11	31	12	32	13	33	14	34	15	35	
	17	17	37	18	38	19	0	20	1	21	2	22	3	23	4	24	5	25	6	26	7	27	8	28	9	29	10	30	11	31	12	32	13	33	14	34	15	35	16	36	
	18	18	38	19	0	20	1	21	2	22	3	23	4	24	5	25	6	26	7	27	8	28	9	29	10	30	11	31	12	32	13	33	14	34	15	35	16	36	17	37	
	19	19	0	20	1	21	2	22	3	23	4	24	5	25	6	26	7	27	8	28	9	29	10	30	11	31	12	32	13	33	14	34	15	35	16	36	17	37	18	38	
	20	20	1	21	2	22	3	23	4	24	5	25	6	26	7	27	8	28	9	29	10	30	11	31	12	32	13	33	14	34	15	35	16	36	17	37	18	38	19	0	
	21	21	2	22	3	23	4	24	5	25	6	26	7	27	8	28	9	29	10	30	11	31	12	32	13	33	14	34	15	35	16	36	17	37	18	38	19	0	20	1	
	22	22	3	23	4	24	5	25	6	26	7	27	8	28	9	29	10	30	11	31	12	32	13	33	14	34	15	35	16	36	17	37	18	38	19	0	20	1	21	2	
	23	23	4	24	5	25	6	26	7	27	8	28	9	29	10	30	11	31	12	32	13	33	14	34	15	35	16	36	17	37	18	38	19	0	20	1	21	2	22	3	
	24	24	5	25	6	26	7	27	8	28	9	29	10	30	11	31	12	32	13	33	14	34	15	35	16	36	17	37	18	38	19	0	20	1	21	2	22	3	23	4	
	25	25	6	26	7	27	8	28	9	29	10	30	11	31	12	32	13	33	14	34	15	35	16	36	17	37	18	38	19	0	20	1	21	2	22	3	23	4	24	5	
	26	26	7	27	8	28	9	29	10	30	11	31	12	32	13	33	14	34	15	35	16	36	17	37	18	38	19	0	20	1	21	2	22	3	23	4	24	5	25	6	
	27	27	8	28	9	29	10	30	11	31	12	32	13	33	14	34	15	35	16	36	17	37	18	38	19	0	20	1	21	2	22	3	23	4	24	5	25	6	26	7	
	28	28	9	29	10	30	11	31	12	32	13	33	14	34	15	35	16	36	17	37	18	38	19	0	20	1	21	2	22	3	23	4	24	5	25	6	26	7	27	8	28
	29	29	10	30	11	31	12	32	13	33	14	34	15	35	16	36	17	37	18	38	19	0	20	1	21	2	22	3	23	4	24	5	25	6	26	7	27	8	28	9	29
	30	30	11	31	12	32	13	33	14	34	15	35	16	36	17	37	18	38	19	0	20	1	21	2	22	3	23	4	24	5	25	6	26	7	27	8	28	9	29	10	30
	31	31	12	32	13	33	14	34	15	35	16	36	17	37	18	38	19	0	20	1	21	2	22	3	23	4	24	5	25	6	26	7	27	8	28	9	29	10	30	11	31
	32	32	13	33	14	34	15	35	16	36	17	37	18	38	19	0	20	1	21	2	22	3	23	4	24	5	25	6	26	7	27	8	28	9	29	10	30	11	31	12	32
	33	33	14	34	15	35	16	36	17	37	18	38	19	0	20	1	21	2	22	3	23	4	24	5	25	6	26	7	27	8	28	9	29	10	30	11	31	12	32	13	
	34	34	15	35	16	36	17	37	18	38	19	0	20	1	21	2	22	3	23	4	24	5	25	6	26	7	27	8	28	9	29	10	30	11	31	12	32	13	33	14	
	35	35	16	36	17	37	18	38	19	0	20	1	21	2	22	3	23	4	24	5	25	6	26	7	27	8	28	9	29	10	30	11	31	12	32	13	33	14	34	15	
	36	36	17	37	18	38	19	0	20	1	21	2	22	3	23	4	24	5	25	6	26	7	27	8	28	9	29	10	30	11	31	12	32	13	33	14	34	15	35	16	
	37	37	18	38	19	0	20	1	21	2	22	3	23	4	24	5	25	6	26	7	27	8	28	9	29	10	30	11	31	12	32	13	33	14	34	15	35	16	36	17	
	38	38	19	0	20	1	21	2	22	3	23	4	24	5	25	6	26	7	27	8	28	9	29	10	30	11	31	12	32	13	33	14	34	15	35	16	36	17	37	18	
	39	39	0	20	1	21	2	22	3	23	4	24	5	25	6	26	7	27	8	28	9	29	10	30	11	31	12	32	13	33	14	34	15	35	16	36	17	37	18	38	19

3.7 フレーム構成

本節では、このデータブロックに各種パイロット信号を付加して行われる OFDM フレーム構成について規定する。QPSK、16QAM 変調の OFDM フレームを図 3-8 に示す。Dn, k は、イン

ターリーブ後のデータのキャリアシンボルを表す。

ここで k は OFDM フレーム構成におけるキャリア方向の番号に相当し、 n はシンボル方向の番号に相当する。

キャリア番号 → k

シンボル番号 ↓ n		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	...	43	44	45
0	SP	$D_{0,0}$	T	$D_{0,1}$	$D_{0,2}$	$D_{0,3}$	$D_{0,4}$	$D_{0,5}$	$D_{0,6}$	$D_{0,7}$	$D_{0,8}$	$D_{0,9}$	$D_{0,10}$	$D_{0,11}$	$D_{0,12}$	SP	$D_{0,13}$	$D_{0,14}$	$D_{0,15}$...			$D_{0,38}$	CP
1	$D_{1,0}$	$D_{1,1}$	T	SP	$D_{1,2}$	$D_{1,3}$	$D_{1,4}$	$D_{1,5}$	$D_{1,6}$	$D_{1,7}$	$D_{1,8}$	$D_{1,9}$	$D_{1,10}$	$D_{1,11}$	$D_{1,12}$	$D_{1,13}$	$D_{1,14}$	$D_{1,15}$	SP	...			$D_{1,38}$	CP
2			T				SP																	CP
3			T							SP														CP
4			T										SP											CP
5	SP		T													SP								CP
6			T	SP																SP				CP
7			T				SP																	CP
8			T							SP														CP
9			T											SP										CP
10			T													SP								CP
11			T																	SP				CP
12			T																					CP
13			T																					CP
...			T																					CP
.			T																					CP
.			T																					CP
.			T																					CP
39			T																					CP

図 3-8 OFDM フレーム構成

SP (Scattered Pilot) は、図に示すようにキャリア方向に 15 キャリアに 1 回、シンボル方向に 5 シンボルに 1 回挿入される。TMCC キャリアは 3 本挿入される。挿入される OFDM キャリア番号は、2、20、34 とする。

3.8 パイロット信号

3.8.1 スキャッタードパイロット (SP)

スキャッタードパイロットは、図 3-9 に示す PRBS 生成回路の出力ビット列 W_k に対し、OFDM のキャリア番号 k に相当する W_k に関係付けられた BPSK 信号である。

PRBS 生成回路の初期値は下記とする。

初期値 : 0 0 1 0 0 0 0 1 0 1 1

W_k と変調信号の対応を表 3-5 に示す。

$$g(x) = X^{11} + X^9 + 1$$

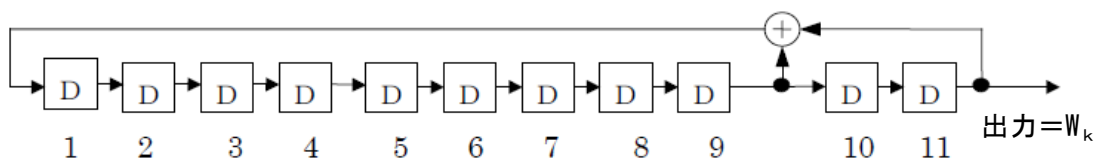


図 3-9 PRBS の生成回路

表 3-5 W_k と変調信号

W_k の値	変調信号の振幅 (I, Q)
1	(-4/3, 0)
0	(+4/3, 0)

3.8.2 コンティニューアルパイロット (CP)

CP は、3.8.1 節で示したスカッタードパイロットと同様に、 W_k の値に応じて変調された BPSK 信号である。 W_k と変調信号の対応は表 3-4 に同じである。なお、変調位相はシンボル方向で同一である。CP は帯域の右端に配置される。

3.8.3 TMCC

TMCC は、3.10 節で示す情報に基づいて変調された DBPSK 信号で伝送される。差動基準 B_0 は、3.8.1 節で示す W_k で規定される。TMCC の変調信号は、差動符号化後の情報 0、1 に対して、(+4/3, 0), (-4/3, 0) の信号点をとる。

差動符号化前の情報 B_0 から B_{39} に対し、差動符号化後の情報 B'_0 から B'_{39} は次のように規定される。

$$B'_0 = W_k \quad (\text{差動基準})$$

$$B'_n = B'_{n-1} \oplus B_n \quad (n=1, 39, \oplus \text{は排他的論理和を示す})$$

3.9 伝送スペクトルの構成

3.9.1 RF 信号フォーマット

RF 帯における信号フォーマットを規定する。

定義

k : 全帯域連続なキャリア番号

n : シンボル番号

K : キャリア総数

T_s : シンボル期間長

T_g : ガード期間長

T_u : 有効シンボル期間長

f_c : RF 信号の中心周波数

K_c : RF 信号の中心周波数に対応するキャリア番号

$c(n, k)$: シンボル番号 n 、キャリア番号 k に対応する複素信号点ベクトル

$s(t)$: RF 信号

$$s(t) = \operatorname{Re} \left\{ e^{j2\pi f_c t} \sum_{n=0}^{\infty} \sum_{k=0}^{K-1} c(n, k) \Psi(n, k, t) \right\}$$

但し、

$$\Psi(n, k, t) = \begin{cases} e^{j2\pi \frac{k-K_c}{T_u}(t-T_g-nT_s)} & nT_s \leq t < (n+1)T_s \\ 0 & t < nT_s, (n+1)T_s \leq t \end{cases}$$

OFDM の総キャリア数が偶数であるため、OFDM 変調波の周波数軸上の中心のキャリア番号を 22 とし、 $12.75\text{kHz}/2 = 6.375\text{kHz}$ だけ周波数が低い方にシフトして出力する。

3.9.2 ガードインターバルの付加

ガードインターバルは、IFFT (Inverse Fast Fourier Transform : 逆高速フーリエ変換) 後の出力データのうち、時間的に後側から、指定された時間長のデータを有効シンボルの前にそのまま付加したものである。この操作を図 3-10 に示す。

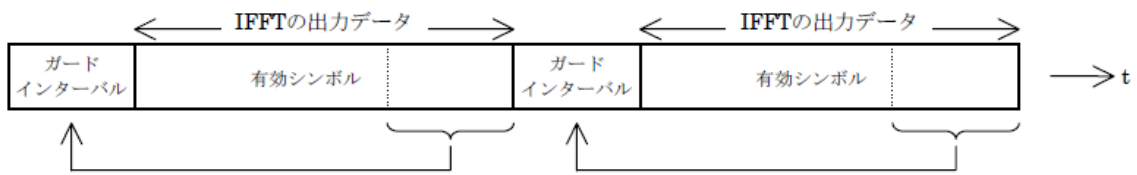


図 3-10 ガードインターバルの付加

3.10 TMCC 信号(Transmission and Multiplexing Configuration Control)

TMCC 信号は、伝送モード等、受信機の復調動作に関わる情報を伝送するものである。TMCC 信号は、表 3-6 で示す TMCC キャリアのビット割り当てで伝送される。

表 3-6 TMCC キャリアのビット割り当て

ビット番号	説明	
	偶数フレーム	奇数フレーム
B_0	差動復調の基準	
$B_1 \sim B_{16}$	同期信号 $W_0 = 0011\ 0101\ 1110\ 1110$	同期信号 $W_0 = 1100\ 1010\ 0001\ 0001$
$B_{17} \sim B_{xx}$	制御情報	制御情報
$B_{xx} \sim B_{39}$	パリティ	パリティ

4. 受信装置に関する望ましい性能

従来のデジタル方式特定ラジオマイクにおいては、アナログ方式の信号雑音比 25dB に相当する音声品位を確保するためのビット誤り率として 10^{-5} が ARIB 標準規格において規定されている。低遅延型特定ラジオマイク用受信機においても同様な特性を示すことから、要求されるビット誤り率は現行デジタル方式と同じ 10^{-5} を基準とすることが望ましい。受信装置の規定に関する検討結果を以下に述べる。

(1) 基準感度

従来と同様、 $32\mu\text{V}$ (30dB μ 、開放端端子電圧) 以下とすることが望ましい

(2) ビット誤り率フロア特性

従来と同様、 10^{-6} をビット誤り率フロアとすることが望ましい

(3) スプリアス・レスポンス

従来と同様、50dB 以上とすることが望ましい。

(4) 隣接チャネル選択度

従来と同様、30dB 以上とすることが望ましい。

(5) 相互変調特性

従来と同様、30dB 以上とすることが望ましい。

(6) 局部発振器の周波数変動

従来と同様、 $\pm 20 \times 10^{-6}$ 以内とすることが望ましい。

(7) 副次的に発する電波等の限度

従来と同様、特に受信装置が一体とされている場合に副次的に発する電波等の限度は、4nW 以下とすることが望ましい。

参考資料3

特定ラジオマイクとエリア放送間の混信調査

I エリア放送から特定ラジオマイクへの混信調査（特定ラジオマイクの被干渉）

1. 概要

エリア放送から特定ラジオマイク（以下特定 RM）への混信について、それぞれの使用形態を考慮した混信保護基準等を策定するため干渉試験を行い、結果を取りまとめた。

2. 特定ラジオマイク被干渉試験の測定項目

希望波を特定 RM、妨害波をエリア放送とする組み合わせで干渉試験を行った。エリア放送の使用形態は地上デジタルテレビジョン放送帯のホワイトスペースでの使用を前提とするため、希望波と妨害波の周波数関係は、ホワイトスペースの同一チャンネル帯域内（6MHz 内）、隣接チャンネル帯域内、隣々接チャンネル帯域内とする。以下に試験項目を記す。

表1 試験項目

アナログ特定ラジオマイク	(1) SINAD (A) が 50dB となる所要 DU 比
デジタル特定ラジオマイク	(2) BER が 1×10^{-5} となる所要 DU 比
イヤード・モニター	(3) SINAD (A) が 45dB となる所要 DU 比

測定項目を以下に示す。

表2 測定項目

妨害波 \ 希望波	アナログ特定 ラジオマイク	デジタル特定 ラジオマイク	イヤード・モニター
ワンセグ型 A社製/QPSK 変調 (図3)	○	○	—
ワンセグ型 A社製/16QAM 変調 (図4)	○	○	—
Null 付きワンセグ型 A社製/QPSK 変調(図6)	○	○	—
ワンセグ型 B社製/16QAM 変調(図5)	○	○	—
ワンセグ型 SG 出力/QPSK 変調(図7)	—	—	○
ワンセグ型 SG 出力/スペクトルマスク(図8)	○	○	○
フルセグ型 SG 出力/スペクトルマスク(図9)	○	○	○

特定 RM の周波数がエリア放送と同一のチャンネル内（6MHz）の場合は同一チャンネル帯干渉とし、特定 RM の周波数は隣々接帯まで変化させ、調査を行った。イメージを図 1 に示す。

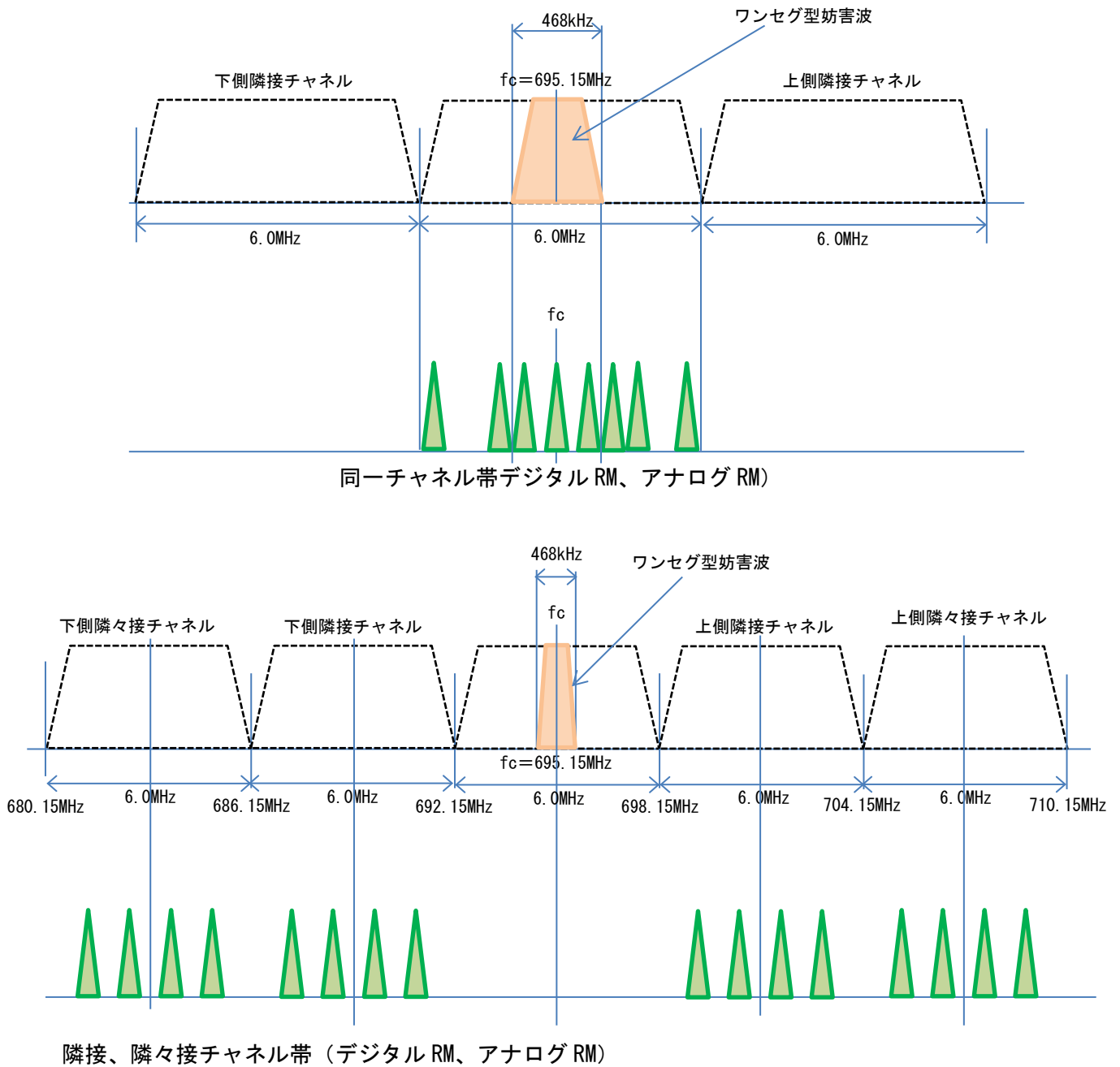


図 1 周波数配置

3. 特定ラジオマイク被干渉試験系統図
測定系統を図2に示す。

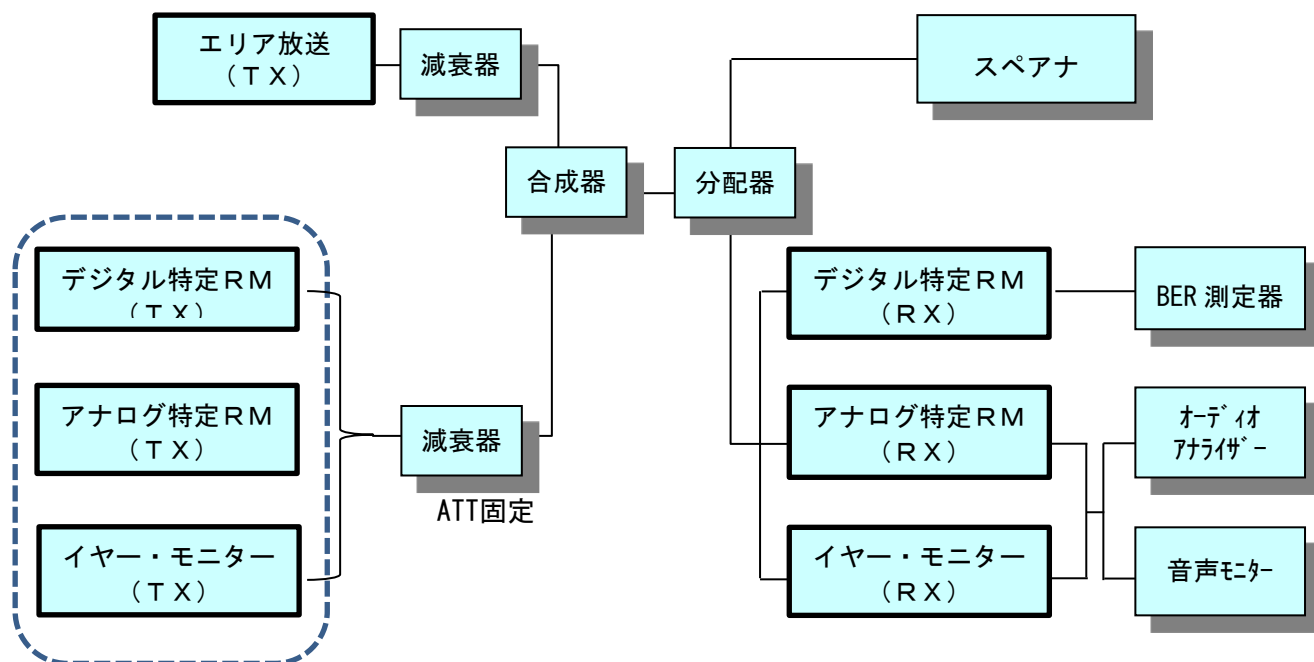


図2 測定系統図

所要 DU 比は、希望波（特定 RM）の電力を希望波占有帯域内（デジタル 192kHz、アナログ 110kHz）の電力とし、妨害波（エリア放送）の電力を妨害波占有帯域内（ワンセグ型 468kHz、フルセグ型 5.7MHz）の電力として測定し、その比を求めた。

