

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報告（案）

平成 20 年 7 月 25 日

目 次

第1章 審議の背景	1
第2章 特定ラジオマイクの概要と現状	2
2.1 特定ラジオマイクの概要	2
2.2 利用形態及び普及状況	3
2.2.1 利用形態	3
2.2.2 普及状況	5
2.2.3 運用調整	6
2.3 今後の需要予測と技術動向	6
2.4 必要とされるチャンネル数及び空中線電力の動向	7
2.4.1 チャンネル数の動向	7
2.4.2 空中線電力の動向	8
第3章 諸外国の動向	10
3.1 諸外国の利用状況	10
3.2 諸外国の技術基準	10
3.2.1 米国におけるデジタル化状況	11
3.2.2 欧州におけるデジタル化状況	15
第4章 特定ラジオマイクのデジタル方式の検討	17
4.1 デジタル化に向けた要求条件	17
4.1.1 必要とされる音声品質	17
4.1.2 必要とされるチャンネル数	18
4.1.3 必要とされる空中線電力	18
4.2 無線方式	19
4.2.1 通信方式	19
4.2.2 変復調方式	19
4.2.3 シンボルレート	19
4.2.4 占有周波数帯幅	20
4.3 回線設計	20
4.4 周波数配列	20
4.4.1 前提条件	20
4.4.2 同時使用チャンネル数及びチャンネル間隔	21
4.5 空中線電力	22
4.6 改造防止策	23
4.7 電波防護指針への適合	23
4.8 デジタル方式と現行アナログ方式との併存	24

第5章 他の無線システム等との周波数共有の検討	25
5.1 デジタル方式の共有前提条件及び共有条件の概要	25
5.1.1 前提条件	25
5.1.2 同一・重複する周波数利用に当たっての共有条件の概要	25
5.2 デジタル方式のラジオマイク相互間の共有条件	26
5.3 アナログ方式ラジオマイクとの共有条件	28
5.3.1 最小チャンネル間隔	28
5.3.2 同一エリア内で運用時の相互変調特性	29
5.3.3 近接可能距離	29
5.4 FPUとの共有条件	30
5.5 周波数共有に関するまとめ	31
第6章 デジタル方式 800MHz 帯特定ラジオマイクの技術的条件	33
6.1 一般的条件	33
6.1.1 通信方式	33
6.1.2 変調方式	33
6.1.3 使用周波数帯	33
6.1.4 空中線電力	33
6.1.5 空中線系	33
6.2 無線設備の技術的条件	33
6.2.1 送信装置	33
6.2.2 受信装置	34
6.2.3 制御装置	34
6.2.4 その他の装置	35
6.3 測定法	35
6.3.1 空中線電力	35
6.3.2 周波数の許容偏差	35
6.3.3 占有周波数帯幅	35
6.3.4 隣接チャンネル漏洩電力	36
6.3.5 スプリアス発射又は不要発射の強度の許容値	36
第7章 まとめ	37
参考資料 1	38
参考資料 2	39
参考資料 3	41
参考資料 4	43
参考資料 5	44

参考資料 6 45
参考資料 7 46
参考資料 8 47
参考資料 9 55
参考資料 10 59
参考資料 11 61

第1章 審議の背景

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、イベント会場等で用いられる高音質型のアナログ方式のワイヤレスマイク(ラジオマイク)の無線局として平成2年に導入され、平成20年6月末現在、我が国において約1万7千局が開設・運用されている。

近年、高度な音響効果を伴うコンサートや大規模なイベント等、多くのワイヤレスマイクを使用する場面が増加し、更なる利用が期待されているが、デジタル技術の発達により、小型で音質の劣化がなく、周波数の利用効率の高い音声伝送機器の開発が見込まれるところとなっている。

このような背景を踏まえ、高い音声品質を確保しつつ、同一場所におけるより多くのワイヤレスマイクの利用を確保する等のため、特定ラジオマイクにデジタル方式を導入するための技術的条件について検討を行うものである。

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、音質品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。更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。

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。

平成元年以降、免許不要の特定小電力無線としてのラジオマイクのほか、プロの演劇・コンサート等の利用を想定して免許を受けて利用する特定ラジオマイク（A型ラジオマイク）が制度化され、放送用中継装置（FPU: Field Pickup Unit、以下「FPU」という。参考資料1参照）と周波数を共用する800MHz帯の周波数が割当てられたほか、平成12年には出演者に音声を送るイヤーマニタ用ラジオマイク（イヤモニ）の利用も始まった。

この結果、特定ラジオマイクは、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、特定ラジオマイクには、142チャンネルのチャンネルが割り当てられているが、当該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1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所があるほか、広い場所での公演等においては送信電力が不足する場所があることも指摘されている。

表 2-1 ラジオマイクの分類及び概要

分類通称	A型 (特定ラジオマイク)	B型	C型	D型
使用周波数	779-788MHz 797-806MHz	806-810MHz	322-322.15MHz 322.25-322.4MHz	74.58-74.76MHz
占有周波数 帯幅	110kHz/330kHz	110kHz (デジタル:192kHz)	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
チャンネル数	142 チャンネル	30 チャンネル	13 チャンネル	4 チャンネル
空中線電力	10mW 以下	10mW 以下	1mW 以下	10mW 以下
免 許	要	不要	不要	不要
運用調整	要	不要	不要	不要
主な用途	【音声・楽器音等を特に高い品質にて伝送】 放送番組制作、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 1.7 万局	約 200 万局（多くが B 型アナログ）		
備 考	放送用 FPU と周波数共用	専用波 (最も普及が進んでいる)	専用波	専用波

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プース型とがあり、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マニタがある。

(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。



図 2-1 ラジオマイク(送信機)の例

(2) 受信機

ア 据置設置型

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設置型の受信機が置かれる場合が多い。

また、レンタル機器が使用されるケース等では、据置受信機のアンテナ部としてホイップアンテナを用いることで可搬設置性に対応しているケースもある。

イ ポータブル型

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（イヤモニ）

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、自らの声を收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 20 年 6 月末現在約 17,000 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、最近は一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ラジオマイクの使用をしている。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一部に楽器の無線接続にも使用されている。

2. 2. 3 運用調整

特定ラジオマイクの使用周波数帯には多数の特定ラジオマイクが共存しているほか、放送事業者用 FPU でも使用している (FPU の 9MHz × 4 チャンネルのうち 2 チャンネル相当)。

そのため、同じ場所や近接して同時に使用すると混信妨害が起こる可能性があり、それを防ぐにはそれぞれの機器の利用者相互間で運用調整を図る必要がある。

この手段を確保するためには、個々の特定ラジオマイク利用者や FPU の利用者である放送事業者個々相互に協定を結ぶ等の対応が必要であったところ、煩雑な手続きを避けるため、平成 2 年 7 月に「特定ラジオマイク利用者連盟」(特ラ連) が設立されたほか、日本放送協会及び(社)日本民間放送連盟の 3 者により「FPU・ラジオマイク運用連絡協議会」が設立されて、特定ラジオマイク利用者相互及び FPU 利用者との間の運用調整が実施されている。

2. 3 今後の需要予測と技術動向

現状において、特定ラジオマイクは、779~788MHz 及び 797~806MHz の各 9MHz の 2 つの周波数ブロック合計 18MHz の帯域を使用している。この周波数帯は 770MHz~806MHz に合計 4 チャンネル設定されている FPU の 2CH の帯域 (2 帯) と 4CH の帯域 (4 帯) に相当する。特定ラジオマイクのチャンネル数としては合計 142 チャンネル分の割り当て周波数があるが、先に述べたように、音質及び安定運用の確保のために同一空間では各帯域で 10 チャンネル~15 チャンネル程度 (合計約 20 チャンネル~30 チャンネル程度) までの同時運用にとどめざるを得ない場合が多いとされている。

特定ラジオマイクの主たる用途は、舞台芸術分野や放送業務分野、コンサート、ホール・劇場設備用途であり、同時使用出来るマイクの本数を抑えて運用されている中では導入が抑制されていると考えられているが、音質劣化の少ないデジタル方式の導入により、同時使用本数の拡大が期待されており、例えば、製品の出荷の観点では、アナログシステムからの一部置換え需要に加え、デジタルでの新規案件も需要拡大に寄与するものと見込まれている。

技術動向としては、電池駆動式のラジオマイクのデジタル化に際して必要な、デジタル信号処理デバイスの低消費電力化や小型化が相当に進んでおり、今後のこの動向の継

続は更に期待できると見られている。

現状では $\pi/4$ シフト QPSK や 8PSK が、商品レベルの実現性の高い手法と考えられているが、更なる高度化にあたって、高度な変復調技術等の進展も期待されている。

2. 4 必要とされるチャンネル数及び空中線電力の動向

2. 4. 1 チャンネル数の動向

先に示したように、特定ラジオマイクは最大 20 チャンネル～30 チャンネル程度使用できるとされているが、特定ラジオマイクを使用する施設は、従来の劇場・ホールのみならず、アリーナ、国際展示場など大規模化しており、それに伴って出演者の増大、演出方法に関する要求、音響効果等に関する観客・聴衆の要望に対応するためには、実際に利用可能なチャンネル数がより多くなるようにする必要がある。また、日本では複合施設やホール・会館が隣接しているケースも多く、同一エリアで多くの展示ブースが置かれるなど、これらに対応できるチャンネル数の確保が求められている。

実際に行われている大規模ミュージカル、コンサート及び大規模イベントでの利用例を下記に示す。現在では、所要チャンネル数に比して実際に使用できるチャンネル数が不足しているため、装置の切替を繰り返す等の支障が生じている。

例 1) 大規模ミュージカル (参考資料 2 及び 3 参照)

出演者 55 名程度、舞台の規模は 15m×10m、客席数 1,300、必要とする特定ラジオマイクは最小で 50 チャンネルになる。更に、イヤーマニタ 10 チャンネル、複合施設対応で 10 チャンネルを加味すると合計 70 チャンネル程度を必要とする。

現行チャンネルでの公演状況 (マイクの持ち替えあり) は参考資料 2 参照。必要となるチャンネル数 (マイクの持ち替えなし) は参考資料 3 参照

(ミュージカルでの動向)

ミュージカル公演では、特定ラジオマイクの本数を出演者相当数揃えることが希望されている。

世界的な通例としては、出演者全員にラジオマイクの割り当てがあり、更に主役級には汗や機器トラブルによる万一の事故に備えて 2 本用意されている。しかし、日本では特定ラジオマイクの本数が限られているため、大規模公演において特定ラジオマイクを全員に割り当てることは困難である。そのため、特定ラジオマイクが必要な出演者は場面が変わるたびに出演者が重ならない他の出演者と付け替えるなどの工夫がなされている。また、本数が限られているため、主役級への予備的なマイクの対策が出来ない場合もあり、複数人で行われるコーラスも、特定ラジオマイクを付ける人数を限定するといった対応をしているのが現状である。

例 2) 大規模コンサート (参考資料 4 及び 5 参照)