使用した機器、特定ラジオマイク及びエリア放送のパラメーターを表3～表6に示す。

表3 使用機器

機器名	型番	メーカー	備考
エリア放送 送信機	RF 出力 50ch	A 社	
エリア放送 送信機	RF 出力 49ch	B 社	
ベクトル信号発生器	MG3710A	アンリツ	妨害波 SG
シグナルアナライザ	MS2690A	アンリツ	波形測定用
BER 測定器	KBM-6011	菊水	デジタルマイク BER 測
スペクトラムアナライザ	MS8911A	アンリツ	
オーディオアナライザ	ATS-2	東陽テクニカ	SINAD 測定
特定 RM（デジタル）		C 社	
特定 RM（アナログ）		D 社	

表4 特定ラジオマイクのパラメーター

デジタル 特定ラジオマイク	型名	700MHz 帯仕様	C社
	変調方式	$\pi/4$ シフト DQPSK	
	変調内容	PN9	
	シンボルレート	128ksps	
	占有帯域幅	192kHz	
	出力	10mW	
	受信感度	14dB μ V	
	スプリアスレスポンス	70dB	
	隣接チャネル選択度	60dB	
	全高調波ひずみ率	0.03%以下	
アナログ 特定ラジオマイク	型名	700MHz 帯仕様	D社
	変調方式	FM	
	変調内容	音声信号 1kHz	モノラル
	周波数偏移	± 5 kHz	
	占有帯域幅	110kHz	
	出力	10mW	
	受信感度	15 μ V (24dB μ V)	
	スプリアスレスポンス	80dB	
	隣接チャネル選択度	75dB	
	全高調波ひずみ率	0.3%以下	

表5 イヤー・モニターのパラメーター

イヤー・モニター	型名	700MHz 帯仕様	F社
	変調方式	FM	
	変調内容	音声信号 1kHz	モノラル
	周波数偏移	± 48 kHz	
	占有帯域幅	250kHz 以下	
	出力	10mW	
	受信感度	1.6 μ V	
	全高調波ひずみ率	0.9%以下	

表 6 エリア放送パラメーター

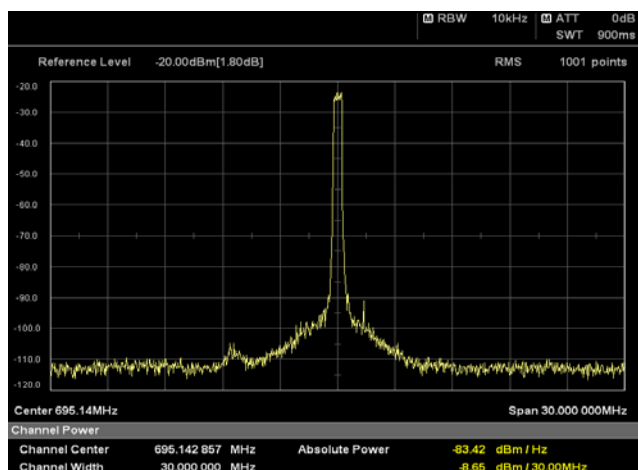
	変調方式	送信出力	RF 出力 ch
A 社ワンセグ型 QPSK 変調	Q P S K	+10dBm ^{※2}	50ch
A 社ワンセグ型 16QAM 変調	16 Q A M	+10dBm ^{※2}	50ch
A 社 Null 付きワンセグ型	1seg 部分=QPSK	+10dBm ^{※3}	50ch
B 社ワンセグ型	16 Q A M	0dBm ^{※2}	49ch
S G ワンセグ型 ^{※1}	Q P S K	-10dBm ^{※2}	50ch
SG ワンセグ型 送信スペクトルマスク (ワンセグ+AWGN) ^{※1}	Q P S K	-10dBm ^{※4}	50ch
SG フルセグ型 送信スペクトルマスク (フルセグ+AWGN) ^{※1}	1seg 部分=QPSK	-10dBm ^{※5}	50ch

(49ch : 中心周波数 689.143MHz、50ch : 中心周波数 695.143MHz)

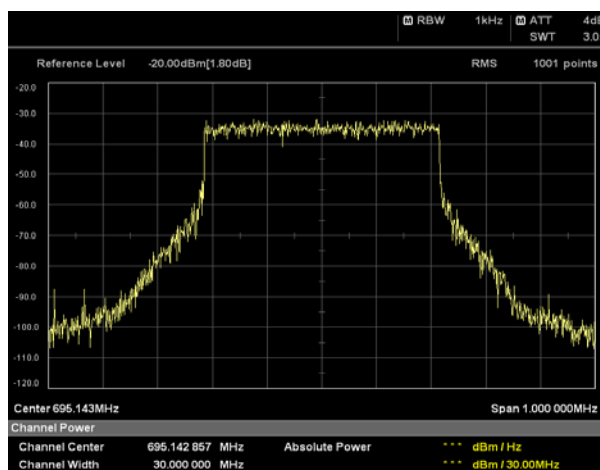
- ※ 1 : 信号発生器 (MG3710A) を使用
- ※ 2 : 帯域幅 468kHz で帯域内電力を測定
- ※ 3 : 帯域幅 5.7MHz で帯域内電力を測定
- ※ 4 : 帯域幅 13MHz で帯域内電力を測定
- ※ 5 : 帯域幅 18MHz で帯域内電力を測定

エリア放送のスペクトラムアナライザ波形を以下に示す。

1) エリア放送 (ワンセグ型) 波形 (A 社製 QPSK 変調)



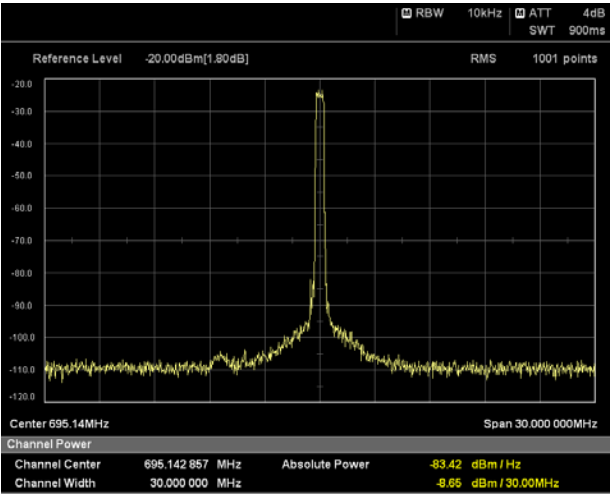
- ・ 基準レベル : -20dBm
- ・ 中心周波数 : 695.143MHz
- ・ スパン : 30MHz
- ・ RBW : 10kHz



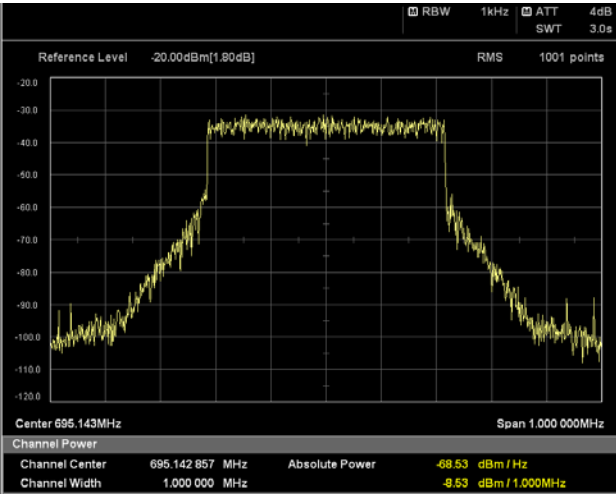
- ・ 基準レベル -20dBm
- ・ 中心周波数 : 695.143MHz
- ・ スパン : 1MHz
- ・ RBW 1kHz

図 3 エリア放送 (ワンセグ型) 波形 (A 社製 QPSK 変調)

2) エリア放送 (ワンセグ型) 波形 (A社製 16QAM 変調)



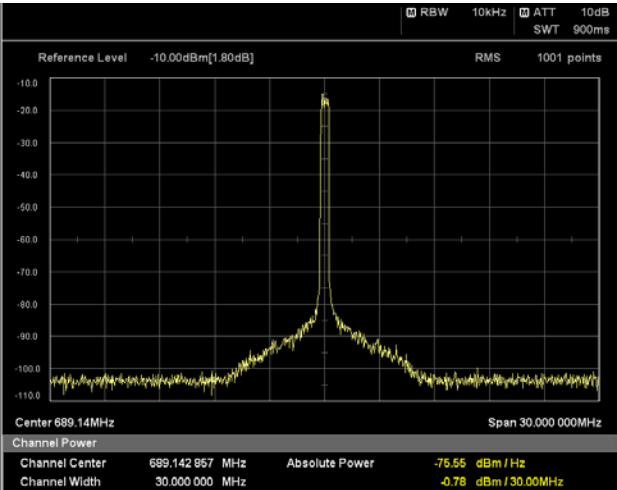
- ・基準レベル：-20dBm
- ・中心周波数：695.143MHz
- ・スパン：30MHz
- ・RBW 10kHz



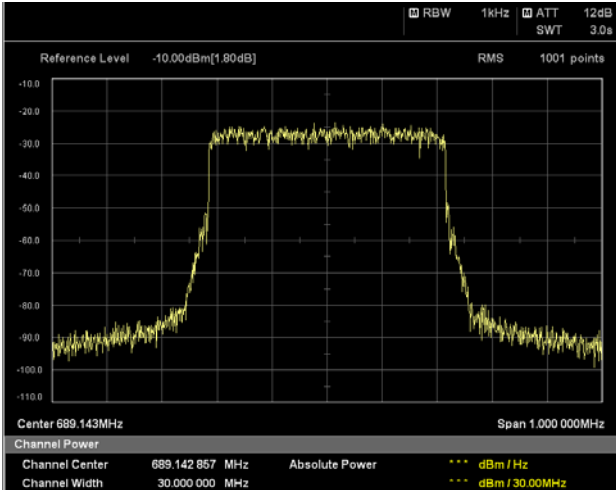
- ・基準レベル：-20dBm
- ・中心周波数：695.143MHz
- ・スパン：1MHz
- ・RBW：1kHz

図4 エリア放送 (ワンセグ型) 波形 (A社製 16QAM 変調)

3) エリア放送 (ワンセグ型) 波形 (B社製 16QAM 変調)



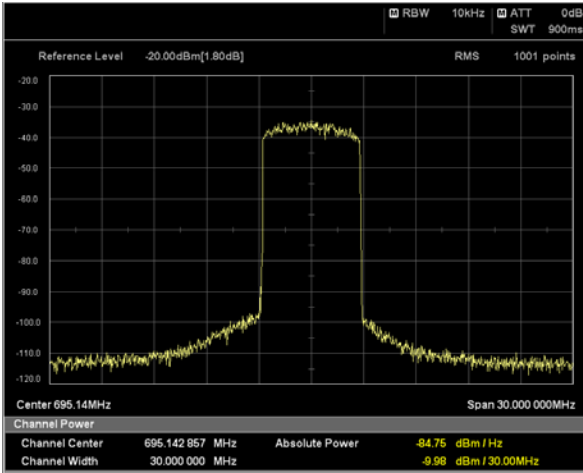
- ・基準レベル：-10dBm
- ・中心周波数：689.143MHz
- ・スパン：30MHz
- ・RBW：10kHz



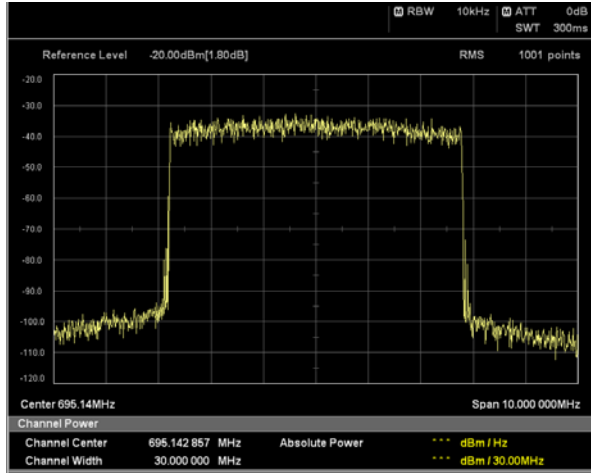
- ・基準レベル：-10dBm
- ・中心周波数：689.143MHz
- ・スパン：1MHz
- ・RBW：1kHz

図5 エリア放送 (ワンセグ型) 波形 (B社製 16QAM 変調)

4) エリア放送 (Null 付ワンセグ型) 波形 (A社製 1seg=QPSK 変調)



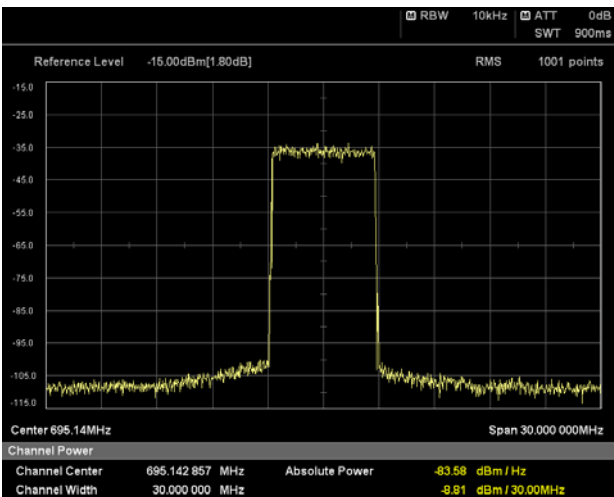
- ・ 基準レベル : -20dBm
- ・ 中心周波数 : 695.143MHz
- ・ スパン : 30MHz
- ・ RBW : 10kHz



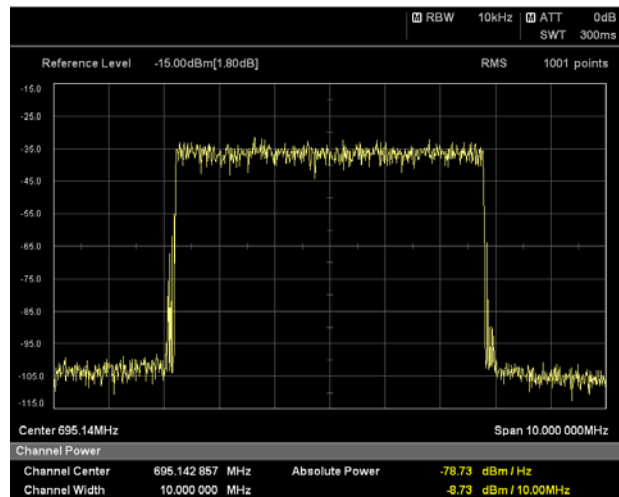
- ・ 基準レベル : -20dBm
- ・ 中心周波数 : 695.143MHz
- ・ スパン : 10MHz
- ・ RBW : 10kHz

図6 エリア放送 (Null 付ワンセグ型) 波形 (A社製 1seg=QPSK 変調)

5) エリア放送 (フルセグ型) 波形 (MG3710A 1seg=QPSK 変調)



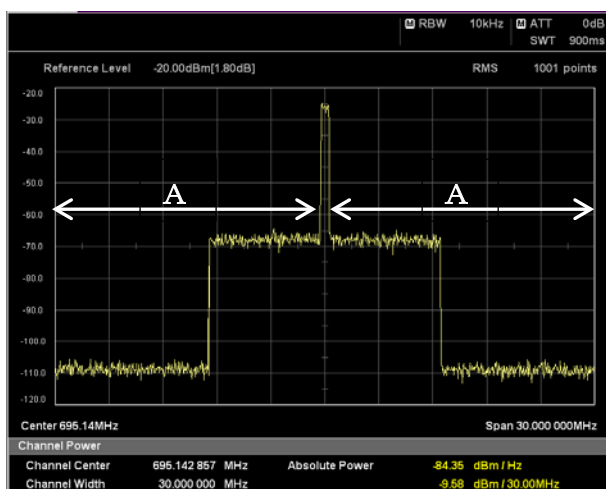
- ・ 基準レベル : -15dBm
- ・ 中心周波数 : 695.143MHz
- ・ スパン : 30MHz
- ・ RBW : 10kHz



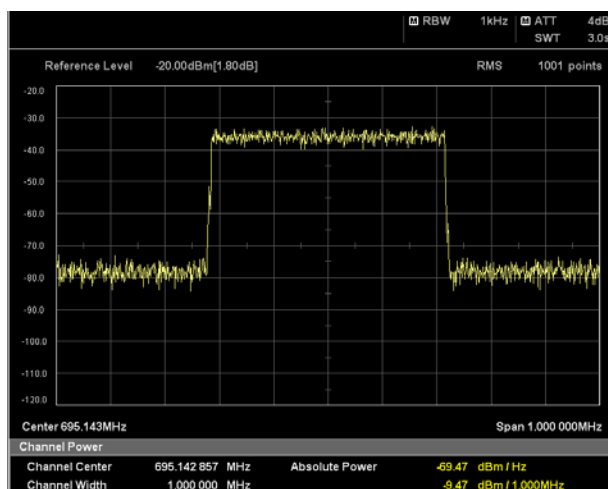
- ・ 基準レベル : -15dBm
- ・ 中心周波数 : 695.143MHz
- ・ スパン : 10MHz
- ・ RBW : 10kHz

図7 エリア放送 (フルセグ型) 波形 (MG3710A 1seg=QPSK 変調)

6) エリア放送（ワンセグ型）送信スペクトルマスク波形（MG3710A）



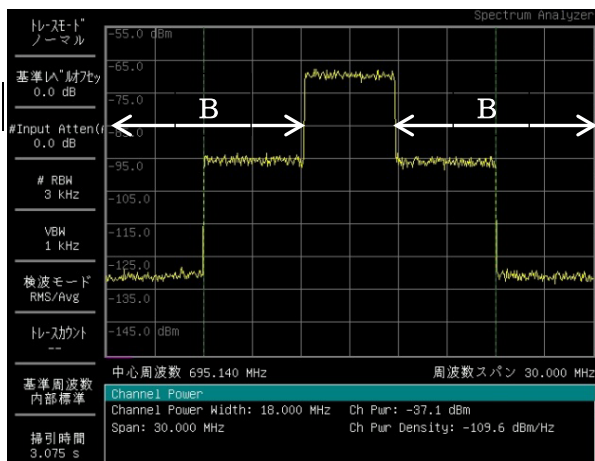
- ・基準レベル-20dBm
- ・中心周波数：695.143MHz
- ・スパン：1MHz
- ・RBW：1kHz



- ・基準レベル：-20dBm
- ・中心周波数：695.143MHz
- ・スパン：30MHz
- ・RBW：10kHz

図8 エリア放送（ワンセグ型）送信スペクトルマスク波形（MG3710A）

7) エリア放送（フルセグ型）送信スペクトルマスク波形（MG3710A）



- ・基準レベル-55dBm
- ・中心周波数
695.143MHz
- ・スパン 30MHz
- ・RBW 3kHz

図9 エリア放送（フルセグ型）送信スペクトルマスク波形（MG3710A）

なお、図8におけるワンセグ波形の外側（図8のA）と、図9におけるフルセグ波形の外側（図9のB）は、信号発生器MG3710AのAWGN（Additive White Gaussian Noise）を用いて作成した。

4. 特定ラジオマイク被干渉試験結果比較表

希望波を特定ラジオマイクとし、妨害波をエリア放送とした場合の所要 DU 比を測定する干渉試験を行った。

特定 RM の受信機基準入力電力（デジタル RM、アナログ RM いずれも -63dBm）は、-63dBm、-73dBm、-83dBm で測定を行い、所要 DU 比を求めた。特定アナログ RM の場合は、入力電力を -83dBm にすると、音声品質の基準値と定めた SINAD (A) = 50dB を満たさないケースも発生したため、このケースでは入力電力を -80dBm で測定を行った。

また、イヤール・モニターの入力電力を -73dBm とした場合では SINAD (A) 値が 50dB を満たさないため、イヤール・モニターでは SINAD (A) 値が 45dB となる DU 比を所要 DU 比とした。

エリア放送干渉試験より求めた所要 DU 比を表 7 に示す。

表 7 各機種エリア放送干渉の所要 DU 比

希望波		妨害波		所要 DU 比 (dB)	
	入力レベル	使用機種 (変調方式)		中心周波数	±3MHz
アナログ 特定ラジ オマイク	-63dBm	ワンセグ型 (A社製)	QPSK	28	-56
	-73dBm			30	-61
	-80dBm			32	-59
	-63dBm		16QAM	30	-56
	-63dBm	Null 付きワンセグ型 (A社製)	1seg 部分 QPSK	18	-34
	-73dBm			17	-34
	-80dBm	ワンセグ型スペクトルマスク	AWGN	32	-12
	-80dBm	フルセグ型スペクトルマスク	AWGN	18	-12
デジタル 特定ラジ オマイク	-63dBm	ワンセグ型 (A社製)	QPSK	10	-62
	-73dBm			11	-68
	-83dBm			10	-72
	-63dBm		16QAM	10	-64
	-63dBm	Null 付きワンセグ型 (A社製)	1seg 部分 QPSK	3	-40
	-83dBm			3	-43
	-83dBm	ワンセグ型スペクトルマスク	AWGN	15	-27
	-83dBm	フルセグ型スペクトルマスク	AWGN	3	-27
イヤール・ モニター	-63dBm	ワンセグ型スペクトルマスク	AWGN	19.3	-21.8
	-73dBm			21	-20.4
	-63dBm	フルセグ型スペクトルマスク	AWGN	8.6	-21.5
	-73dBm			10.3	-20