ラジオマイクを利用する出演者は 10 名程度 (当該メインキャスト以外にショーなどで 50 名) で、舞台の規模は 30m×25m、客席数 15,000 人。必要とするワイヤレス

マイクは最小で 20 チャンネル、更にイヤーマニタ 10 チャンネルと複合施設対応で 10 チャンネルを加味し、40 チャンネル程度を必要としている。現行チャンネルでの公演状況は参考資料 4 参照。必要となるチャンネル数は参考資料 5 参照

(コンサートでの動向)

アリーナのような大規模コンサート会場では、特定ラジオマイクの一般的利用に加えてイヤーマニタのチャンネル数の確保が求められ、更に安定した通信のために空中線設置場所の確保に苦慮している。広い会場では、アーティスト、演奏家が演奏を確認するためにイヤーマニタが必要で、帯域を広く使用するステレオで良質のサウンドを届けるイヤーマニタと、特定ラジオマイクの併用が不可欠となっており、双方の必要本数に対応できるチャンネル数と出力増が必要となる。また、アーティストは受信機を腰等につけて会場内を動き回るため、柱やセット等の障害物で電波が届き難くなる場合があり、2. 4. 2 に示すように常に安定した音響を届けるためには送信電力確保が期待されている。

例 3) 大規模イベント (参考資料 6 参照)

同一空間・場所で近接してラジオマイクを多数使用するブース 59 カ所、対応する会員 36 社、使用するラジオマイクは 148 チャンネルに達している。イベントも大規模化の傾向が続いている。

チャンネル配置状況等は、参考資料 6 参照。

(展示イベントでの動向)

同一空間・場所での利用のため、あまり移動はないが、近接エリアに多数のラジオマイクが存在することから、詳細なチャンネル繰り返し利用の計画(チャンネルプラン)が求められている。また、イベントは大型化している上、随時ラジオマイクを使用する報道機関による取材が会場に入るため、少ないチャンネル数ではチャンネルプランの作成が困難になって時間制限等を設ける例も増えてきている。上記の例でのイベントで運用の時間的制限のない安定したラジオマイクの運用をしていくには、現行の 2 倍程度の 40 チャンネル程度以上を必要としており、場合により、更に多くのチャンネルが必要な場合も想定されている。

2. 4. 2 空中線電力の動向

ミュージカル、コンサートなど会場が大規模化してきており、また、海外からのツアー公演も盛んになり、特定ラジオマイクの位置付けはますます重要になっている。現行の 10mW で安定して使用できる距離は 60m 程度(自由空間に近い状況にて)であるが、現実には舞台セット、出演者、観客その他の障害物があり、更に、会場の規模が大型化し、特定ラジオマイクの使用行動範囲が広がり、電波の到達距離を 100m から 150m としなければならない状況も起きている。また、衣装のデザインに伴う装着方法の制限から、送信効率が低下して十分な到達距離が確保できない場合も増えている。

下記例 1 に広い会場での演目の例を示す。

なお、海外での業務用ラジオマイクの空中線電力は 50mW 程度が多用されており、海外で行われた演目を、演出・セット等を同一として日本国内で上演する場合には、ラジオマイクの電力が不足する場合も多く、この場合演出を変更する必要があることからこれを巡ってトラブルとなることもあり、これら海外での利用にできる限り近い電力の利用も期待される。

なお、イベントなどの同一場所・空間で多くの特定ラジオマイクを使用する場合には、調整の結果、空中線電力を下げることも必要になるので、電力を可変できるものが望まれているほか、受信機における相互変調等の障害を軽減するため、受信機の入力電力に応じてラジオマイクの電力が自動的に変更される機能も期待される。

例 1) 大規模コンサート (参考資料 7 参照)

野球場 (アリーナ) とする例において、現状はスコアボード前のメインステージから、ホームベース前の後部ステージまでステージが伸びており、この間を全てのアーティストがイヤーマニタと特定ラジオマイクを持って歌って移動している。
(ホームベースから、センターまで 130 メートルの野球場)

(広いアリーナ等での運用の動向)

現在、アンテナは客席、ステージまわり、音響ブースなど状況に合わせて設置・使用する必要があるため、所要の電界を確保するために苦慮しており、現状では伝送に問題が生じるような場合は演出上の制限・工夫といった手法も含めて対応されている。

一定の電力増により、安定運用が可能になり、演出企画意図を十分に発揮できると考えられる。

第3章 諸外国の動向

3. 1 諸外国の利用状況

ラジオマイクは、欧米地域をはじめアジア地域にいたるまで全世界的に利用されている。現状の大多数のシステムがアナログシステムであるが、舞台芸術分野・放送業務分野からホールや教会などの音響設備の一部として、あるいは一般消費者に近い流通での市販商品として、幅広く利用されている。

日本国内では B 型ラジオマイクに代表されるような会議室やホール等の設備音響市場の比率が高いと言われているが、海外市場では設備音響市場の比率は大きくなく、プロフェッショナルサウンド市場と呼ばれる分野でハイエンド（高級品）～ローエンド（低廉品）までの市場が広く形成されていると言われている。

なお、周波数帯としては、900MHz 帯、2.4GHz 帯、5.8GHz 帯等でも使用されているほか、UHF テレビジョンの周波数帯も利用されており、それぞれ地域ごとにテレビジョン放送で使用されていない周波数で運用されており、これらを含め全世界でのワイヤレスの市場規模は、1000 億円ともいわれている。

ラジオマイクのデジタル化の法制化面では、欧州、北米地域においては既存の技術基準の中でデジタルシステムを既に包含しているとされている。

しかしながら、これらの地域でもデジタルシステムの商品化は、まだ一般に流通するほどには至っていない。理由には、技術の難易度に加え、デジタルシステムの訴求ポイント（利点）の面で、市場ニーズを取り込みきれていないと考えられる。

3. 2 諸外国の技術基準

米国 (FCC) と欧州 (ETSI) では

- a) スペクトラムマスク
- b) 規制値と測定方法

で規定されていると言える。

しかしながらこれらの規格に合致し、ユーザ要求を満足するデジタル方式のラジオマイクはまだ普及に至っていない。

この主要因として、下記の技術面、実運用面での根本的な性能情報や利用実績の情報の不足が考えられる。

○デジタル化とユーザメリットとの整合性

- 1. チャネル数と混信
- 2. 音質

○信頼性： 劣化にシビアな低遅延・高圧縮符号化を用い比較的高い許容エラー率を実現しなければならないラジオマイクでのロバスト性（劣化耐性）の問題

- 1. ISM 帯という混信の可能性が極めて高い帯域の使用
- 2. 1GHz を超える周波数帯での伝搬劣化
- 3. 広帯域伝送におけるフェージング等による劣化

デジタルラジオマイクは携帯電話等に代表されるデジタル無線システムの特性と本格的なデジタルオーディオシステムの特性とを要求されることが技術的な特徴である。したがって、実用化にあたっては、各所において実施された実験結果等の理解が重要な意味を持つといえる。

3. 2. 1 米国におけるデジタル化状況

動向としては、大きく分けて、アナログラジオマイクの適合条件である PART74 と、いわゆる ISM 帯として規定送信電力以下であれば無免許での運用が可能な PART15 とのそれぞれの条件に基づく利用が挙げられる。

(1) PART74. 861 準拠

デジタルラジオマイクの動向としては 200kHz の帯域幅に純データレート 1Mbps 前後を低遅延高圧縮する CODEC や多値変復調技術など比較的難しい面も多いが現在では表 3-1 のように 2 社が発表、発売している。

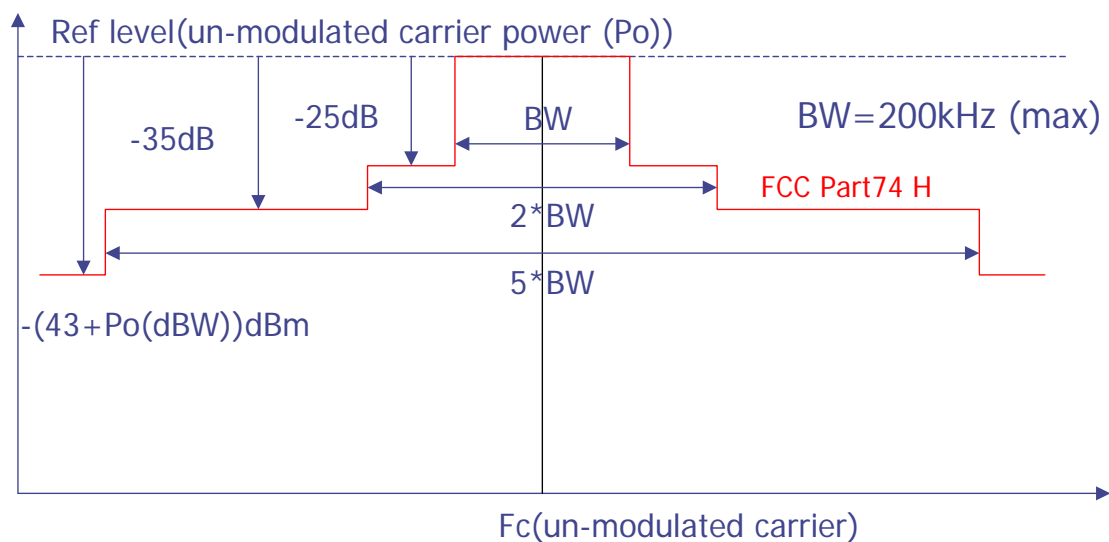


図 3-1 FCC Part74. 861 で規定されるスペクトラルマスク

表 3-1 PART74.861 に準拠したデジタルラジオマイク

	L 社	Z 社
周波数帯	537~770MHz (TV-BAND 25~63)	500~1000MHz (TV-BAND)
周波数選択数	256 (100kHz ステップで 25.5MHz)	100 (25MHz 単位)
準拠規格	74.861	74.861
周波数安定度	±0.001%	±0.005%
空中線電力	50mW	50mW
伝送速度 (シンボルレート)	120ksps	160ksps
変調方式	$\pi/4$ -DQPSK	FSK
周波数範囲	40Hz~20kHz (±1dB)	不明
分解能	24bit	24bit
サンプリング周波数	44.1kHz	96kHz
ダイナミックレンジ	100dB 以上	117dB
歪率 (T. H. D)	0.05%	不明
送信機電池寿命時間	4.5H (1×006P)	4H (Li-ion/単3 アルカリ 2本)
遅延時間	2.5mS	3-66mS
概算システム価格	不明	\$3500

(2) PART15 系準拠

現在までに発表発売されたデジタルラジオマイクに相当する製品は FCC47 CHAPTER I PART15「RADIO FREQUENCY DEVICES」SUBPART C の SEC. 15.247 と SEC 15.249 に準拠している。