デジタル特定ラジオマイクでは、中心周波数から±3MHz 以上離れた周波数で、希望波入力電力が高い方が、所要 DU 比が悪くなる傾向になる。この理由は、デジタル特定ラジオマイクの占有周波数帯外では、入力電力が大きいと妨害波電力も大きくなり、結果的に過入力となって入力アンプの非線形領域にかかってくるためと考えられる。(受信機の感度抑圧の領域に入る。)

妨害波であるワンセグ型の変調方式を QPSK 変調と 16QAM 変調の両パターンで確認したが、所要 DU 比に差は見られない。

周波数の有効利用の観点より、周波数をより細かく設定した所要 DU 比を見る必要がある。エリア放送の送信出力は、下記に示すスペクトルマスク内に収まっているため、信号発生器の AWGN を用いて作成したスペクトルマスク波形を妨害波として測定した結果を使用した。エリア放送（ワンセグ型）のスペクトルマスクを図 10 と表 8、エリア放送（フルセグ型）のスペクトルマスクを図 11 と表 9 に示す。

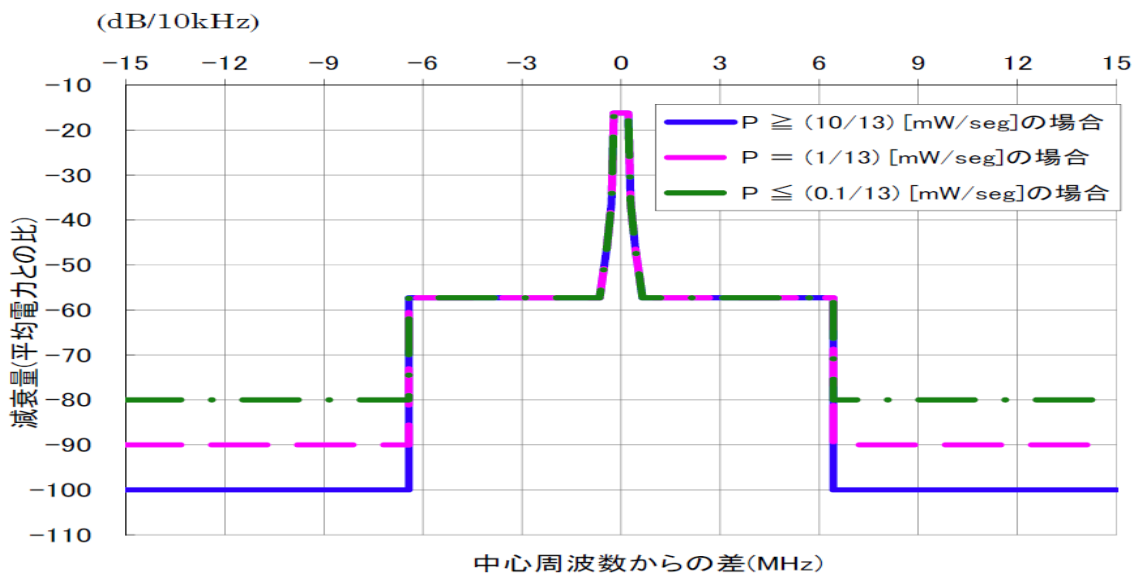


図 10 エリア放送ワンセグ型の送信スペクトルマスク

表 8 エリア放送（ワンセグ型）の送信スペクトルマスクのブレイクポイント

中心周波数 からの差 [MHz]	fc の平均空中線電力 P(W)を基準とした相対減衰量[dB/10kHz]			備考 相対レベル [dB]
	(10/13) [mW/seg] 出力以上	(1/13) [mW/seg] 出力時	(0.1/13) [mW/seg] 出力以下	
±0.22	-16.3	-16.3	-16.3	0
±0.29	-36.3	-36.3	-36.3	-20
±0.43	-46.3	-46.3	-46.3	-30
±0.65	-57.3	-57.3	-57.3	-41
±6.43	-57.3	-57.3	-57.3	-41
±6.43	-100.0	-90.0	-80.0	I/N=-21
±9.00	-100.0	-90.0	-80.0	I/N=-21
±15.0	-100.0	-90.0	-80.0	I/N=-21

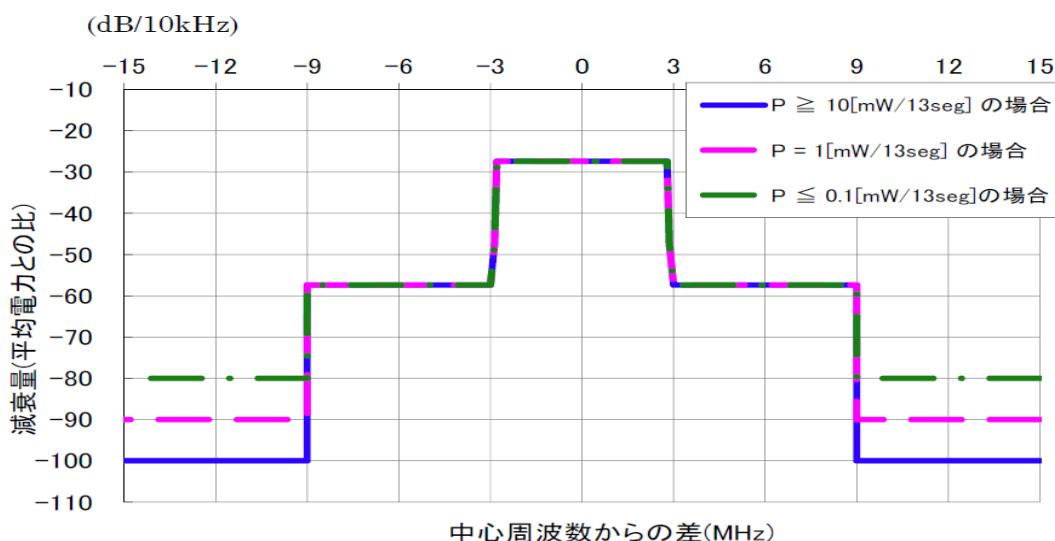


図11 エリア放送（フルセグ型）の送信スペクトルマスク

表9 エリア放送（フルセグ型）の送信スペクトルマスクのブレイクポイント

中心周波数からの差 [MHz]	fc の平均空中線電力 P(W)を基準とした相対減衰量[dB/10kHz]			備考 相対レベル [dB]
	10 [mW/13seg] 出力以上	1 [mW/13seg] 出力時	0.1 [mW/13seg] 出力以下	
±2.79	-27.4	-27.4	-27.4	0
±2.86	-47.4	-47.4	-47.4	-20
±3.00	-57.4	-57.4	-57.4	-30
±9.00	-57.4	-57.4	-57.4	-30
±9.00	-100.0	-90.0	-80.0	I/N=-10
±15.0	-100.0	-90.0	-80.0	I/N=-10

表7より、妨害波をワンセグ型とした場合とフルセグ型を比較すると所要 DU 比は約 11dB ほど差がある事が確認できる。これは、ワンセグ型ではワンセグメント部分（図 10 の±0.22MHz 部分）のみを送信電力として測っており、フルセグ型では 13 セグメント全て（図 11 の±2.79MHz 部分）の電力を測っているためである。ワンセグ型は、フルセグ型に比べ、合計の電力としては 13 分の 1 になるが、希望波との所要 DU 比で見ると逆に 11dB 上がってしまう。これは希望波である特定ラジオマイクの帯域幅がワンセグ型の帯域幅内に収まるためである。

なお、妨害波をワンセグ型とした場合、所要 DU 比の変動が激しく、測定誤差が大きい事が考えられたため、周波数差 0kHz の部分は、複数回測定した平均値をとった。

表 10 から表 15 に上記エリア放送のスペクトルマスクを妨害波とした場合の 25kHz 間隔で求めた所要 DU 比を示す。

表 10 エリア放送（ワンセグ型）からアナログ
特定 RM への所要 DU 比

希望波：アナログ特定ラジオマイク 妨害波：エリア放送（ワンセグ型）	
中心周波数差	所要 D U 比 (dB)
±0kHz～225kHz	30.0
±250kHz	25.0
±275kHz	19.0
±300kHz	11.3
±325kHz	9.5
±350kHz	7.7
±375kHz	5.9
±400kHz	4.1
±425kHz	2.6
±450kHz	0.7
±475kHz	-0.9
±500kHz	-2.5
±525kHz	-4.0
±550kHz	-5.6
±575kHz	-7.2
±600kHz	-8.8
±625kHz	-10.4
±650kHz～6425kHz	-12.0
±6450kHz～12000kHz	-58.0

表 11 エリア放送（ワンセグ型）からデジタル特
定 RM への所要 DU 比

希望波：デジタル特定ラジオマイク 妨害波：エリア放送（ワンセグ型）	
中心周波数差	所要 D U 比 (dB)
±0kHz～225kHz	15.0
±250kHz	7.5
±275kHz	1.3
±300kHz	-5.7
±325kHz	-7.5
±350kHz	-9.3
±375kHz	-11.1
±400kHz	-12.9
±425kHz	-14.6
±450kHz	-16.1
±475kHz	-17.5
±500kHz	-18.8
±525kHz	-20.2
±550kHz	-21.5
±575kHz	-23.0
±600kHz	-24.3
±625kHz	-25.6
±650kHz～6425kHz	-27.0
±6450kHz～12000kHz	-66.0

表 12 エリア放送（フルセグ型）からアナログ特定ラジオマイクへの所要 DU 比

希望波：アナログ特定ラジオマイク 妨害波：エリア放送（フルセグ型）	
中心周波数差	所要 D U 比 (dB)
±0kHz～2800kHz	18.0
±2825kHz	8.0
±2850kHz	1.0
±2875kHz	-3.1
±2900kHz	-4.9
±2925kHz	-6.6
±2950kHz	-8.4
±2975kHz	-10.2
±3000kHz～±9000kHz	-12.0
±9025kHz～±12000kHz	-56.0

表 13 エリア放送（フルセグ型）からデジタル特定ラジオマイクへの所要 DU 比

希望波：デジタル特定ラジオマイク 妨害波：エリア放送（フルセグ型）	
中心周波数差	所要 D U 比 (dB)
±0kHz～2800kHz	3.0
±2825kHz	-7.0
±2850kHz	-14.1
±2875kHz	-18.1
±2900kHz	-19.9
±2925kHz	-21.6
±2950kHz	-23.4
±2975kHz	-25.2
±3000kHz～±9000kHz	-27.0
±9025kHz～±12000kHz	-66.0

表 14 エリア放送（ワンセグ型）からイヤークラスモニターへの所要 DU 比

希望波：イヤークラスモニター 妨害波：エリア放送（ワンセグ）	
周波数	所要 D U 比 (dB)
±0kHz～225kHz	21.0
±250kHz	14.0
±275kHz	5.9
±300kHz	0.3
±325kHz	-1.5
±350kHz	-3.3
±375kHz	-5.1
±400kHz	-6.9
±425kHz	-8.7
±450kHz	-10.0
±475kHz	-11.3
±500kHz	-12.6
±525kHz	-13.9
±550kHz	-15.1
±575kHz	-16.4
±600kHz	-17.7
±625kHz	-19.0
±650kHz～6425kHz	-20.4
±6450kHz～12000kHz	-53.0

表 15 エリア放送（フルセグ型）からイヤークラスモニターへの所要 DU 比

希望波：イヤークラスモニター 妨害波：エリア放送（フルセグ）	
周波数	所要 D U 比 (dB)
±0kHz～2800kHz	10.3
±2825kHz	7.6
±2850kHz	4.9
±2875kHz	2.3
±2900kHz	-2.2
±2925kHz	-6.6
±2950kHz	-11.1
±2975kHz	-15.5
±3000kHz～±9000kHz	-20.0
±9025kHz～±12000kHz	-48.0

5. 測定結果グラフ

<希望波 アナログ特定ラジオマイク>

1) 希望波：アナログ特定ラジオマイク

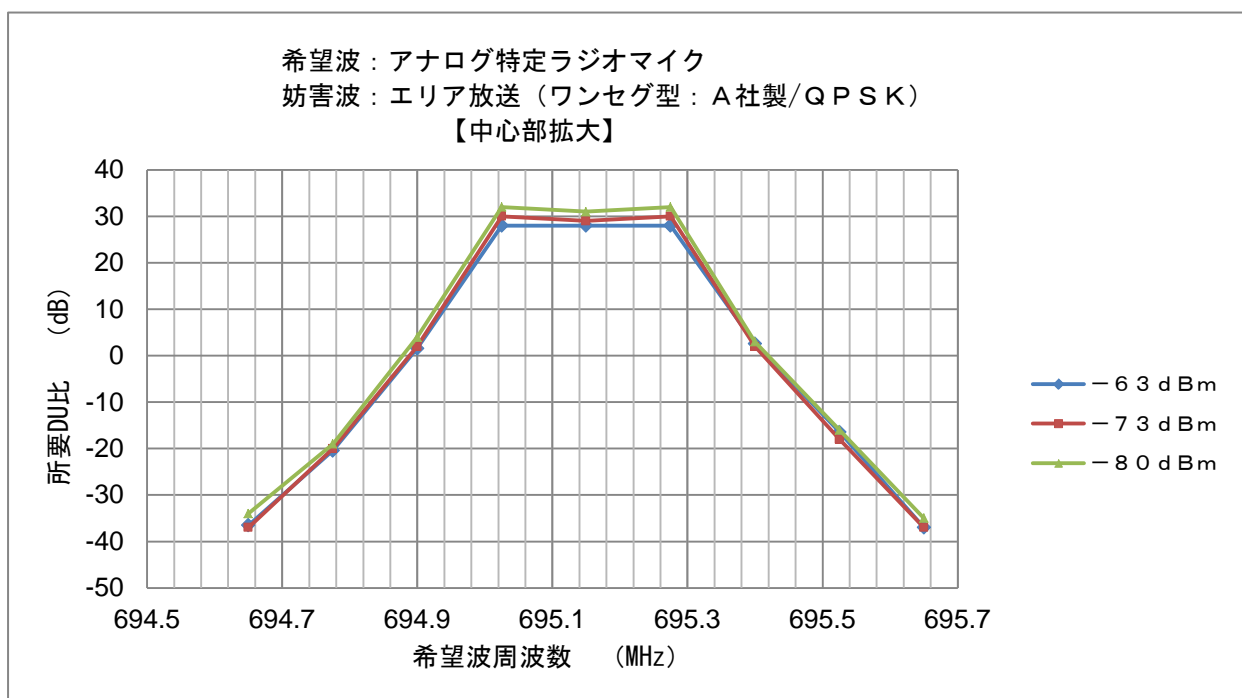
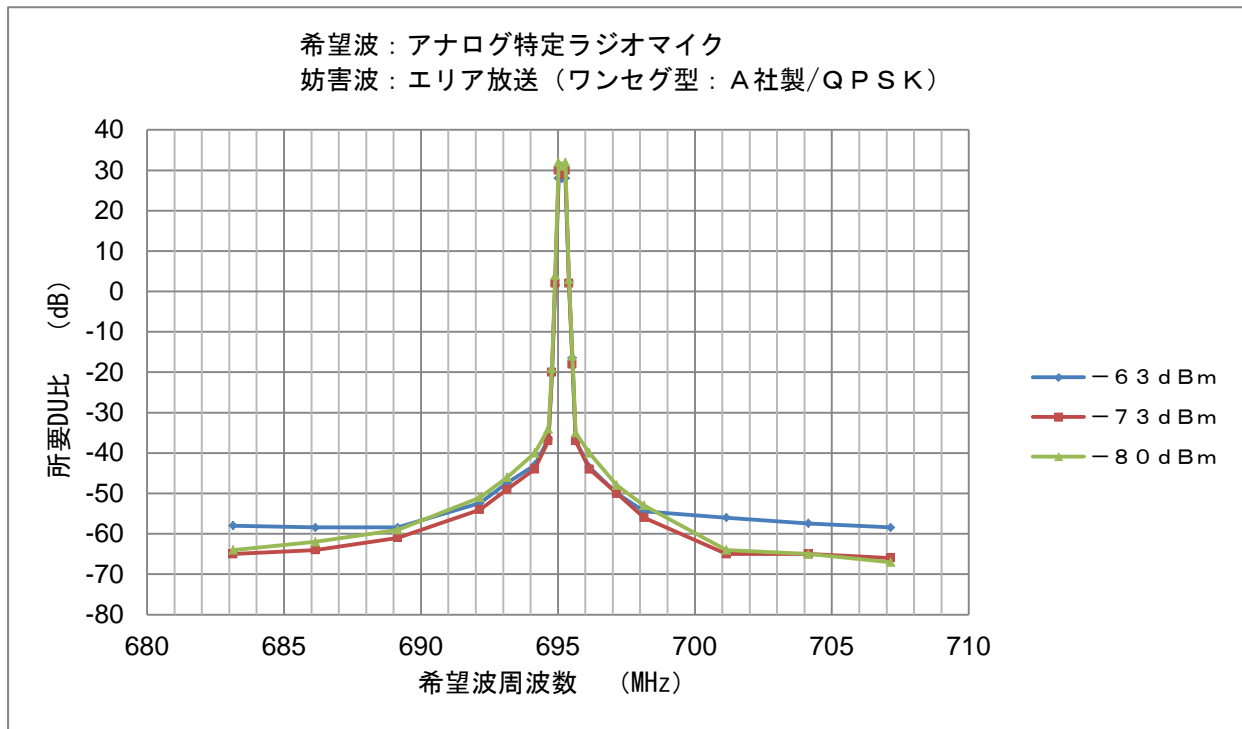
妨害波：エリア放送（ワンセグ型：A社製/QPSK変調）

測定条件：（アナログ特定RM）FM、変調信号1kHz、周波数偏位±5kHz、10mW

SINAD (A) = 50dB、受信機入力レベル-63dBm、-73dBm、-80dBm

（エリア放送）中心周波数 695.143MHz、QPSK、

符号化率 2/3、出力+10dBm、A社製



2) 希望波：アナログ特定ラジオマイク

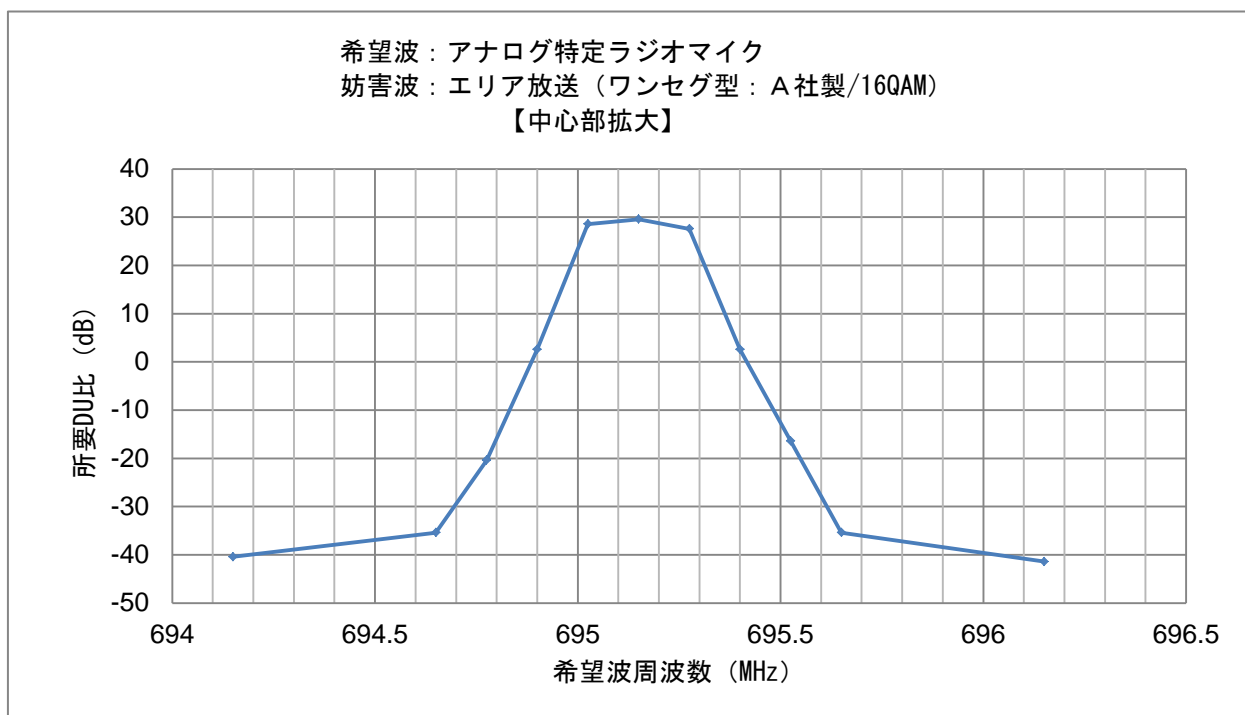
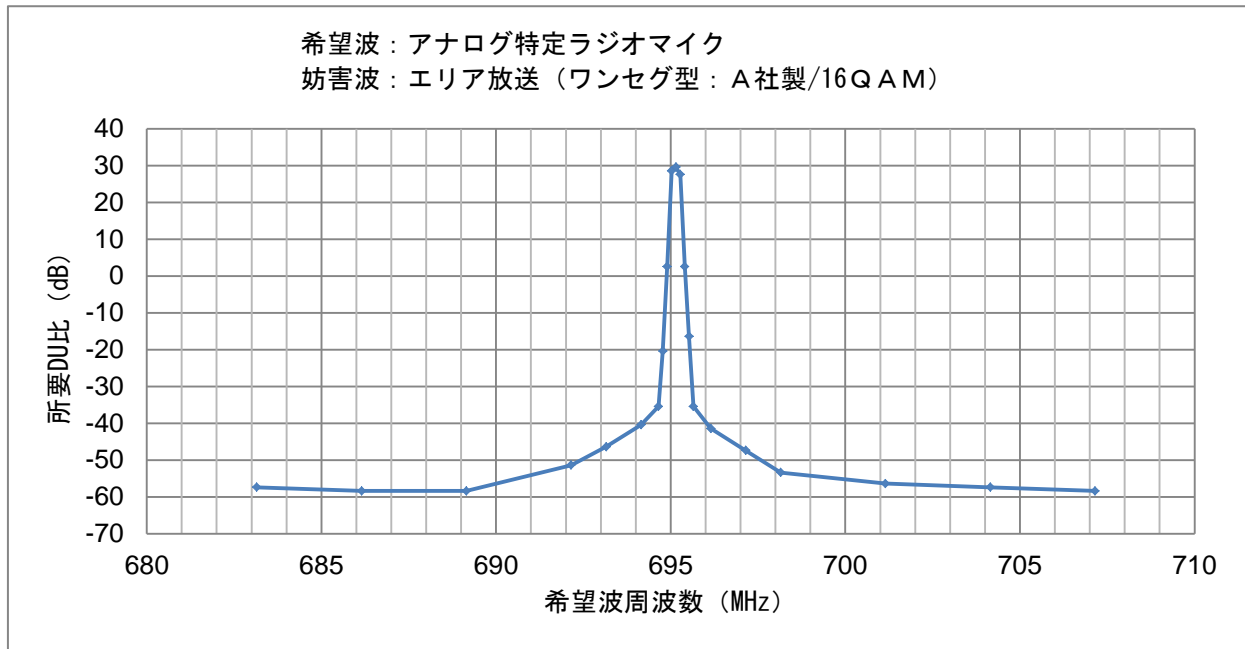
妨害波：エリア放送（ワンセグ型：A社製/16QAM変調）