<FCC47 CHAPTER I PART15>は意図、非意図に関わらずあらゆる電磁波放射機器に対し電源ラインを含む放射電磁界妨害許容値等を定めたものであり、当該規格に準拠した機器は無免許での運用が可能とされている。

a) PART15.247

「Operation within the bands 902-928MHz, 2400-2483.5MHz, 5725-5850MHz.」

このセクションは 902-928MHz, 2400-2483.5MHz, 5725-5850MHz を使用する周波数ホッピング方式 (以下 FH) を使用する機器、及びデジタル変調を使用した意図放射機器に関する規定である。

ラジオマイクとして FH を使用する機器はまだ存在せず、製品の存在するデジタル変調機器 (DS-SS 機器) に適応する内容は表 3-2 のとおりである。

表 3 - 2 PART15. 247 規格

空中線電力	最大尖頭値放射電力は 1W 以下 任意の 1 秒間の平均送信電力は 8dBm/3kHz 未満
アンテナ	6dBi 以上の指向性利得のあるアンテナを使う場合は超えた分だけ低減
占有周波数帯幅	6dB 帯域幅が 500kHz 以上
漏洩電力及び不要放射	必要帯域幅以外への放射は 100kHz 幅で最大電力レベルから 20dB 以下。 15. 205 (運用制限帯域) 及び 15. 209 (放射妨害許用値, 一般要求事項)

b) PART15. 249

「Operation within the bands 902-928MHz, 2400-2483. 5MHz, 5725-5850MHz, 24. 0-24. 25GHz」

902-928MHz, 2400-2483. 5MHz, 5725-5850MHz, 24. 0-24. 25GHz を使用する意図放射機器に関する規定であり、その概要は表 3 - 3 及び 3 - 4 のとおりである。

表 3 - 3 PART15 15. 249 規格

空中線電力	表 3-4 参照 (電界強度規定)
アンテナ	規定無し (電界強度規定)
占有周波数帯幅	規定無し
漏洩電力及び不要放射	高調波を除いて、指定帯域外放射は基本波レベルより少なくとも 50dB 減衰するか 15. 209 (放射妨害許用値, 一般要求事項) いずれか減衰量が少ない方を満足すること。

表 3 - 4 PART15. 249 電界強度 (3m 法)

基本周波数	基本周波数の電界強度 (mV/m)	高調波の電界強度 (μ V/m)
902-928MHz	50	500
2400-2483. 5MHz	50	500
5725-5850MHz	50	500
24. 0-24. 25GHz	250	2500

なお、900MHz 帯で無損失ダイポールアンテナを使用した場合の出力電力は以下の通りである。

$$50 \times E^{-3} = (7 \times \text{SQRT}(P)) / 3$$

$$P = 0.46 \times E^{-3} \text{ [W]}$$

したがって、PART15.249 準拠では約 0.5mW の出力でしか送信できない。

PART15 系準拠製品は数社から発表されており、それぞれ 900MHz 帯、2400MHz 帯を使用している。主な 3 社の発表した製品について表 3-5 に示す。

表 3-5 PART15.247, PART15.249 に準拠したデジタルラジオマイク

	X 社	S 社	B 社
周波数帯	900MHz 帯	900MHz 帯	2.4GHz 帯
周波数選択数	5	4	8(上り 7+下り 1)
準拠規格	PART15.249	PART15.249	PART15.247
出力電力	0.5mW	0.5mW	20mW
変調方式	FSK	FSK	一次変調 : FSK 二次変調 : DS-SS
占有周波数帯域幅	1.2MHz	0.5MHz	10MHz
AF 周波数特性	10Hz~20kHz	20Hz~15kHz	70Hz~10kHz
AF 分解能	20bit	16bit	不明
ダイナミックレンジ	120dB	120dB	80dB (SN 比)
歪率 (T. H. D)	0.2%	0.2%	不明
送信機電池寿命時間	11H (4*AA)	5H (1*006P)	10.5H (NiMH)
遅延時間		6mS	12mS
概算システム価格	\$1000	\$1000	不明

(3) まとめ

このように、米国では現在までに 3 つの規格準拠の製品が発表されている。

PART 74.861 準拠の場合にはアナログ時代と同じく免許が必要であるが (PART 74.832)、運用形態や周波数プランなどのこれまで培ったノウハウやアンテナなどの資産が生かせるメリットがある。なお、TV 放送バンドを利用する為、常に地域ごとの TV との共存を考慮する必要がある。

他方、PART15 系では免許が必要無いこととなっている。

狭帯域規格 (PART 15.249) では出力電力約 0.5mW と非常に低く、ドーム級ライブステージなど広範囲用ラジオマイクとしてはサービスエリアを確保出来ないが、会議や一般業務用途では適応出来る。

拡散した場合 (PART 15.247) は最大 1W もの出力電力が可能となっており送信機電池寿命時間に依るがサービスエリアは容易に確保出来る。周波数割り当ても ITU-R における第 1~3 地域でほぼ同じである為、世界の多くの地域向けに同一仕様製造が可能になり量産効果も期待できる。

しかし、ISM 帯であるため、数多くの機器と周波数共用しており、最近では IEEE802.11 系の無線 LAN 機器が普及していることから、特に都市部での運用において混信や通信中断の懸念は残っている。

3. 2. 2 欧州におけるデジタル化状況

(1) ETSI EN300 422-1 準拠

アナログのラジオマイクのシステムでは主流の規格として従来から運用されており、それまでもデジタルシステムを排除した規格ではなかったが、明確な記述はなかった。最新の規格 V1.3.2 版では、明確にデジタルに係る規定が追記され、1GHz 以下での帯域と、1GHz 以上の帯域において、スペクトラムマスクが規定されている。

諸元については表 3-6~7 及び図 3-2~3-3 のとおりである。

表 3-6 EN300 422-1 V1.3.2 版での送信電力規定

Equipment	effective radiated power (erp) or conducted	
	Class 1	Class 2
Radio Microphones	> 250 mW	2 mW
In ear monitoring	> 250 mW	2 mW
Tour guide systems	10 mW	2 mW
Aids for the handicapped	10 mW	2 mW
Radio Microphones 863 MHz to 865 MHz	10 mW	10 mW

The classes of equipment given in the present document are as follows:

- class 1 equipment would normally be considered as a category requiring an operator licence;
- class 2 equipment would be considered in some countries as not requiring an operator licence.