測定条件：（アナログ特定RM）FM、変調信号1kHz、周波数偏位±5kHz、10mW

SINAD (A) = 50dB、受信機入力レベル-63dBm

（エリア放送）中心周波数 695.143MHz、16QAM、

符号化率 1/2、出力+10dBm、A社製



3) 希望波：アナログ特定ラジオマイク

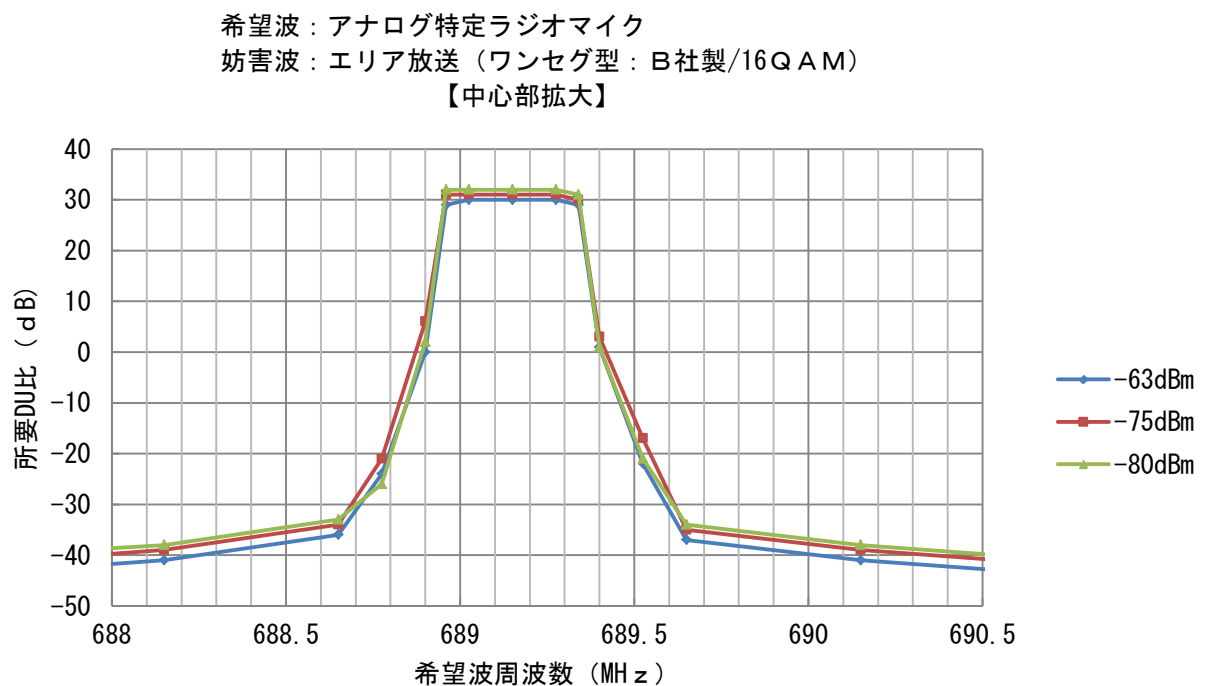
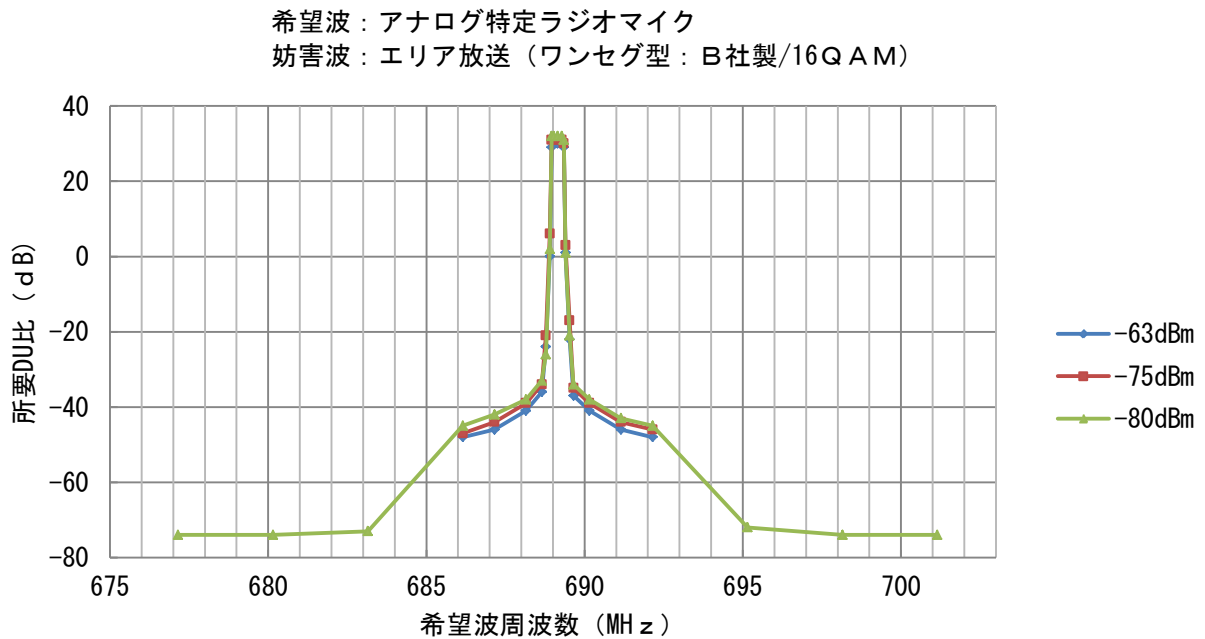
妨害波：エリア放送（ワンセグ型：B社製/16QAM）

測定条件：（アナログ特定RM）FM、変調信号 1kHz、周波数偏位±5kHz、10mW

SINAD (A) =50dB、受信機入力レベル-63dBm、-75dBm、-80dBm

（エリア放送）中心周波数 689.143MHz、16QAM、

符号化率 1/2、出力 0dBm、B社製



4) 希望波：アナログ特定ラジオマイク

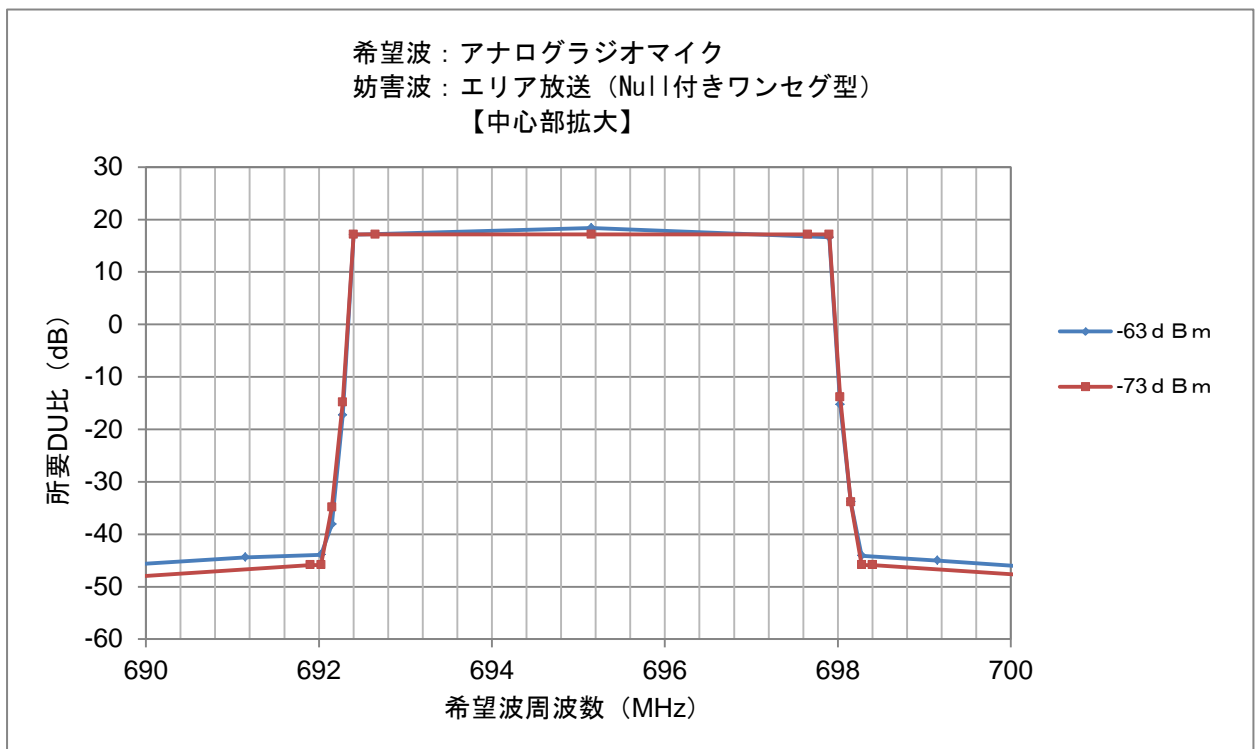
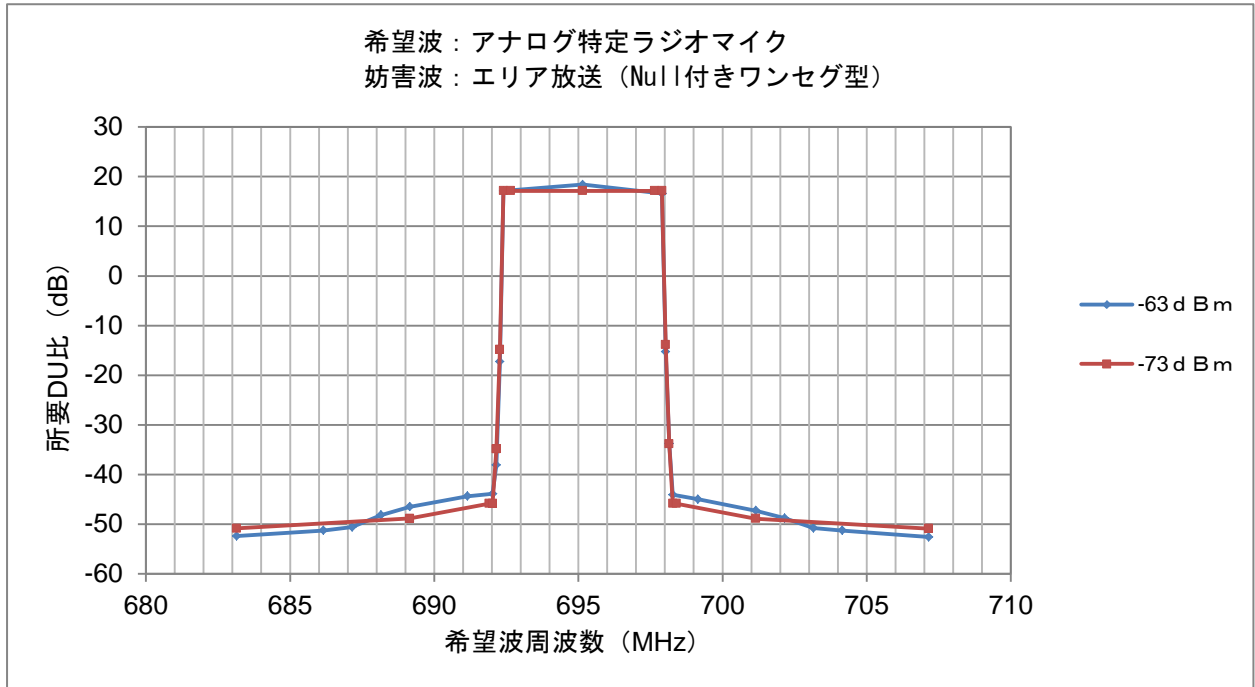
妨害波：エリア放送（Null付ワンセグ型：A社製/QPSK）

測定条件：（アナログ特定RM）FM、変調信号1kHz、周波数偏位±5kHz、10mW

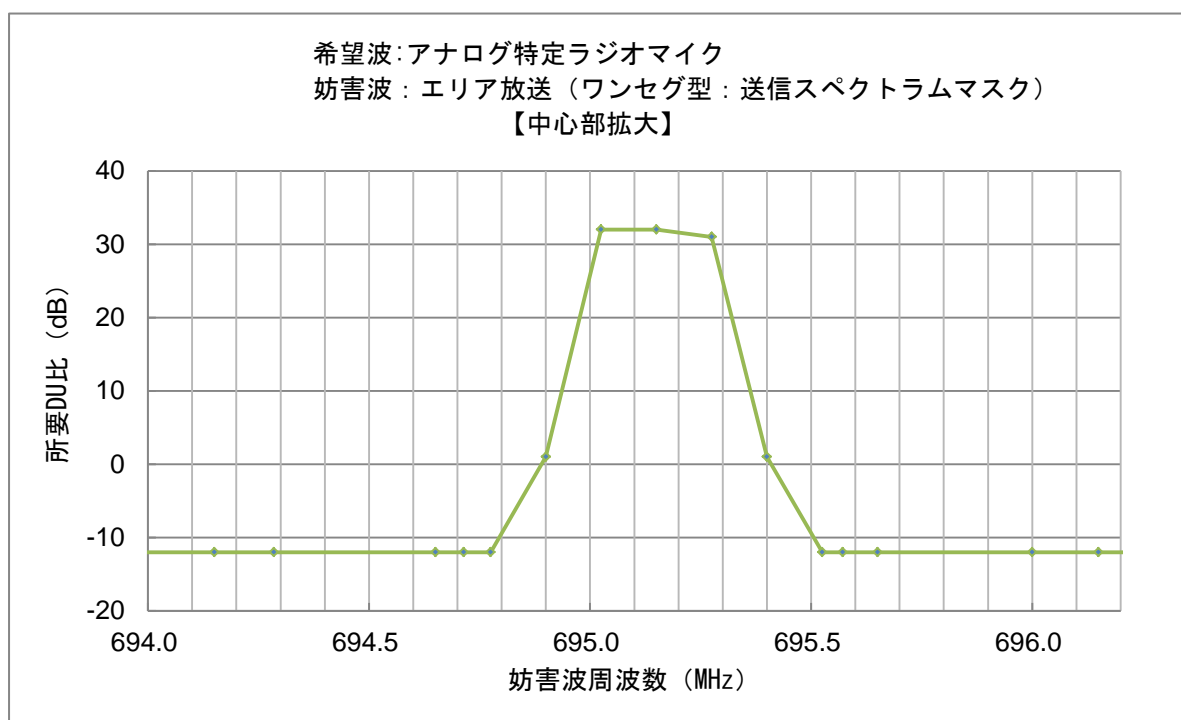
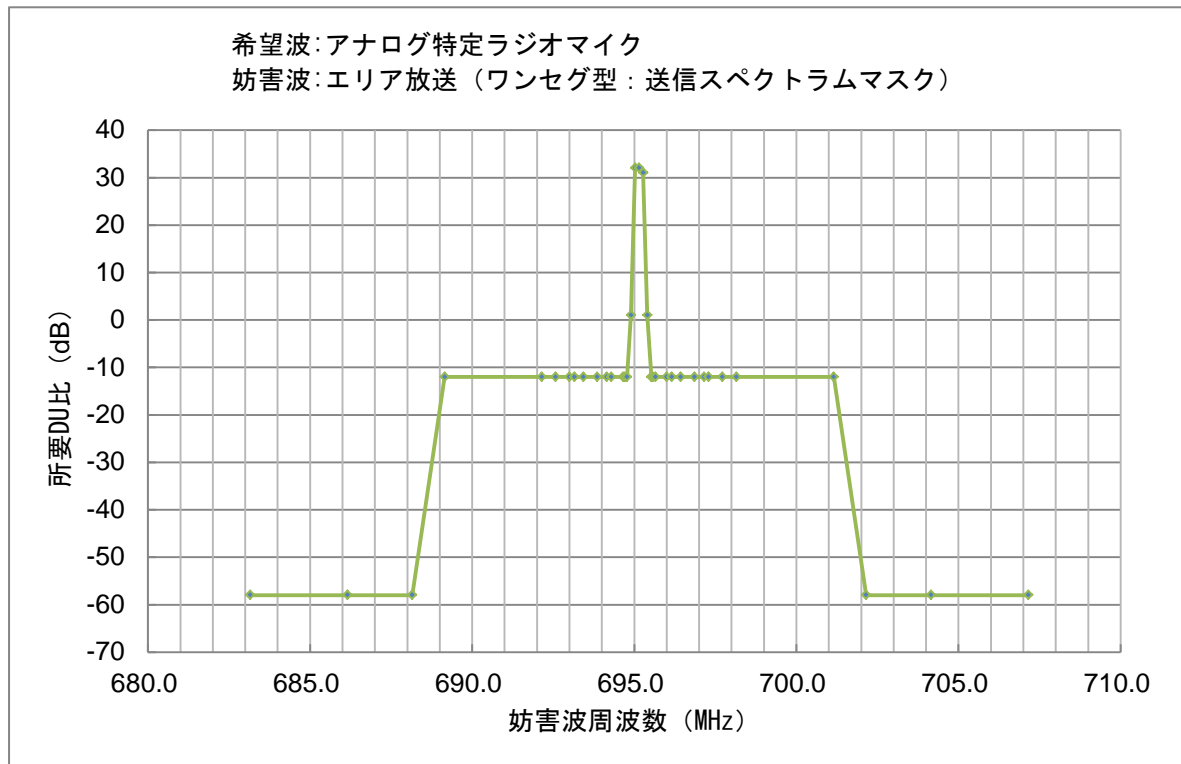
SINAD (A) = 50dB、受信機入力レベル-63dBm、-73dBm

（Null付きワンセグ型）中心周波数695.143MHz、QPSK、

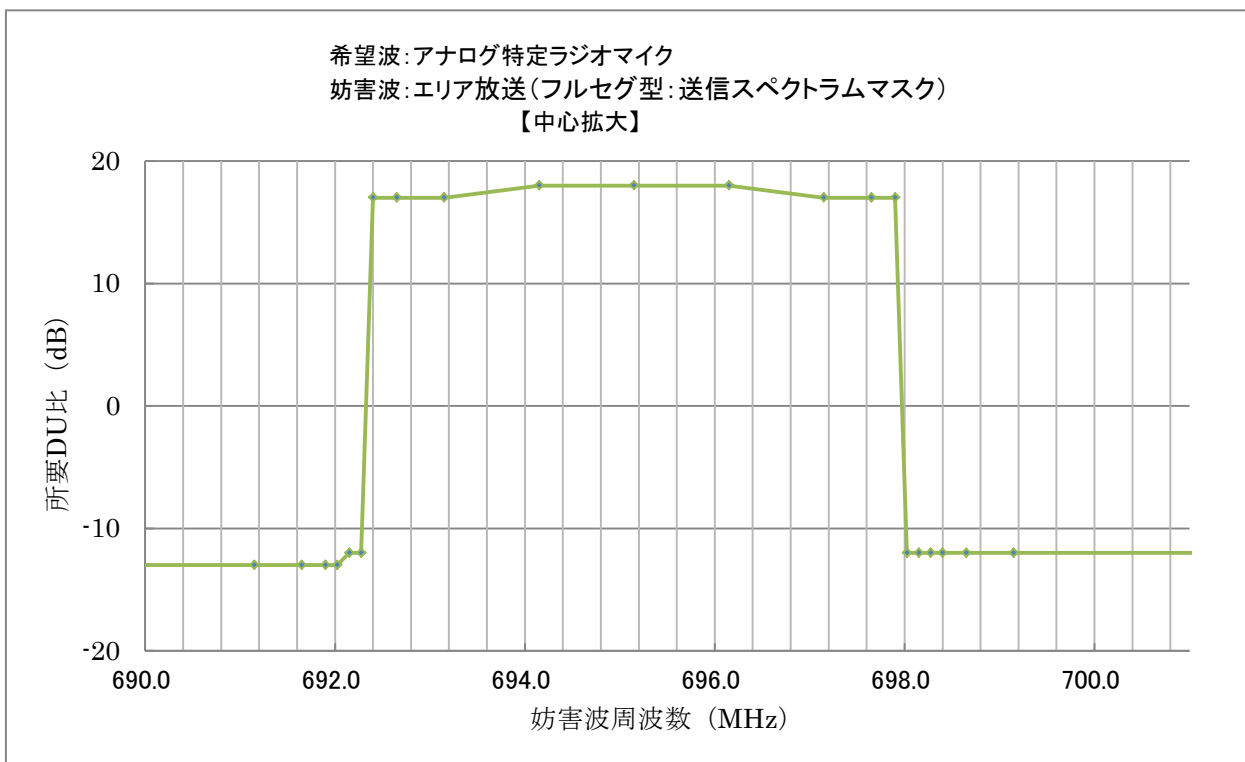
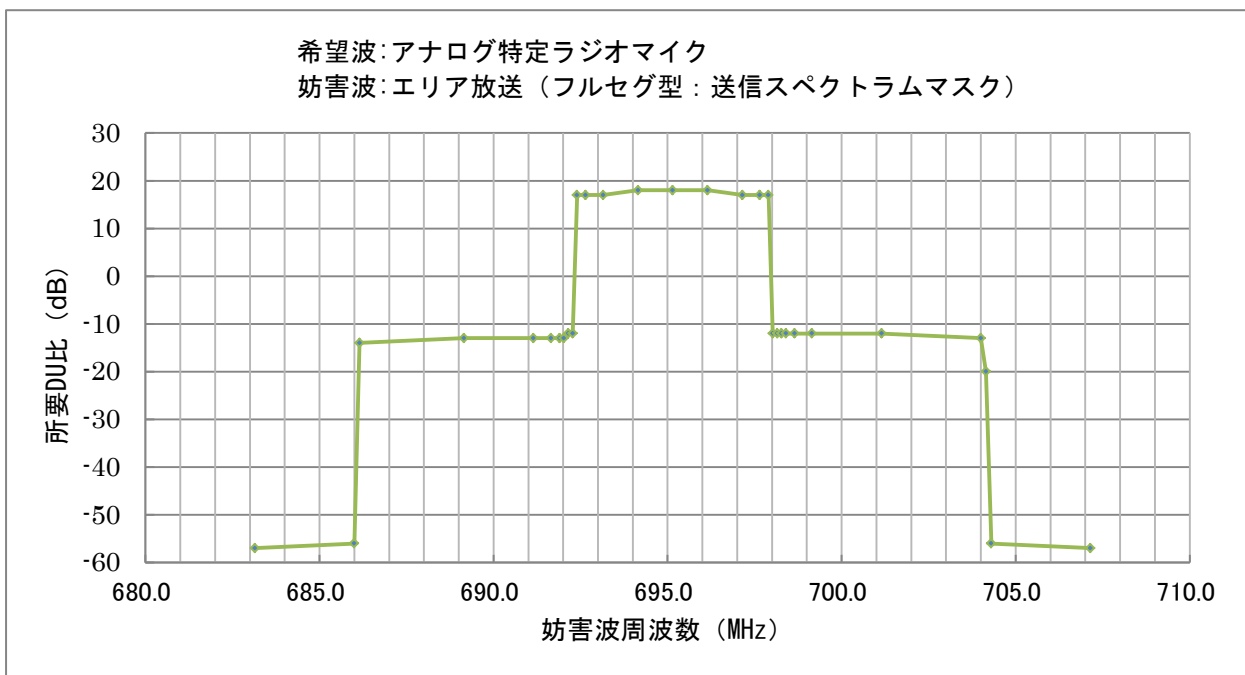
符号化率2/3、出力+10dBm、A社製



- 5) 希望波 : アナログ特定ラジオマイク
 妨害波 : エリア放送 (ワンセグ型 : 送信スペクトラムマスク)
 測定条件 : (アナログ特定RM) FM、変調信号 1kHz、周波数偏位 ±5kHz、10mW
 SINAD (A) = 50dB、受信機入力レベル -80dBm
 (ワンセグ型) 中心周波数 695.143MHz、QPSK、
 符号化率 2/3、出力 -10dBm、MG3710A



- 6) 希望波：アナログ特定ラジオマイク
 妨害波：エリア放送（フルセグ型：送信スペクトラムマスク）
 測定条件：（アナログ特定ラジオマイク）FM、変調信号 1kHz、周波数偏位±5kHz、10mW
 SINAD (A) =50dB、受信機入力レベル-80dBm
 （フルセグ型）中心周波数 695.143MHz、1seg=QPSK、
 符号化率 2/3、出力-10dBm、MG3710A

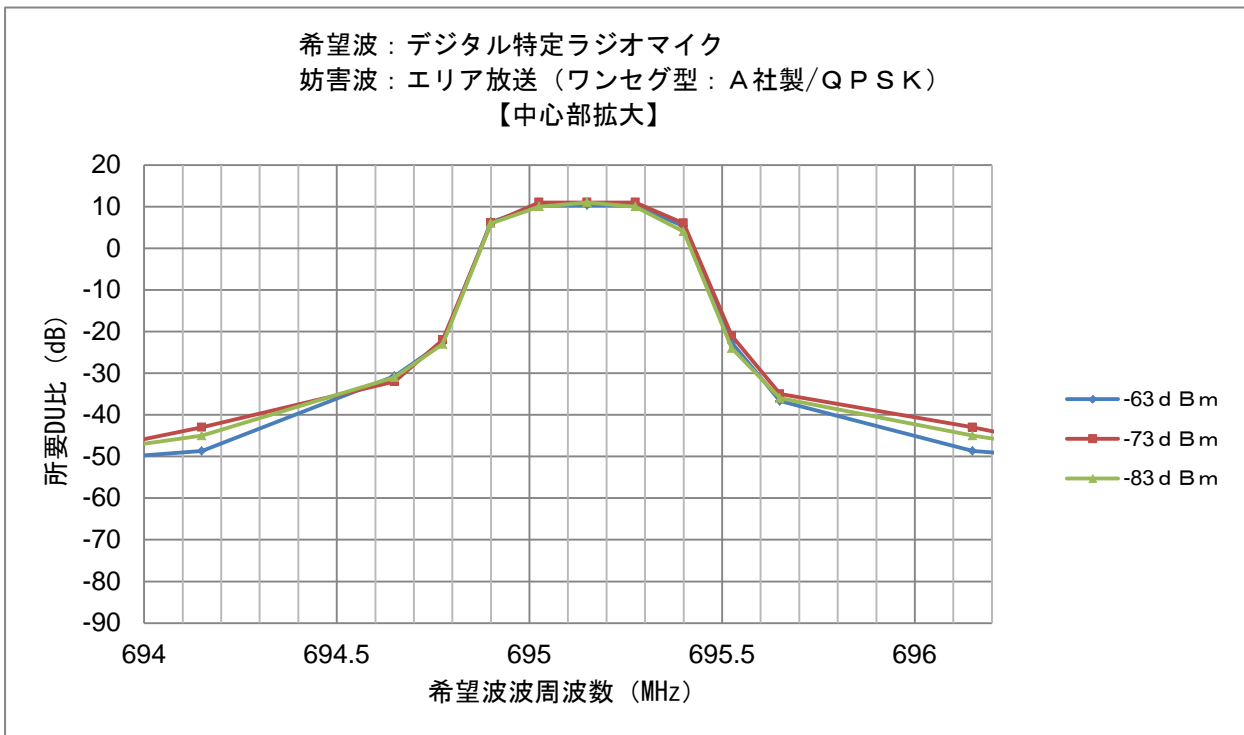
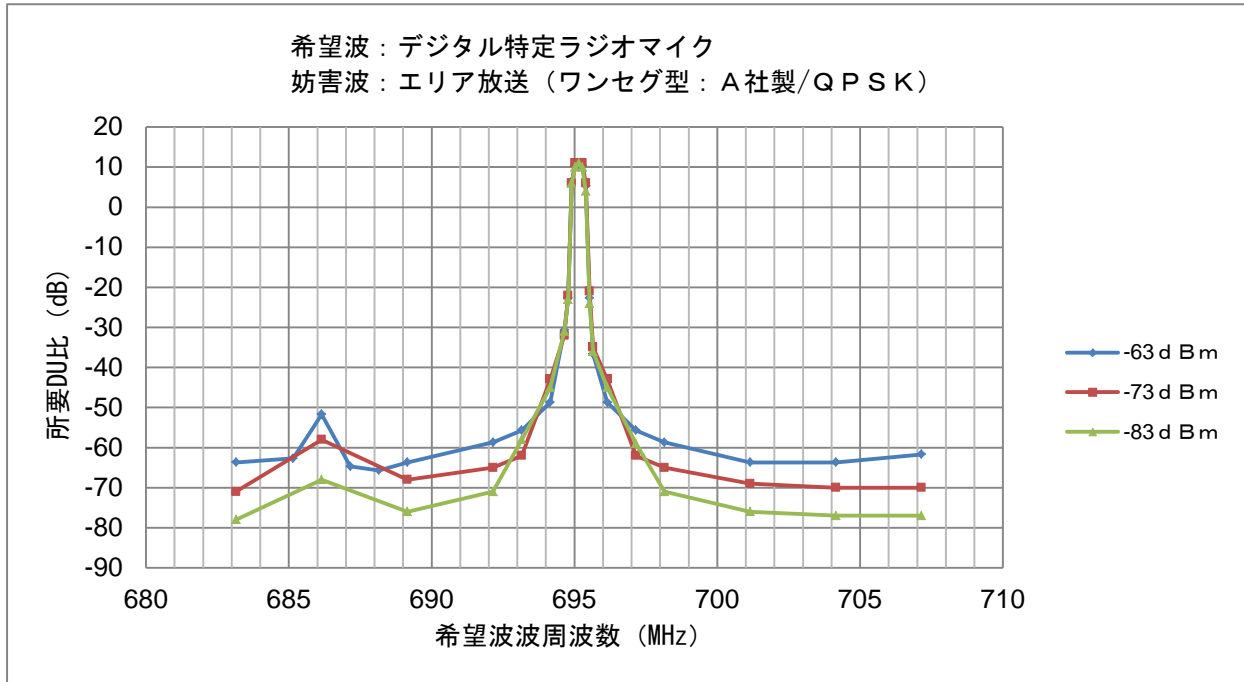


<希望波 デジタル RM>

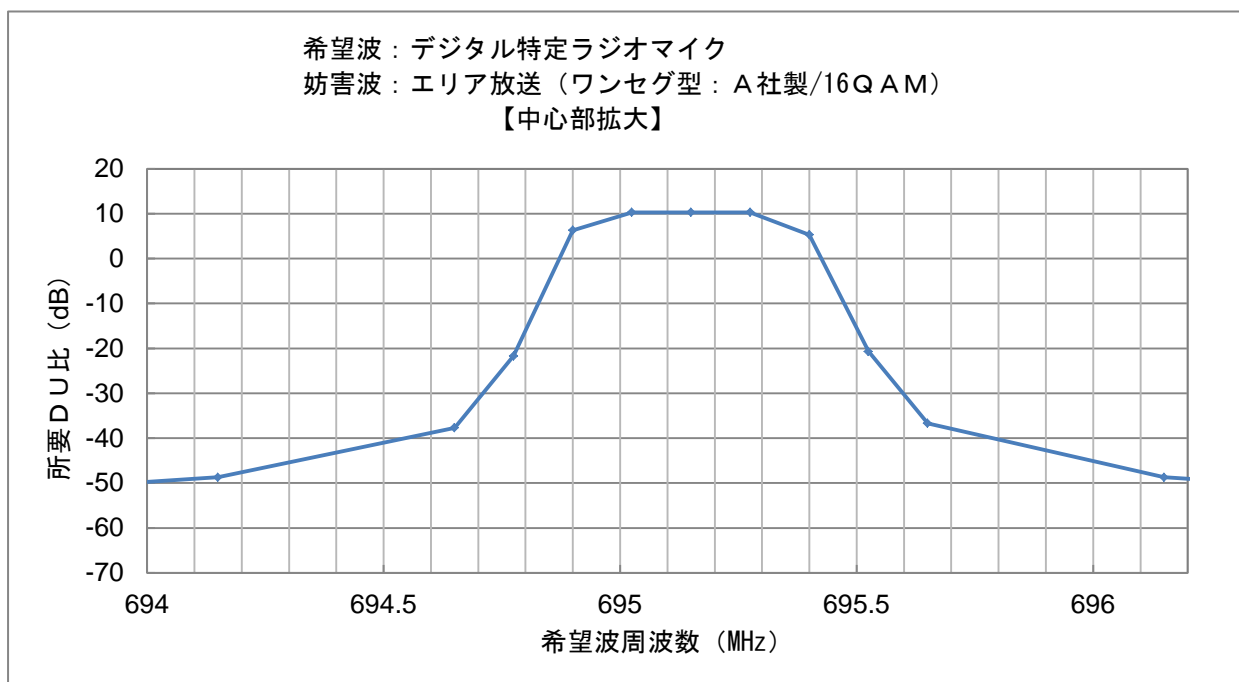
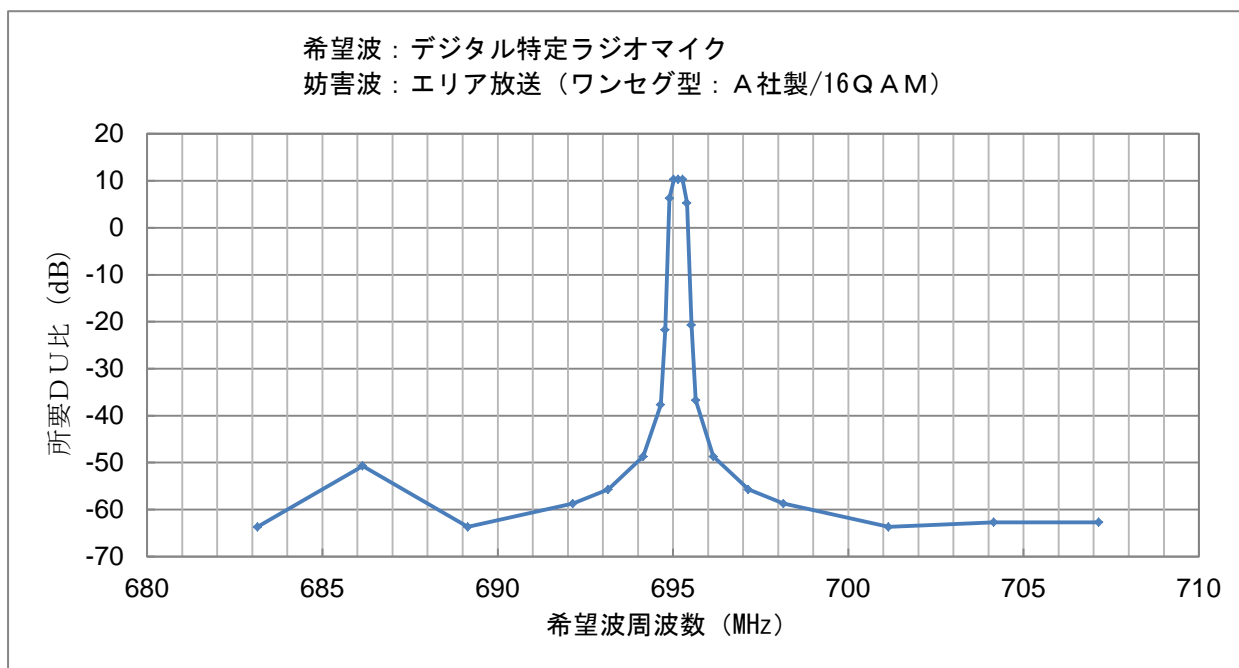
7) 希望波：デジタル特定ラジオマイク

妨害波：エリア放送（ワンセグ型：A社製/QPSK）

測定条件：（デジタル特定ラジオマイク） $\pi/4$ QPSK、128sps、占有帯域幅 192kHz、PN9、10mW、BER= 1×10^{-5} 、受信機入力レベル-63dBm、-73dBm、-83dBm
（エリア放送）中心周波数 695.143MHz、QPSK、符号化率 2/3、出力+10dBm、A社製



- 8) 希望波：デジタル特定ラジオマイク
 妨害波：エリア放送（ワンセグ型：A社製/16QAM）
 測定条件：（デジタル特定ラジオマイク） $\pi/4$ DQPSK、128sps、占有帯域幅 192kHz、
 PN9、10mW、BER= 1×10^{-5} 、受信機入力レベル-63dBm
 （エリア放送）中心周波数 695.143MHz、16QAM、
 符号化率 1/2、出力+10dBm、A社製



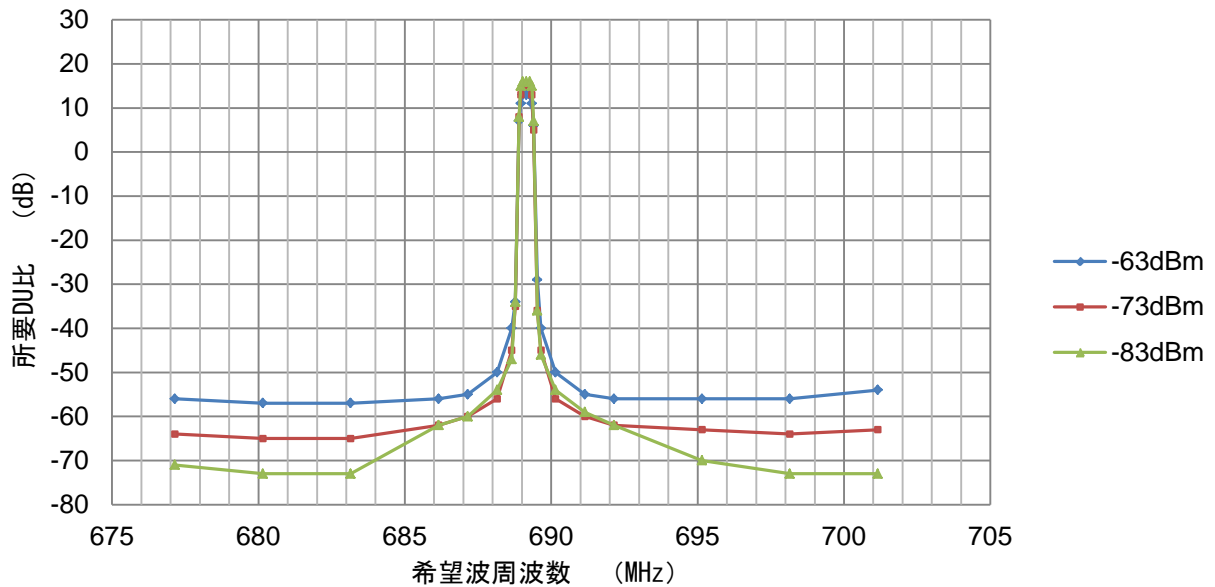
9) 希望波：デジタル特定ラジオマイク

妨害波：エリア放送（ワンセグ型：B社製/16QAM）

測定条件：（デジタル特定ラジオマイク） $\pi/4$ DQPSK、128sps、占有帯域幅 192kHz、
PN9、10mW、BER= 1×10^{-5} 、受信機入力レベル-63dBm、-73dBm、-83dBm
（エリア放送）中心周波数 689.143MHz、16QAM、
符号化率 1/2、出力 0dBm、B社製