表 3-7 チャンネル帯域幅

Declared channel Bandwidth (B)	Designation
50 kHz	L
75 kHz	M
100 kHz	P
150 kHz	Q
200 kHz	R
250 kHz	S
300 kHz	T
400 kHz	U
600 kHz	V

Assistive Listening Devices may also use 12,5 KHz (designation A) and 25 KHz (designation B).

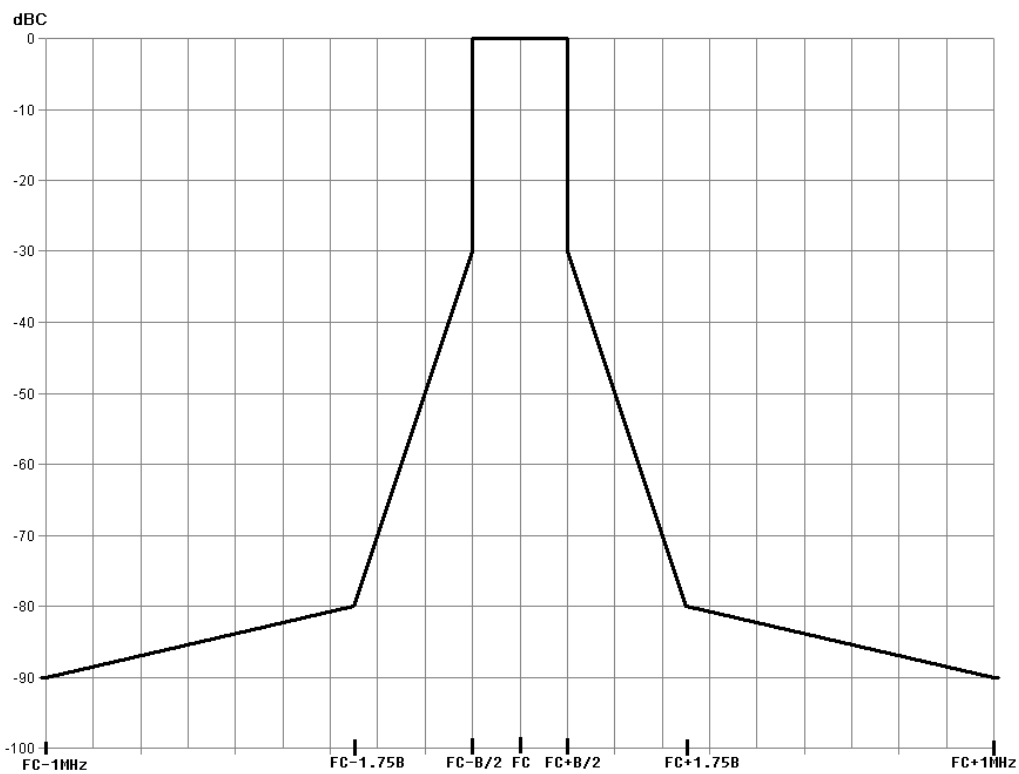


図 3 - 2 1GHz 以下のデジタルシステムのスペクトラルマスク

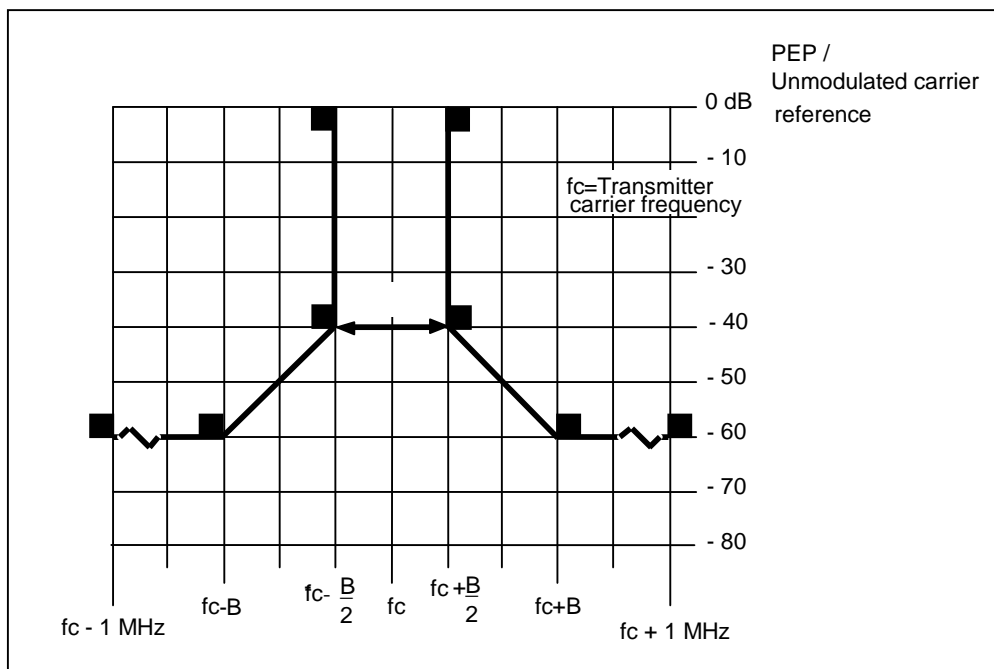


図 3 - 3 1GHz 以上のデジタルシステムのスペクトラルマスク

第4章 特定ラジオマイクのデジタル方式の検討

4. 1 デジタル化に向けた要求条件

4. 1. 1 必要とされる音声品質

特定ラジオマイクに要求される音声品質は、番組制作における音声収録などの放送用途から、舞台劇場・コンサート分野にも適用できる高い音声品質が求められる。このため、デジタル化に際しては、以下の条件について十分考慮する必要がある。

(1) ダイナミックレンジ

通常の声の最大音圧は口元で、約 130dB SPL 程度まであり、一方スタジオの暗騒音は約 30dB SPL 程度である。さらに、より高品位の音声品質が要求される舞台劇場やコンサートにおいても十分な SN 比を確保する必要があるために 100dB 以上のダイナミックレンジが要求される。

(2) 伝送可能な音声周波数

周波数特性については、人間の声のほか、楽器音等を、プロの演劇・コンサート等の利用に対応できるできるだけ自然な音質で伝送することが求められることを考慮して、最低音声周波数は 20Hz 程度から、また、最高音声周波数は、20kHz 程度までを伝送できることが求められる。

一方、各種の用途や周波数帯域と周波数利用効率及び(3)に示す遅延時間との関連を考慮して、最高音声周波数の上限値を例えば 10kHz、15kHz、20kHz といったバリエーションも考慮することが望ましい。

(3) 遅延時間

特定ラジオマイクのデジタル化においては、ラジオマイク側にアナログ音声信号をデジタル信号に変換処理するための回路を、受信機側に必要に応じてデジタル信号からアナログ音声信号に再変換処理するための回路を実装し、伝送効率を向上するため、ラジオマイク側で、音声信号をデジタル処理で圧縮し、受信機側では復元処理を加える必要がある。

このため、これらの変換・再変換処理に要する遅延時間が発生する。

特定ラジオマイクは高い音声品質を要求する用途であることから、遅延についても十分短いことが求められるが、ラジオマイク側及び受信機器側との総合特性の遅延を 5msec 以下に抑えれば、相当程度の場面において利用者の要求品質を満たすことができると考えられる。

ただし、舞台芸術分野や放送業務分野で、コード付きマイクと同時に収録する