希望波：デジタル特定ラジオマイク

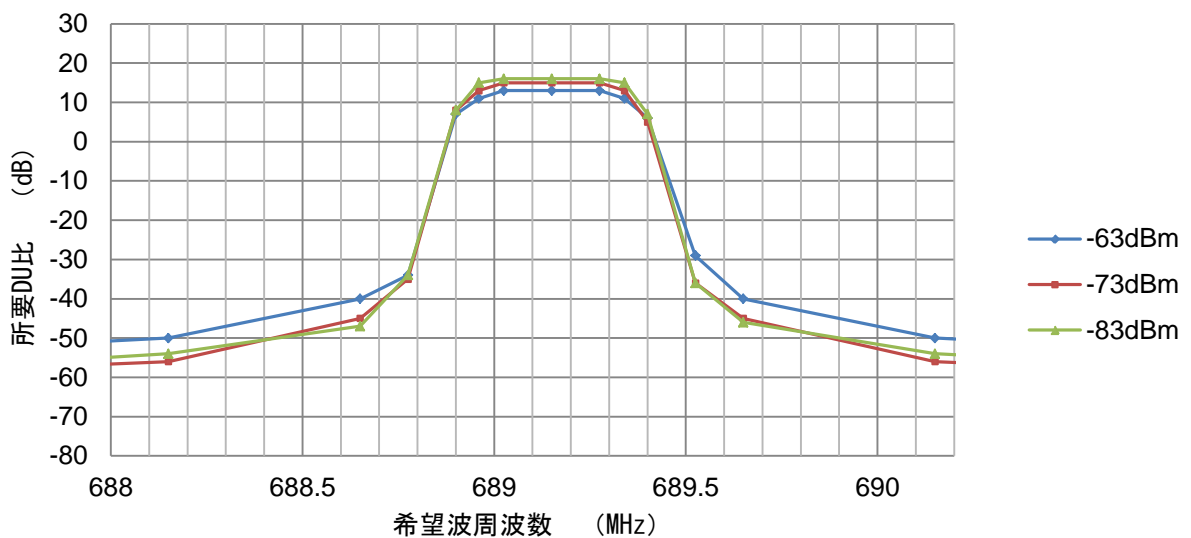
妨害波：エリア放送（ワンセグ型：B社製/16QAM）



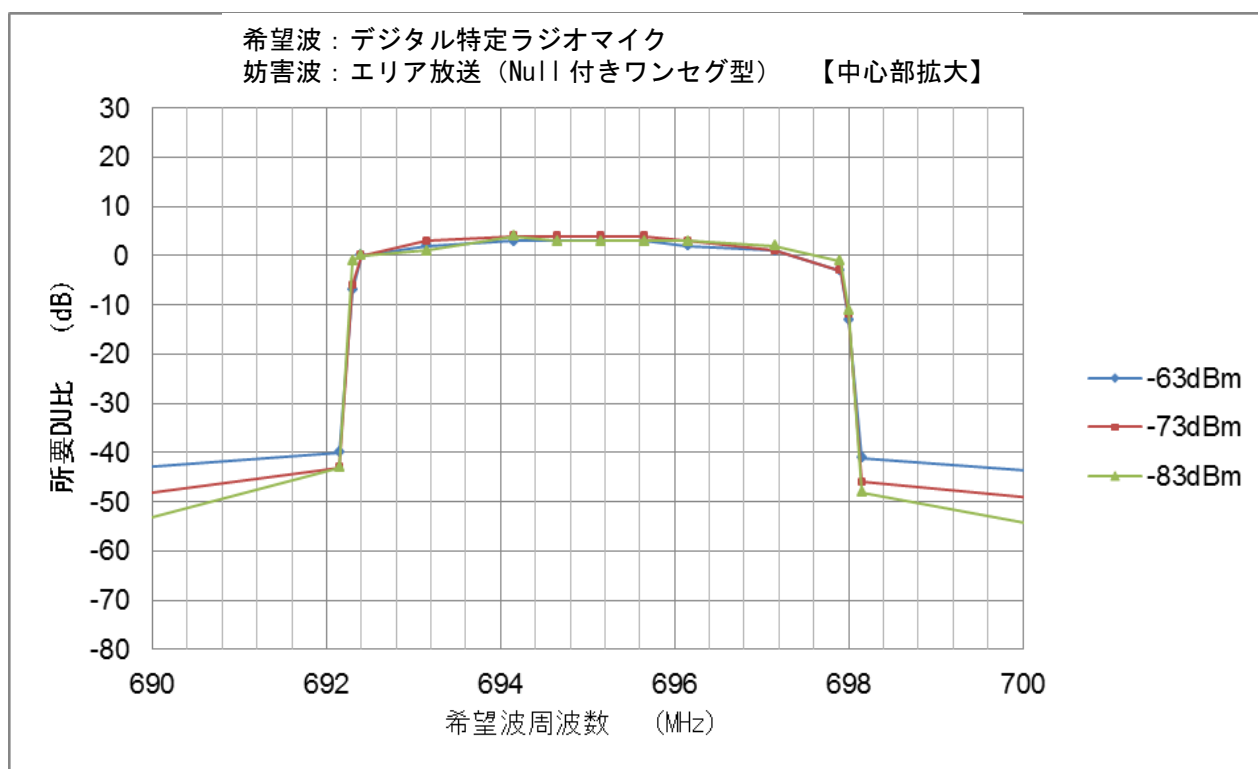
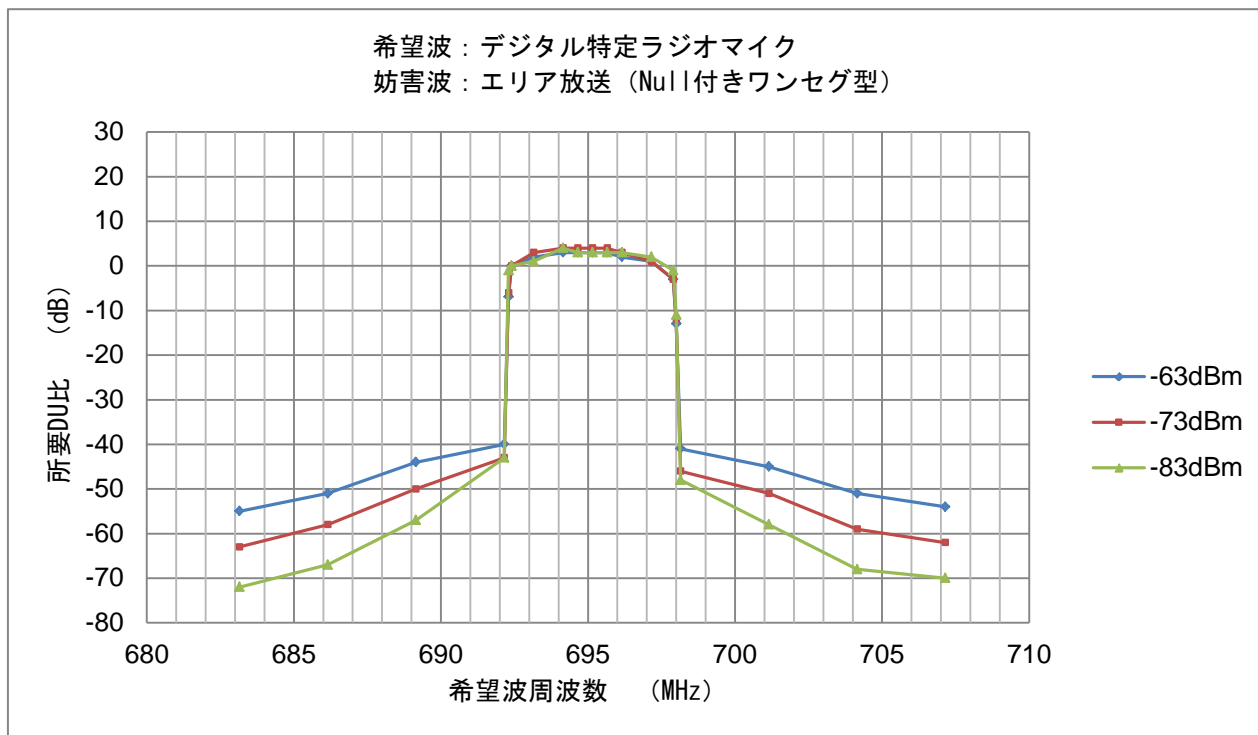
希望波：デジタル特定ラジオマイク

妨害波：エリア放送（ワンセグ型：B社製/16QAM）

【中心部拡大】



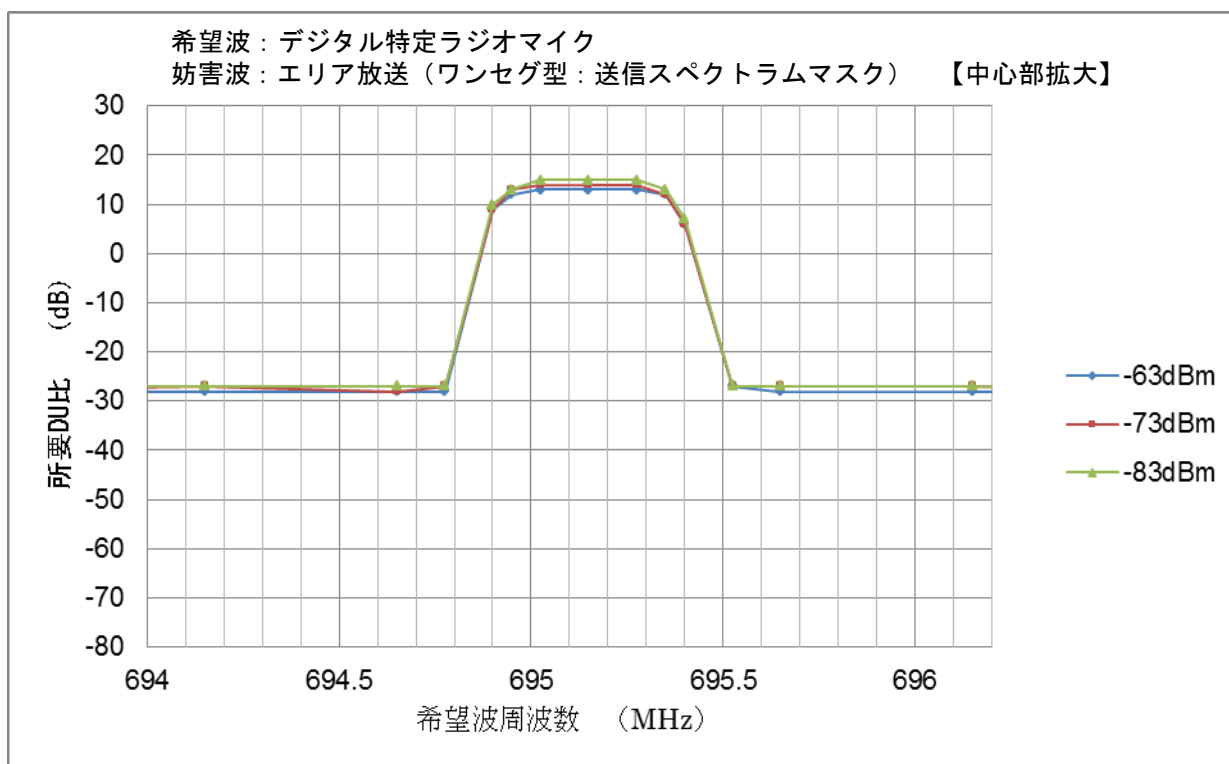
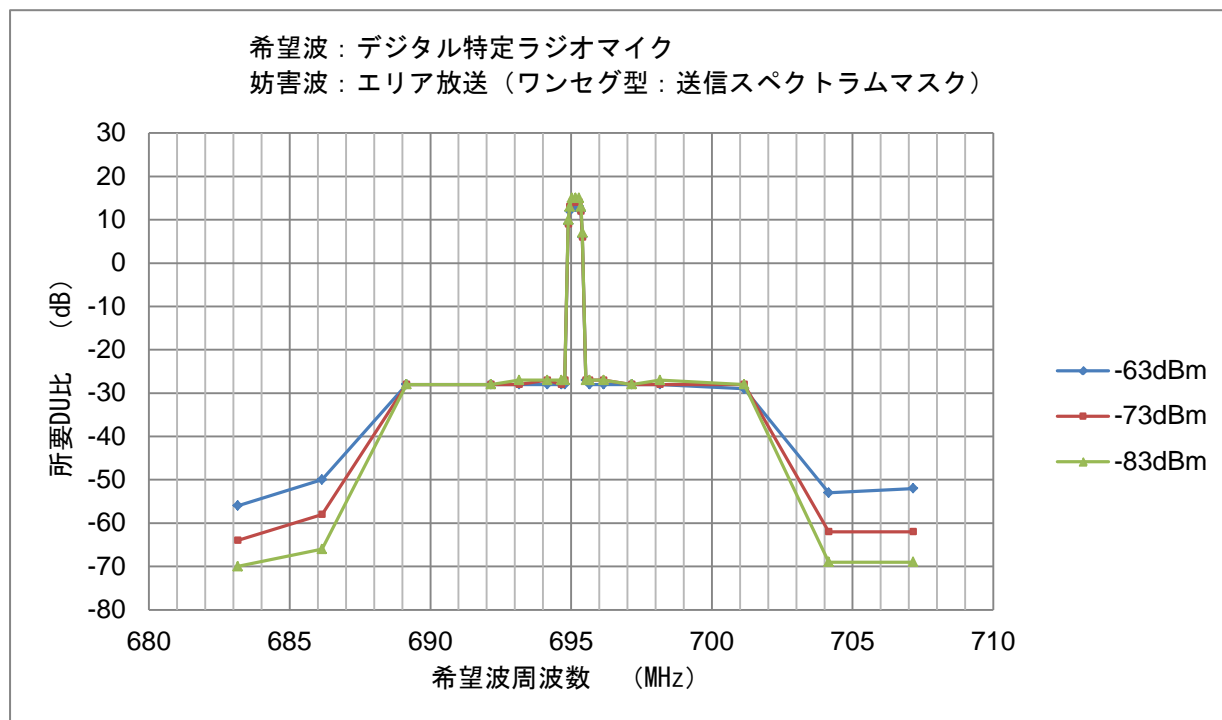
10) 希望波：デジタル特定ラジオマイク
 妨害波：エリア放送（Null付きワンセグ型：A社製/QPSK）
 測定条件：（デジタル特定ラジオマイク） $\pi/4$ QPSK、128sps、占有帯域幅 192kHz、
 PN9、10mW、BER= 1×10^{-5} 、受信機入力レベル-63dBm、-73dBm、-83dBm
 （エリア放送）中心周波数 695.143MHz、QPSK、
 符号化率 2/3、出力-10dBm、A社製



1 1) 希望波：デジタル特定ラジオマイク

妨害波：エリア放送（ワンセグ型：送信スペクトラムマスク）

測定条件：（デジタル特定ラジオマイク） $\pi/4$ DQPSK、128sps、占有帯域幅 192kHz、
PN9、10mW、BER= 1×10^{-5} 、受信機入力レベル-63dBm、-73dBm、-83dBm
（エリア放送）送信スペクトラムマスク、出力-10dBm、MG3710A

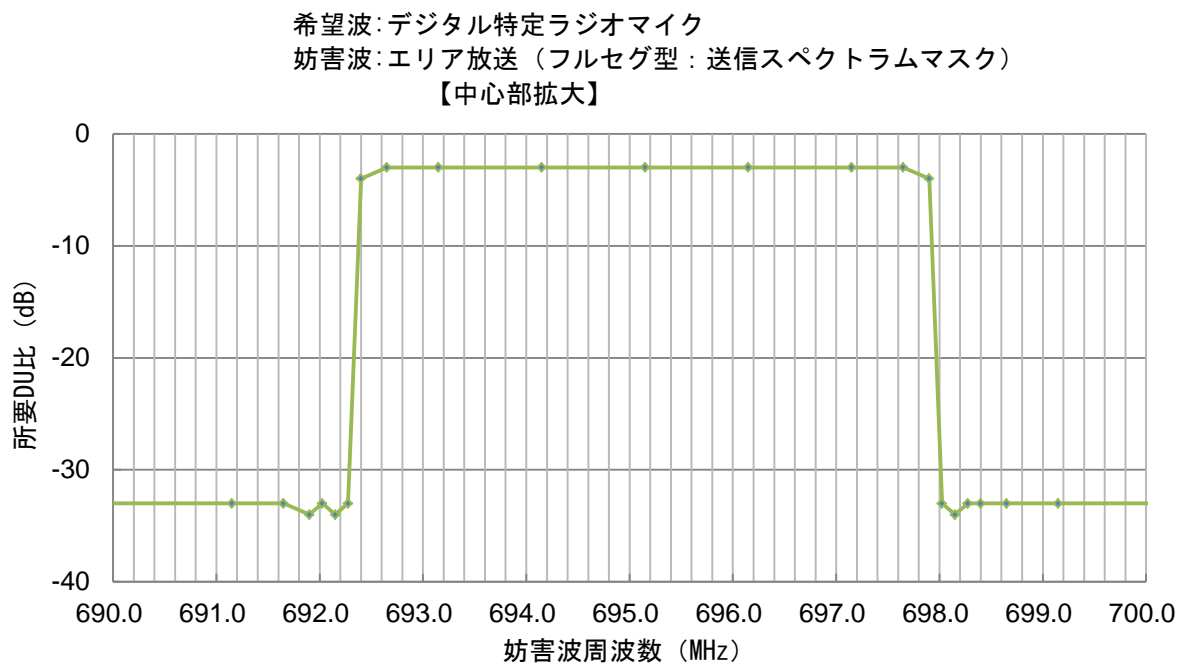
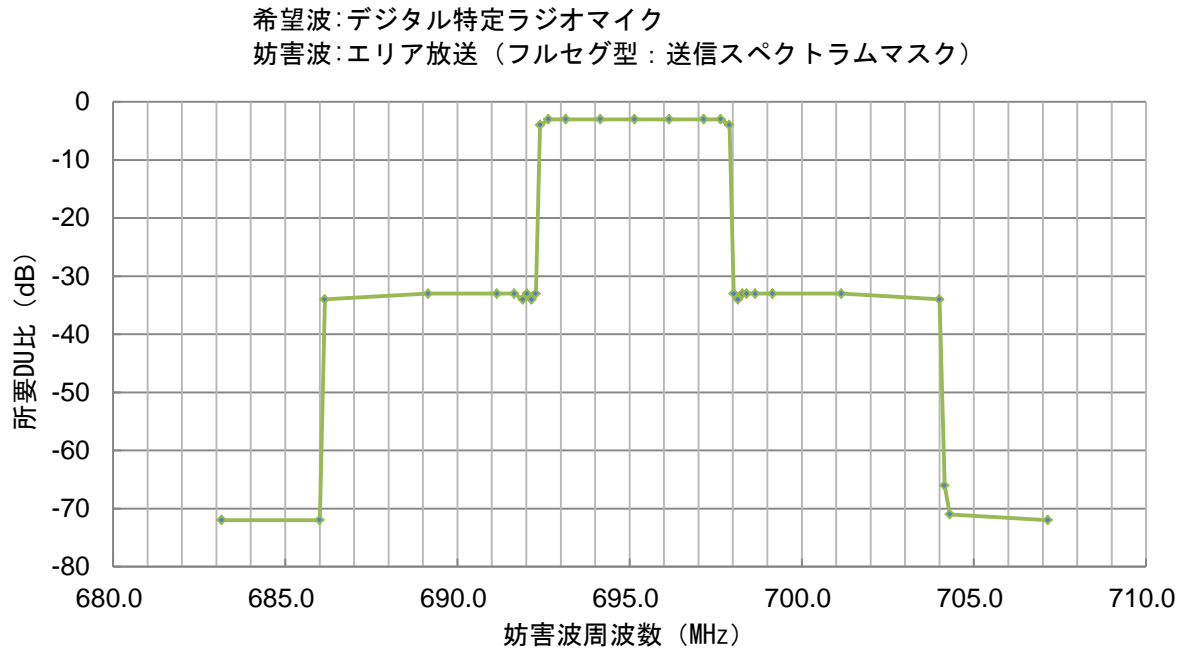


1 2) 希望波：デジタル特定ラジオマイク

妨害波：エリア放送（フルセグ：送信スペクトラムマスク）

測定条件：（デジタル特定ラジオマイク） $\pi/4$ DQPSK、128sps、占有帯域幅 192kHz、
PN9、10mW、BER= 1×10^{-5} 、受信機入力レベル-80dBm