ような場合、ラジオマイクの遅延により両者の位相差に起因する干渉が発生する。

また、イヤーマニタを併用する場合、往復の経路（2回の圧縮復元）が必要な場合があることに加え自分の声をイヤホンで聞くため特に遅延が問題になりやすい。これらの場面も考慮すると遅延はさらに極力短いことが望ましく、遅延の少ないアナログ方式の利用できる環境が今後とも維持されるとともに、デジタル方式に関しても継続的な技術開発が期待される。

（４）ステレオ方式の伝送に適用する場合

イヤーマニタ等ステレオ方式の伝送を1回線で実施する場合にあつては、ダイナミックレンジ、最高音声周波数、伝送遅延のいずれかの性能を制限する必要がある。特にイヤーマニタにおいては、遅延は運用上の支障となるため、回線の設定方法や利用に関する要望の状況に応じて適切な方式が選定されることが望まれる。

4. 1. 2 必要とされるチャンネル数

第2章に示したように、ミュージカル等の大規模化（出演者増、演出の複雑化等）により、多数のラジオマイクの運用に必要なチャンネル数は増大している。

このような芸術的・文化的な活動においては、求められるラジオマイクの数にも大きな幅があり、また、今後の動向についても明確な推定は困難であるが、第2章に挙げられた事例が現在においては特殊な例ではないことを考慮すると、円滑な運用のためには、高い音質を伝送可能な70チャンネル程度のチャンネルを確保することが望ましいと考えられる。

4. 1. 3 必要とされる空中線電力

必要とされる電力に関しても、会場や演目や演出方法により大きな幅があるが、第2章に示したように、スポーツ用のアリーナ、フィールドがコンサート等で利用される等、会場が大規模化してきており、特定ラジオマイクの使用行動範囲が広がり、電波の到達距離が100mを超える場合も増えていることは明らかである。また、衣装のデザインやそれに伴う装着方法の制限から、送信効率が低下して十分な到達距離が確保できない場合も増えている。

更に、海外で成功した演目を、演出・セット等を同一として日本国内で上演する場合等の演出の変更を最小限に抑えるためにも一定の送信電力を確保することで問題は軽減されるものと期待される。

このため、周波数の有効利用と、現在の10mWの電力でも十分に運用が確保される場面も多いことを踏まえつつも、これらを考慮して必要な場合は上記の必要性に対応できる電力を検討する必要がある。

4. 2 無線方式

4. 2. 1 通信方式

デジタル方式特定ラジオマイクの通信方式は、これまでのアナログ方式特定ラジオマイクと同様に、単向通信方式及び同報通信方式とすることが適当である。

4. 2. 2 変復調方式

特定ラジオマイクは、利用者が手持ち又は装着して動きながら運用するため、受信信号強度の変動が頻繁に発生することを踏まえ、伝搬特性やフェージング特性、音声品質の安定性、伝送効率、電力効率、使用周波数のバランスを考慮した場合、現段階においては、デジタル無線全般で普及している位相変調(Phase Shift Keying。以下「PSK」という。)方式であって、中でも QPSK 方式、8PSK 方式が現実的であると考えられる。