（エリア放送）送信スペクトラムマスク、出力-10dBm、MG3710A



13) 希望波：イヤ－・モニター

妨害波：エリア放送（ワンセグ型：SG出力/QPSK）

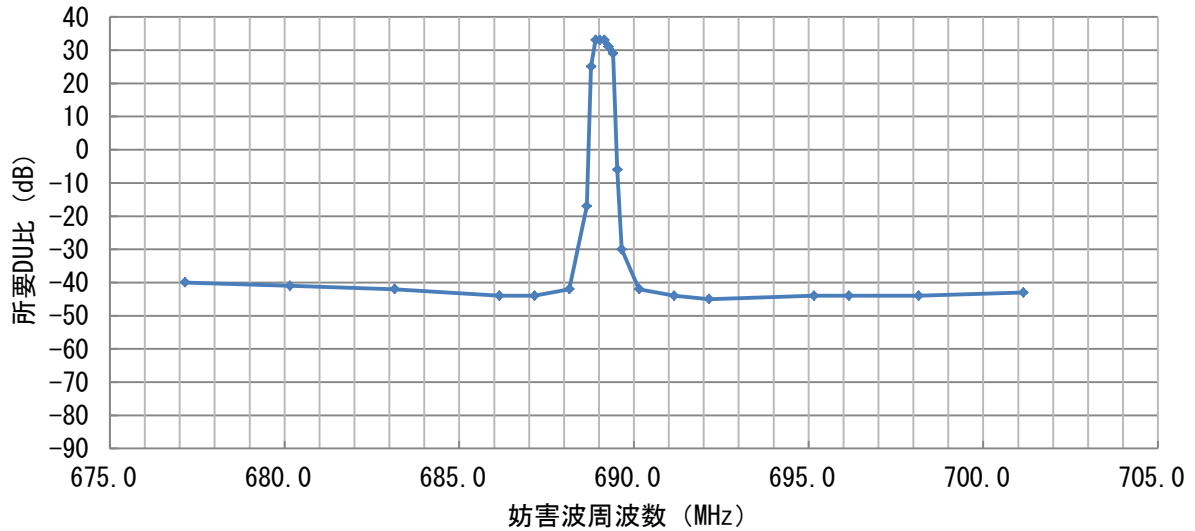
測定条件：（イヤ－・モニター）FM、変調信号1kHz、10mW

SINAD（A）=50dB、受信機入力レベル-63dBm

（エリア放送）出力-10dBm、MG3710A

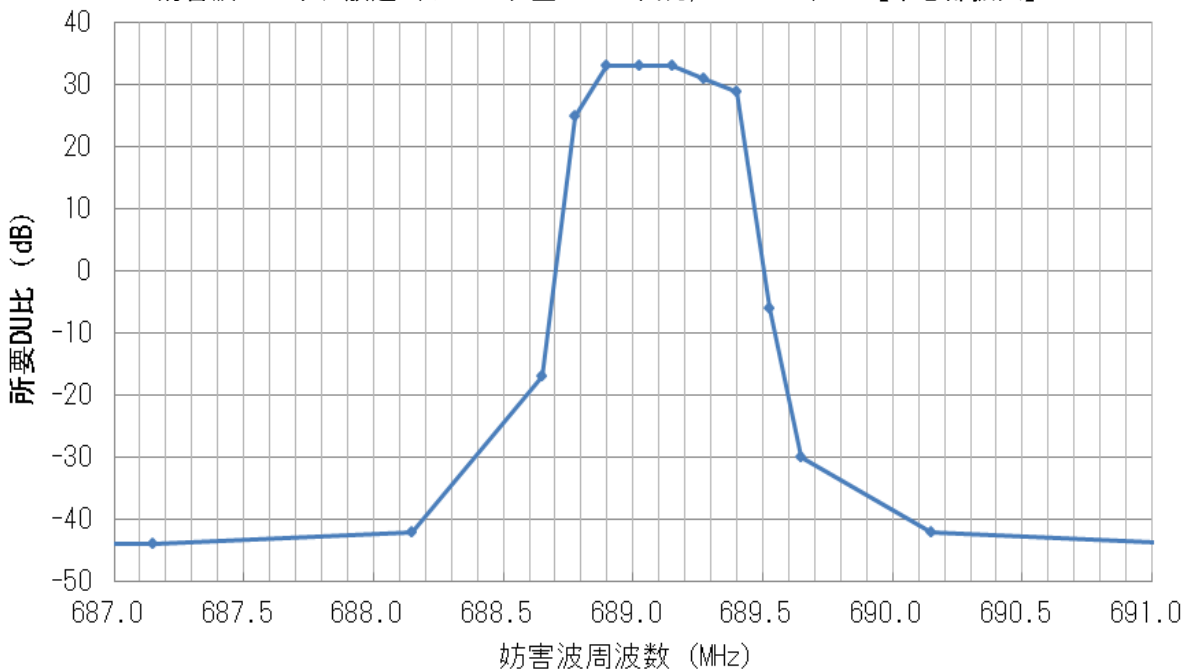
希望波：イヤ－・モニター

妨害波：エリア放送（ワンセグ型：SG出力/QPSK）



希望波：イヤ－・モニター

妨害波：エリア放送（ワンセグ型：SG出力/QPSK） 【中心部拡大】



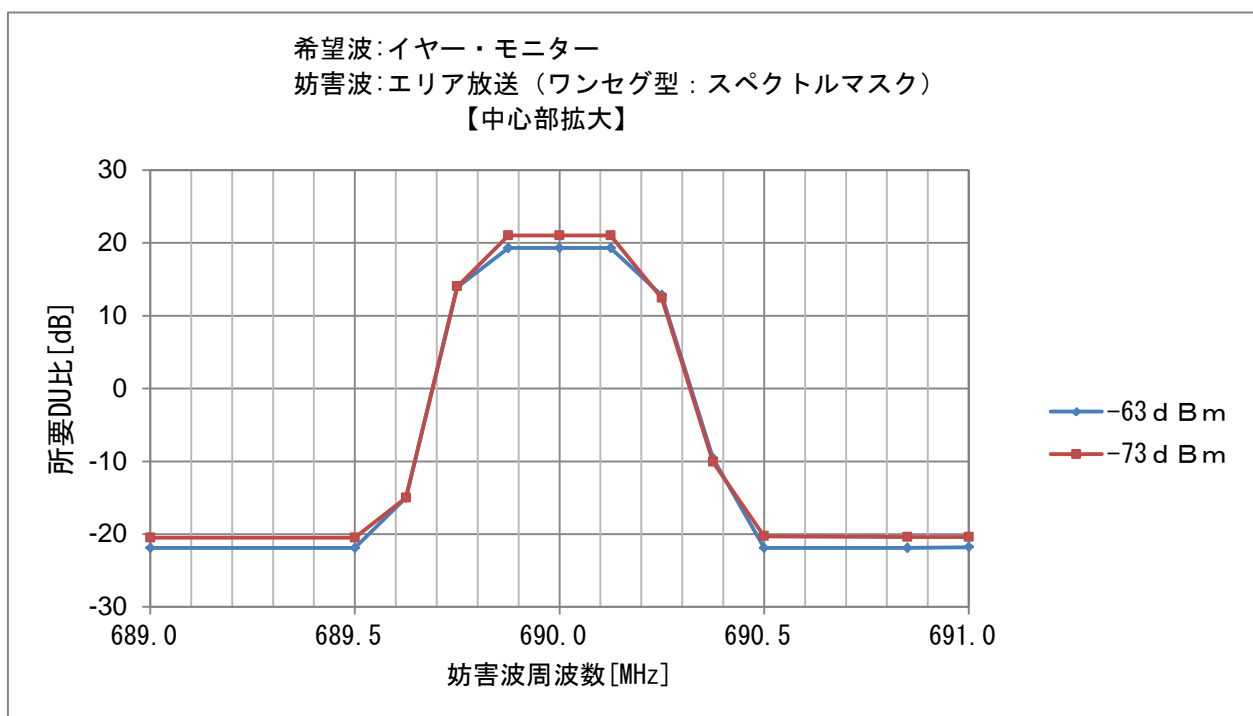
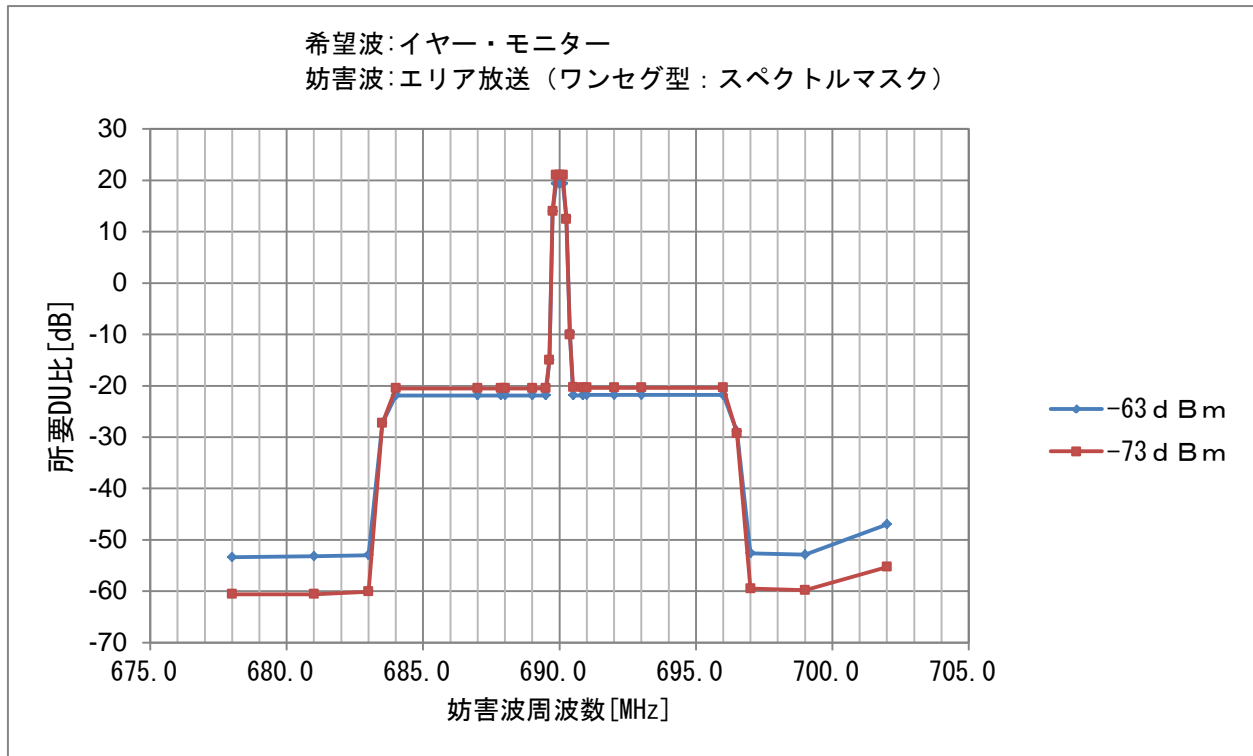
14) 希望波：イヤ－モニター

妨害波：エリア放送（ワンセグ型：スペクトラムマスク）

測定条件：（イヤ－モニター）FM、変調信号 1kHz、10mW

SINAD (A) = 45dB、受信機入力レベル-63dBm、-73dBm

（エリア放送）出力-10dBm、MG3710A



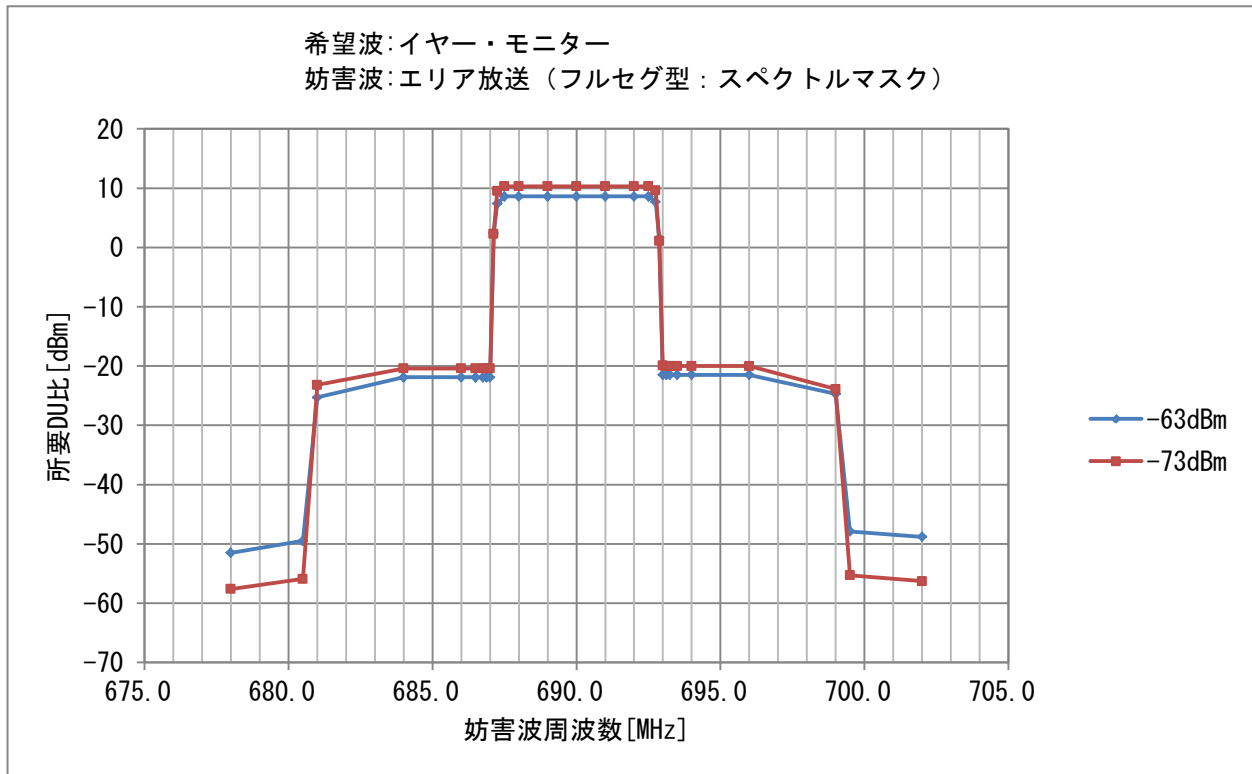
15) 希望波：イヤ－モニター

妨害波：エリア放送（フルセグ型：スペクトルマスク）

測定条件：（イヤ－モニター）FM、変調信号 1kHz、10mW

SINAD (A) = 45dB、受信機入力レベル-63dBm、-73dBm

（エリア放送）出力-10dBm、MG3710A



II 特定ラジオマイクからエリア放送への混信調査（特定ラジオマイクの与干渉）

1. 概要

特定ラジオマイク（以下特定RM）からエリア放送への混信について、それぞれの使用形態を考慮した混信保護基準等を策定するため、干渉試験を行い、結果を取りまとめた。（希望波：エリア放送、妨害波：特定RM）

2. 特定ラジオマイク与干渉試験の測定項目

希望波をエリア放送、妨害波を特定RMとする組み合わせで干渉試験を行った。エリア放送の使用形態は地上デジタルテレビジョン放送帯のホワイトスペースでの使用を前提とするため、希望波と妨害波の周波数関係は、ホワイトスペースの同一チャンネル帯域内（6MHz内）、隣接チャンネル帯域内、隣々接チャンネル帯域内とした。以下に試験項目を記す。

表1 試験項目

エリア放送のBER測定	ビタビ復号後BERが 2×10^{-4} となる所要DU比
市販受信機確認	ワンセグテレビの画像が破綻を始める所要DU比

測定項目を以下に示す。（エリア放送ワンセグ型＝ワンセグ型、エリア放送フルセグ型＝フルセグ型とする）

表2 測定項目（BER測定：MS8901A）

希望波 妨害波	ワンセグ型 A社製		Null付ワンセグ型 A社製		ワンセグ型 B社製	SG ^{※1}	
	QPSK 変調	16QAM 変調	QPSK 変調	16QAM 変調	16QAM 変調	ワンセグ型 QPSK変調	フルセグ型 16QAM変調
アナログ特定RM (1波)	○	○	—	—	○	○	—
デジタルRM (1波)	○	○	○	○	○	○	○
アナログRM (複数波)	—	—	—	—	○	—	—
デジタルRM (複数波)	—	—	—	—	○	—	—
イヤール・モニター	—	—	—	—	—	○	○

※1：アンリツ製信号発生器（MG3710A）を使用

表3 測定項目（市販受信機 携帯ワンセグ^{※2}）

希望波 妨害波	ワンセグ型 A社製		Null付ワンセグ型 A社製		ワンセグ型 B社製	SG	
	QPSK	16QAM	QPSK	16QAM	16QAM	ワンセグ	フルセグ
デジタルRM (1波)	○	—	—	—	—	—	—

※2：無線で送信・受信して所要DU比を測定（電波暗室を使用）

表4 エリア放送パラメーター

	変調方式	送信出力	RF 出力 ch	モード	符号化 率	インター リーブ
ワンセグ型 A 社製	QPSK	+10dBm ^{※4}	50ch	3	2/3	4
ワンセグ型 A 社製	16QAM	+10dBm ^{※4}	50ch	3	1/2	4
Null 付きワンセグ型 A 社製	QPSK	-1dBm ^{※3}	50ch	3	2/3	4
Null 付きワンセグ型 A 社製	16QAM	-1dBm ^{※3}	50ch	3	1/2	4
ワンセグ型 B 社製	16QAM	0dBm ^{※4}	49ch	3	1/2	4
フルセグ型 SG 出力 12seg 部分	64QAM	-10dBm ^{※5}	50ch	3	3/4	2
フルセグ型 SG 出力 1seg 部分	QPSK	-21dBm ^{※3}	50ch	3	2/3	4
ワンセグ型 SG 出力	QPSK	-10dBm ^{※4}	50ch	3	2/3	4

※3：帯域幅 429kHz で帯域内電力を測定

※4：帯域幅 468kHz で帯域内電力を測定

※5：帯域幅 5.7MHz で帯域内電力を測定（13seg 全てを測定）

妨害波として使用した特定ラジオマイクのパラメーターを表5に示す。

表5 特定ラジオマイクパラメーター

デジタル 特定ラジオマイク	型名	700MHz 帯仕様	C社
	変調方式	$\pi/4$ シフト DQPSK	
	変調内容	PN9	
	シンボルレート	128ksps	
	占有帯域幅	192kHz	
	出力	10mW	
アナログ 特定ラジオマイク	型名	700MHz 帯仕様	D社
	変調方式	FM	
	変調内容	音声信号ピンクノイズ	モノラル
	最大周波数偏移	± 40 kHz	
	占有帯域幅	110kHz	
	出力	50mW、10mW	
イヤール・モニター	型名	700MHz 帯仕様	H社
	変調方式	FM	
	変調内容	音声信号 1kHz	モノラル
	周波数偏移	± 48 kHz	
	占有帯域幅	250kHz 以下	
	出力	10mW	
	受信感度	1.6 μ V	
	全高調波ひずみ率	0.9%以下	

特定 RM 使用周波数 695.15MHz \pm 12MHz（エリア型放送 49ch 使用時）

689.15MHz \pm 12MHz（エリア型放送 50ch 使用時）

3. 特定ラジオマイク被干渉試験系統図

希望波をエリア放送とし、妨害波を特定RMとした場合の測定系統図を図2、図3に示す。

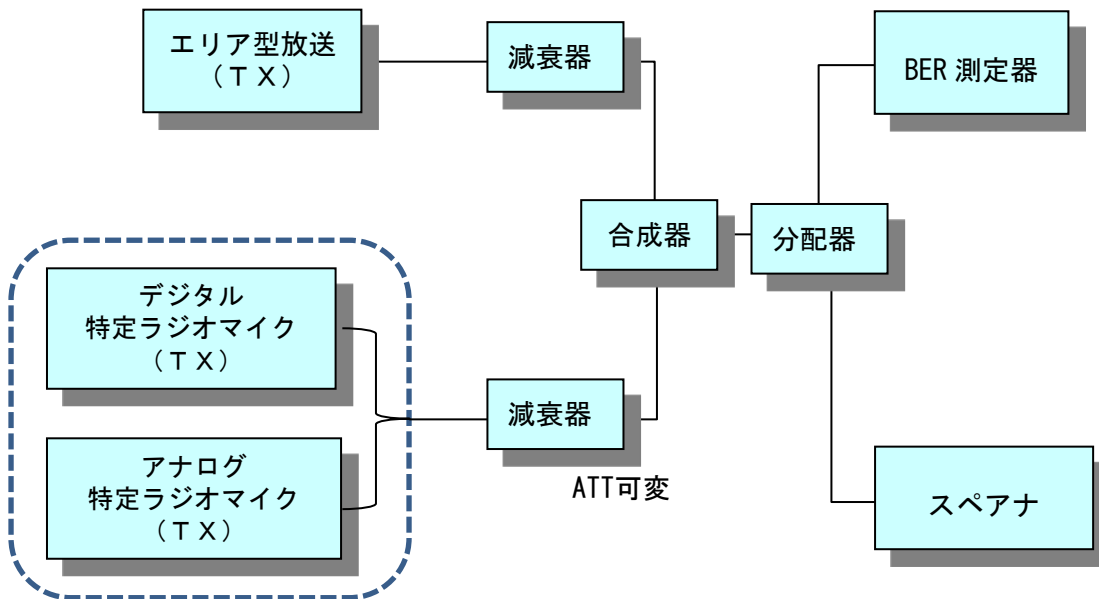


図2 有線受信測定系統図

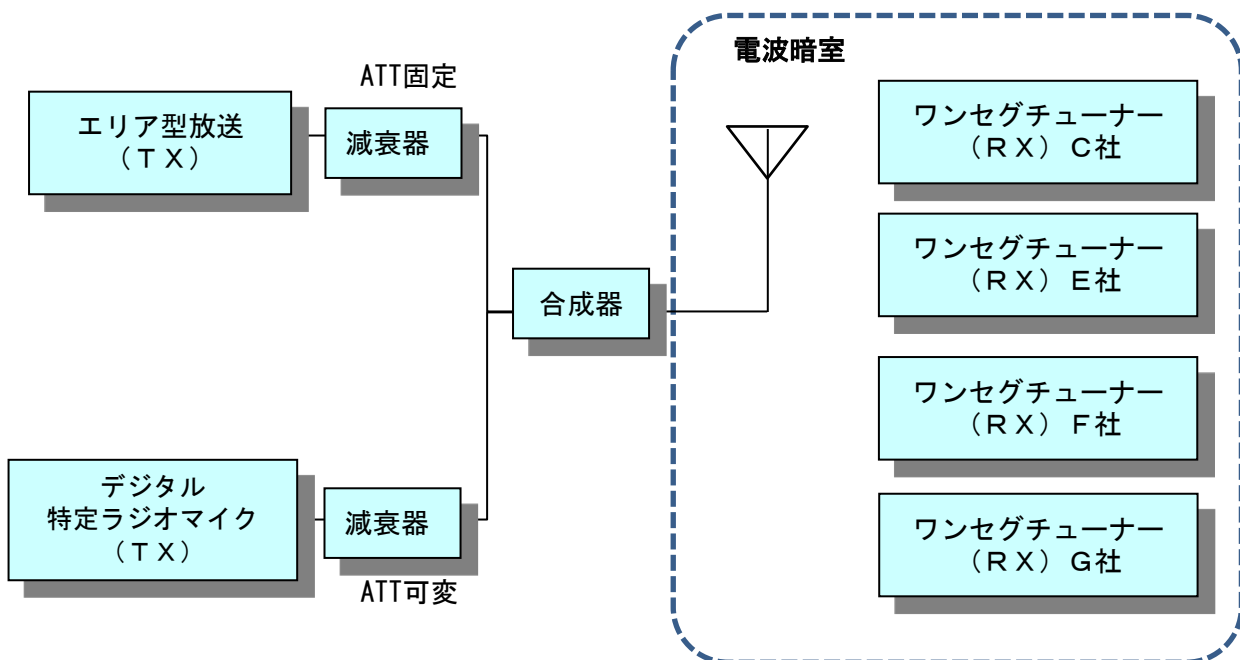


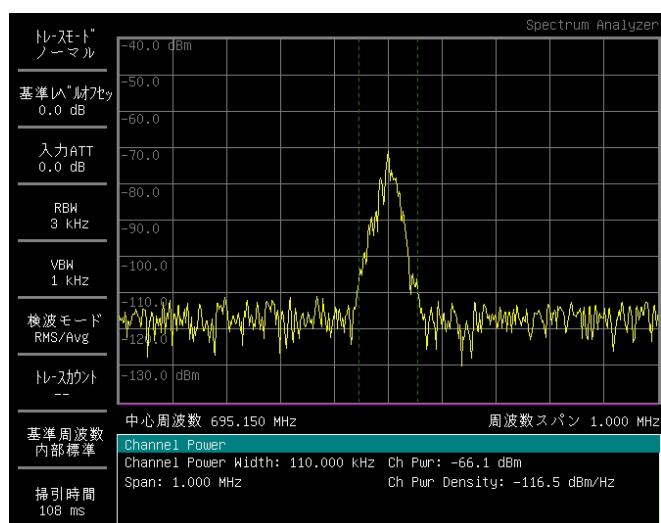
図3 無線受信測定系統図

エリア放送は送信機、受信機の種類差も考えられるため、複数の送信機を使用し、確認試験を行った。表6に今回使用した機器を示す。

表6 使用機器

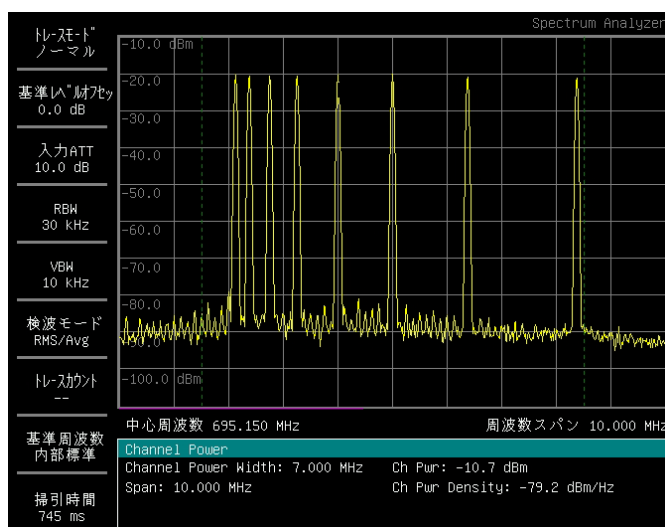
機器名	型番	メーカー	備考
エリア放送送信機	送信周波数 50ch	A社	
エリア放送送信機	送信周波数 49ch	B社	
ベクトル信号発生器	MG3710A	アンリツ	エリア型放送 試験信号発生器
シグナルアナライザ	MS2690A	アンリツ	スペクトラム 波形測定用
スペクトラムアナライザー	MS8901A	アンリツ	BER 測定用
スペクトラムアナライザー	MS8911B	アンリツ	
デジタル特定ラジオマイク	WS 帯仕様	C社	
アナログ特定ラジオマイク	WS 帯仕様	D社	
イヤール・モニター	WS 帯使用	H社	
C社製市販受信機	エリア型放送専用受信機	C社	
E社製市販受信機	携帯電話ワンセグ	E社	
F社製市販受信機	携帯電話ワンセグ	F社	
G社製市販受信機	携帯電話ワンセグ	G社	

妨害波として使用した特定ラジオマイクのスペクトラム画像を以下に示す。



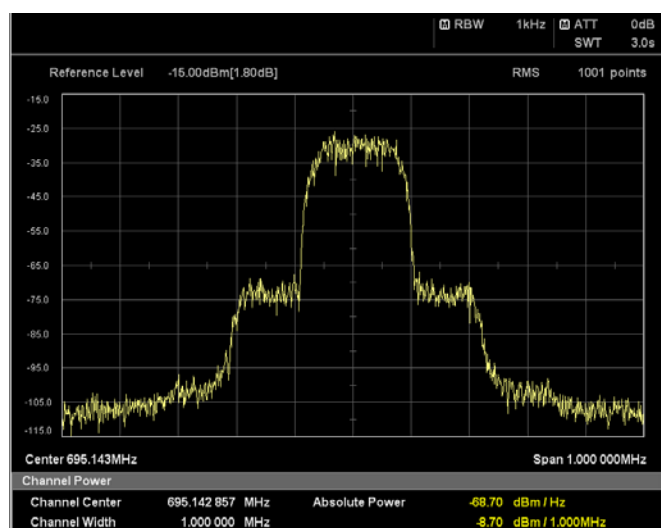
- ・ 基準レベル : -10dBm
- ・ 中心周波数 : 695.143MHz
- ・ スパン : 1MHz
- ・ RBW : 30kHz
- ・ 変調信号 : ピンクノイズ

図4 アナログ特定ラジオマイク (1波)



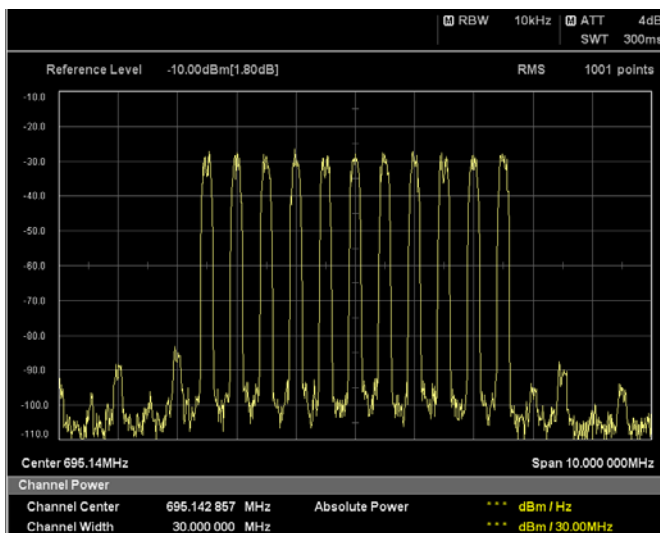
- ・ 基準レベル : -10dBm
- ・ 中心周波数 : 695.143MHz
- ・ スパン : 10MHz
- ・ RBW : 30kHz
- ・ 変調信号 : 1kHz
- ・ 周波数偏位 : ±5kHz

図5 アナログ特定ラジオマイク (複数波)



- ・ 基準レベル : -15dBm
- ・ 中心周波数 : 695.143MHz
- ・ スパン : 1MHz
- ・ RBW : 1kHz
- ・ 占有周波数帯幅 : 192kHz

図6 デジタル特定ラジオマイク (1波)



- ・ 基準レベル : -10dBm
- ・ 中心周波数 : 695.143MHz
- ・ スパン : 10MHz
- ・ RBW : 10kHz
- ・ 占有周波数帯幅 : 192kHz

図7 デジタル特定ラジオマイク (複数波)

4. 特定ラジオマイク与干渉試験結果比較表

希望波をエリア放送とし、妨害波を特定 RM とした場合の所要 DU 比を測定する干渉試験を行った。なお、ワンセグ型は A 階層 1 セグ部分のみを送信し、フルセグ型は A 階層 1 セグ、B 階層 12 セグを送信した物である。また、ビタビ復号後の BER が 2×10^{-4} 超えた DU 比を所要 DU 比とし、ワンセグ型では A 階層を、フルセグ型では B 階層の BER を測定した。

各機種を使用した特定ラジオマイク与干渉の所要 DU 比を表 7 に示す。

表 7. ±12MHz 内の所要 DU 比

希望波			妨害波	受信機種	所要 DU 比 (dB)		
周波数利用の形態	変調方式	送信機			中心周波数	±3MHz	±12MHz
ワンセグ型	16QAM	A社製	アナログRM1波	ISDB-Tアナライザにて測定	20	-47	-75
			デジタルRM1波		19	-45	-61
		B社製	アナログRM1波		21	-46	-75
			デジタルRM1波		21	-45	-62
	QPSK	A社製	アナログRM1波	ISDB-Tアナライザにて測定	10	-48	-79
			デジタルRM1波		9	-46	-67
		MG3710A	アナログRM1波		8	-47	-76
			デジタルRM1波		9	-47	-68
Null付ワンセグ型 ^{※1}	QPSK (1セグ部分)	A社製	デジタルRM1波	ISDB-Tアナライザにて測定	7	-46	-68
フルセグ型 (ワンセグ部分) ^{※1}	QPSK (1セグ部分)	MG3710A	デジタルRM1波	ISDB-Tアナライザにて測定	7	-47	-69
フルセグ型 (12セグ部分) ^{※2}	64QAM (12セグ部分)	MG3710A	アナログRM1波	ISDB-Tアナライザにて測定	13	-28	-56
			デジタルRM1波		11	-25	-41
ワンセグ型	QPSK	A社製	デジタルRM1波	C社無線受信	4	/	/
				E社無線受信	5	/	/
				F社無線受信	4	/	/
				G社無線受信	5	/	/
ワンセグ型	16QAM	B社製	アナログRM複数波	ISDB-Tアナライザにて測定	5	-51	-61
			デジタルRM複数波		10	-48	-54
ワンセグ型	16QAM	H社製	イヤーマニター	ISDB-Tアナライザにて測定	18	-40	-69
フルセグ型 (12セグ部分) ^{※2}	64QAM (12セグ部分)				15	-25	-55

 : 希望波ワンセグ時最悪値

 : 希望波フルセグ時最悪値

※1 Null 付きワンセグ型及びフルセグ型 (ワンセグ部分) の希望波電力は、429kHz 帯域内電力で測定した。Null 付きワンセグ型、フルセグ型 (ワンセグ部分) のいずれもワンセグ型と同じ変調方式 (QPSK) であり、ワンセグ型 (QPSK) と同じ条件と考えることができる。

※2 フルセグ型 (12セグ部分) の測定は、妨害波が希望波中心周波数のワンセグ部分にある場合であっても、12セグ部分の 64QAM 変調の BER を測定した。

表 7 にある斜線部分は、所要 DU 比が -40dB 以下の値であり、携帯端末を使用したワンセグ型の受信では、所要 DU 比を求める事が出来なかった箇所である。

エリア放送 (ワンセグ型) 希望波にて、妨害波である特定ラジオマイクを複数波送出した場合の所要 DU 比の測定を行った。アナログ特定 RM は 7 波、デジタル特定 RM は 11 波としたが、デジ

タル特定 RM の周波数間隔は 500kHz であること、また、アナログ特定 RM の周波数間隔は最低 250kHz であるが、殆どが 500kHz 以上であることから、いずれもワンセグ帯域の 429kHz 内に 1 波ずつしか混信を与えないと考えて、1 波の場合にて混信保護条件を求めた。

表の色で囲った部分は、所要 DU 比が最悪値となる箇所である。(赤色がワンセグ型の最悪値であり、青色がフルセグ型の最悪値である)。変調方式が QPSK と 16QAM を比較すると、16QAM の方が、所要 DU 比が大きい事が確認できる。エリア放送が希望波で、アナログ特定ラジオマイクが妨害波の場合は、中心周波数の±250kHz 以上、デジタル特定ラジオマイクが妨害波の場合は中心周波数の±350kHz 以上で所要 DU 比が大きく改善されており、特定ラジオマイクがエリア放送に与える影響が少ない範囲と考えられる。

25kHz 間隔の所要 DU 比を下記表に示す。

表8 アナログ特定ラジオマイクからエリア放送（ワンセグ型）への所要DU比

希望波: エリア放送(ワンセグ型 16QAM 変調)			
妨害波: アナログ特定ラジオマイク			
周波数	所要DU比 (dB)	周波数	所要DU比 (dB)
±0kHz～125kHz	21.0	±950kHz	-30.2
±150kHz	16.6	±975kHz	-31.1
±175kHz	12.2	±1000kHz	-32.0
±200kHz	7.8	±2000kHz	-33.0
±225kHz	3.4	±2100kHz	-34.3
±250kHz	-1.0	±2200kHz	-35.6
±275kHz	-2.2	±2300kHz	-36.9
±300kHz	-3.4	±2400kHz	-38.2
±325kHz	-4.6	±2500kHz	-39.5
±350kHz	-5.8	±2600kHz	-40.8
±375kHz	-7.0	±2700kHz	-42.1
±400kHz	-8.4	±2800kHz	-43.4
±425kHz	-9.8	±2900kHz	-44.7
±450kHz	-11.2	±3000kHz	-46.0
±475kHz	-12.6	±3200kHz	-47.7
±500kHz	-14.0	±3400kHz	-49.5
±525kHz	-14.9	±3600kHz	-51.2
±550kHz	-15.8	±3800kHz	-52.9
±575kHz	-16.7	±4000kHz	-54.7
±600kHz	-17.6	±4200kHz	-56.4
±625kHz	-18.5	±4400kHz	-58.1
±650kHz	-19.4	±4600kHz	-59.9
±675kHz	-20.3	±4800kHz	-61.6
±700kHz	-21.2	±5000kHz	-63.3
±725kHz	-22.1	±5200kHz	-65.1
±750kHz	-23.0	±5400kHz	-66.8
±775kHz	-23.9	±5600kHz	-68.5
±800kHz	-24.8	±5800kHz	-70.3
±825kHz	-25.7	±6000kHz	-72.0
±850kHz	-26.6	±7000kHz	-72.0
±875kHz	-27.5	±8000kHz	-73.0
±900kHz	-28.4	±9000kHz	-74.0
±925kHz	-29.3	±12000kHz	-75.0

表9 デジタル特定ラジオマイクからエリア放送（ワンセグ型）への所要DU比

希望波:エリア放送(ワンセグ型 16QAM 変調)			
妨害波:デジタル特定ラジオマイク			
周波数	所要DU比(dB)	周波数	所要DU比(dB)
±0kHz~125kHz	21.0	±1600kHz	-28.4
±150kHz	19.8	±1800kHz	-29.2
±175kHz	18.6	±2000kHz	-30.0
±200kHz	17.4	±2100kHz	-31.5
±225kHz	16.2	±2200kHz	-33.0
±250kHz	15.0	±2300kHz	-34.5
±275kHz	10.4	±2400kHz	-36.0
±300kHz	5.8	±2500kHz	-37.5
±325kHz	1.2	±2600kHz	-39.0
±350kHz	-3.4	±2700kHz	-40.5
±375kHz	-8.0	±2800kHz	-42.0
±400kHz	-9.0	±2900kHz	-43.5
±425kHz	-10.0	±3000kHz	-45.0
±450kHz	-11.0	±3200kHz	-46.1
±475kHz	-12.0	±3400kHz	-47.3
±500kHz	-13.0	±3600kHz	-48.4
±550kHz	-14.3	±3800kHz	-49.5
±600kHz	-15.6	±4000kHz	-50.7
±650kHz	-16.9	±4200kHz	-51.8
±700kHz	-18.2	±4400kHz	-52.9
±750kHz	-19.5	±4600kHz	-54.1
±800kHz	-20.8	±4800kHz	-55.2
±850kHz	-22.1	±5000kHz	-56.3
±900kHz	-23.4	±5200kHz	-57.5
±950kHz	-24.7	±5400kHz	-58.6
±1000kHz	-26.0	±5600kHz	-59.7
±1200kHz	-26.8	±5800kHz	-60.9
±1400kHz	-27.6	±6000kHz~12000kHz	-62.0

10 アナログ特定ラジオマイクからエリア放送（フルセグ型）への所要 DU 比

希望波：エリア放送（フルセグ型 64QAM 変調）			
妨害波：アナログ特定ラジオマイク			
周波数	所要 DU 比 (dB)	周波数	所要 DU 比 (dB)
±0kHz～250kHz	13.0	±2925kHz	-20.2
±375kHz	12.0	±2950kHz	-22.8
±450kHz	11.0	±2975kHz	-25.4
±500kHz	10.0	±3000kHz～±3125Hz	-28.0
±550kHz	8.8	±3250kHz～±3500kHz	-29.0
±600kHz	7.6	±3600kHz	-29.8
±650kHz	6.4	±3700kHz	-30.6
±700kHz	5.2	±3800kHz	-31.4
±750kHz	4.0	±3900kHz	-32.2
±800kHz	2.8	±4000kHz	-33.0
±850kHz	1.6	±4100kHz	-34.2
±900kHz	0.4	±4200kHz	-35.3
±950kHz	-0.8	±4300kHz	-36.5
±1000kHz～2000kHz	-2.0	±4400kHz	-37.6
±2100kHz	-1.4	±4500kHz	-38.8
±2200kHz	-0.8	±4600kHz	-39.9
±2300kHz	-0.2	±4700kHz	-41.1
±2400kHz	0.4	±4800kHz	-42.2
±2500kHz	1.0	±4900kHz	-43.4
±2625kHz	0.0	±5000kHz	-44.5
±2650kHz	-0.6	±5100kHz	-45.7
±2675kHz	-1.2	±5200kHz	-46.8
±2700kHz	-1.8	±5300kHz	-48.0
±2725kHz	-2.4	±5400kHz	-49.1
±2750kHz	-3.0	±5500kHz	-50.3
±2775kHz	-5.4	±5600kHz	-51.4
±2800kHz	-7.8	±5700kHz	-52.6
±2825kHz	-10.2	±5800kHz	-53.7
±2850kHz	-12.6	±5900kHz	-54.9
±2875kHz	-15.0	±6000kHz～±12000kHz	-56.0
±2900kHz	-17.6		

表 11 デジタル特定ラジオマイクからエリア放送（フルセグ型）への所要 DU 比

希望波：エリア放送（フルセグ型 64QAM 変調）			
妨害波：デジタル特定ラジオマイク			
周波数	所要 D U 比 (dB)	周波数	所要 D U 比 (dB)
±0kHz～375kHz	11.0	±2925kHz	-16.6
±500kHz	10.0	±2950kHz	-19.4
±550kHz	9.1	±2975kHz	-22.2
±600kHz	8.2	±3000kHz	-25.0
±650kHz	7.3	±3125kHz	-25.5
±700kHz	6.4	±3250kHz	-26.0
±750kHz	5.5	±3375kHz	-26.5
±800kHz	4.6	±3500kHz	-27.0
±850kHz	3.7	±3600kHz	-27.6
±900kHz	2.8	±3700kHz	-28.2
±950kHz	1.9	±3800kHz	-28.8
±1000kHz～±2625kHz	1.0	±3900kHz	-29.4
±2650kHz	0.2	±4000kHz	-30.0
±2675kHz	-0.6	±4200kHz	-31.1
±2700kHz	-1.4	±4400kHz	-32.2
±2725kHz	-2.2	±4600kHz	-33.3
±2750kHz	-3.0	±4800kHz	-34.4
±2775kHz	-4.6	±5000kHz	-35.5
±2800kHz	-6.2	±5200kHz	-36.6
±2825kHz	-7.8	±5400kHz	-37.7
±2850kHz	-9.4	±5600kHz	-38.8
±2875kHz	-11.0	±6000kHz～±12000kHz	-39.9
±2900kHz	-13.8		

表 12 イヤー・モニターからエリア放送（ワンセグ型）への所要 DU 比

希望波：エリア放送（ワンセグ型 16QAM 変調）			
妨害波：イヤー・モニター			
周波数	所要 DU 比 (dB)	周波数	所要 DU 比 (dB)
±0kHz～150kHz	18.0	±1000kHz	-15.0
±175kHz	15.5	±2000kHz	-16.0
±200kHz	13.0	±2100kHz	-18.4
±225kHz	10.5	±2200kHz	-20.8
±250kHz	8.0	±2300kHz	-23.2
±275kHz	7.2	±2400kHz	-25.6
±300kHz	6.4	±2500kHz	-28.0
±325kHz	5.6	±2600kHz	-30.4
±350kHz	4.8	±2700kHz	-32.8
±375kHz	4.0	±2800kHz	-35.2
±400kHz	3.6	±2900kHz	-37.6
±425kHz	3.2	±3000kHz	-40.0
±450kHz	2.8	±3200kHz	-41.2
±475kHz	2.4	±3400kHz	-42.4
±500kHz	2.0	±3600kHz	-43.6
±525kHz	1.2	±3800kHz	-44.8
±550kHz	0.3	±4000kHz	-46.0
±575kHz	-0.6	±4200kHz	-47.2
±600kHz	-1.4	±4400kHz	-48.4
±625kHz	-2.3	±4600kHz	-49.6
±650kHz	-3.1	±4800kHz	-50.8
±675kHz	-4.0	±5000kHz	-52.0
±700kHz	-4.8	±5200kHz	-53.2
±725kHz	-5.7	±5400kHz	-54.4
±750kHz	-6.5	±5600kHz	-55.6
±775kHz	-7.4	±5800kHz	-56.8
±800kHz	-8.2	±6000kHz	-58.0
±825kHz	-9.1	±6200kHz	-60.0
±850kHz	-9.9	±6400kHz	-62.0
±875kHz	-10.8	±6600kHz	-64.0
±900kHz	-11.6	±6800kHz	-66.0
±925kHz	-12.5	±7000kHz	-68.0
±950kHz	-13.3	±7025kHz～12000kHz	-69.0

表 13 イヤー・モニターからエリア放送（フルセグ型）への所要 DU 比

希望波：エリア放送（フルセグ型 64QAM 変調）			
妨害波：イヤー・モニター			
周波数	所要 DU 比 (dB)	周波数	所要 DU 比 (dB)
±0kHz～200kHz	15.0	±2975kHz	-23.5
±250kHz	14.0	±3000kHz	-25.0
±350kHz	13.0	±3200kHz	-26.0
±450kHz	12.0	±3400kHz	-27.0
±500kHz	11.0	±3600kHz	-28.0
±550kHz	9.5	±3800kHz	-29.0
±600kHz	8.0	±4000kHz	-30.0
±650kHz	6.5	±4100kHz	-31.0
±700kHz	5.0	±4200kHz	-31.9
±750kHz	3.5	±4300kHz	-32.9
±800kHz	2.0	±4400kHz	-33.8
±850kHz	0.5	±4500kHz	-34.8
±900kHz	-1.0	±4600kHz	-35.7
±950kHz	-2.5	±4700kHz	-36.7
±1000kHz	-4.0	±4800kHz	-37.6
±2000kHz	-3.0	±4900kHz	-38.6
±2250kHz	-3.0	±5000kHz	-39.5
±2500kHz	-2.0	±5100kHz	-40.5
±2625kHz	-2.0	±5200kHz	-41.4
±2650kHz	-3.5	±5300kHz	-42.4
±2675kHz	-5.0	±5400kHz	-43.3
±2700kHz	-6.6	±5500kHz	-44.3
±2725kHz	-8.1	±5600kHz	-45.2
±2750kHz	-9.7	±5700kHz	-46.2
±2775kHz	-11.2	±5800kHz	-47.1
±2800kHz	-12.7	±5900kHz	-48.1
±2825kHz	-14.3	±6000kHz	-49.0
±2850kHz	-15.8	±6200kHz	-50.2
±2875kHz	-17.3	±6400kHz	-51.4
±2900kHz	-18.8	±6600kHz	-52.6
±2925kHz	-20.4	±6800kHz	-53.8
±2950kHz	-21.9	±7000kHz～12000kHz	-55.0