一方、その他の方式については、周波数変調(Frequency Shift Keying。以下「FSK」という。)方式及び直交振幅変調(Quadrature Amplitude Modulation。以下「QAM」という。)方式が考えられる。

FSK のうち、2 値 FSK については、変復調系から高周波に至る領域において、既存アナログ方式で採用されている FM 方式に類似する機器構成が可能で、低コスト・低消費電力化が期待できるが、QPSK・8PSK に比べ、情報伝送効率は下がる。

QAM は、伝送効率を大幅に向上することが可能である一方で、現段階では、伝搬特性・フェージングなどによる音声品質の安定性を図るための対策が必要となる。

このように、現時点では、デジタル方式特定ラジオマイクの検討の前提とする変復調方式としては QPSK 方式及び 8PSK 方式が最も適していると考え、技術の多様化と進展を考慮し、特定ラジオマイクの利用は様々な形態が想定され、今後より良い方式のものが利用可能となった場合に利用者の選択自由度を確保する観点から、PSK 方式におけるシンボルレートをもとに設定される占有周波数帯域幅を基本とし、その範囲内であれば PSK 方式以外の変調方式(現行アナログシステムと同等又はそれ以上の伝送品質を確保できる場合)の導入を可能とし、利用者が様々な方式を選択できることが望ましい。

4. 2. 3 シンボルレート

デジタル方式特定ラジオマイクの伝送速度は、サンプリング周波数 48kHz、量子化ビット数 20bit にて符号化した音声信号を、4. 1. 1 に示した遅延の範囲内にとどめるために約 5 分の 1 に圧縮した場合の音声符号(192kbps)のほかに、同期用符号や誤り訂正符号を合わせて見込む必要がある。

このため、音声符号の2~3倍の384kbps~576kbpsでの伝送が可能であることが望ましい。

なお、384kbpsの伝送速度で $\pi/4$ シフトQPSK方式を用いた場合、また、576kbpsで8PSK方式を用いた場合のシンボルレートはいずれも192ksymbol/secとなり、また、同様に最高音声周波数を15kHz程度とし、サンプリング周波数を32kHzとした場合のシンボルレートは128ksymbol/secとなる。

4. 2. 4 占有周波数帯幅

現行のアナログ方式特定ラジオマイクの占有周波数帯幅は110kHz及び330kHzであり、チャンネル間隔は125kHz、実運用上の最小チャンネル間隔は250kHz又は500kHzである。現行のアナログ方式特定ラジオマイクとの親和性を考慮し、配置条件を規定しやすい125kHzの整数倍間隔に収容して運用できる占有周波数帯域幅が望ましい。

デジタル方式特定ラジオマイクの標準的な占有周波数帯幅を考えると、送信設備の帯域制限用ロールオフフィルタのロールオフ率を0.5、QPSK変調を行った場合のシンボルレートが192ksymbol/secとすると、占有周波数帯域幅は288kHzとなる。ここで導き出された占有周波数帯域幅288kHzは、現行のアナログ方式特定ラジオマイクとの親和性を考慮し、かつ、シンボルレートを192ksymbol/secとした標準的な値であり、様々な利用シーンや今後導入される新たな変調方式に対応するためには、占有周波数帯域幅288kHzを上限としつつ、シンボルレートの可変や他の変調方式の導入がなされることが望ましい。

なお、シンボルレートが128ksymbol/secの場合には、占有周波数帯幅は192kHzとなる。

4. 3 回線設計

4. 1. 3を踏まえた回線設計は、参考資料8のとおり。

4. 4 周波数配列

4. 4. 1 前提条件

- (1) シンボルレートは、192ksymbol/secとし、128ksymbol/secの場合も考慮する。
- (2) 使用周波数帯域は、現行特定ラジオマイク周波数帯及びその周辺とし、770MHz~806MHzとする。
- (3) 相互変調歪は、3次相互変調までを考慮する。
- (4) 占有周波数帯域幅は、288kHzとし、192kHzの場合も考慮する。

4. 4. 2 同時使用チャンネル数及びチャンネル間隔

現行特定ラジオマイクは、9MHz を 1 ブロックとする中にそれぞれ 71 チャンネルが割り当てられており、2 ブロックの最大で計 142 チャンネルの周波数が利用可能とされているが、要求される音質が極めて高く、また、受信アンテナに対して極めて接近する場合がある等のラジオマイクの運用を考慮すると、同一エリアでの使用で 3 次相互変調の影響等を受けることなく同時に使用できるチャンネル数は、不等間隔で配置することとなり、利用することができるのはそれぞれ 10~15 チャンネル程度 計 20~30 チャンネル程度と言われている。

これに対して、デジタル方式特定ラジオマイクは、運用の条件は同等であっても、所要 DU 比の改善により、等間隔での配置が可能と見込まれる。このため、5. 2 に示すように、伝送速度ごとに最小チャンネル間隔 500kHz 又は 375kHz とした場合、伝送速度 192ksymbol/sec 仕様では最大 18 チャンネル、128ksymbol/sec 仕様では 1 ブロック当たり最大 24 チャンネルの同時使用を見込むことができる(図 4-1 「アナログ方式・デジタル方式の同時使用可能チャンネル数の比較」を参照。)

なお、これらのチャンネル配置の選定に当たっては、ラジオマイクが受信アンテナに対して極めて接近する可能性があることを考慮する必要があり、実際の運用の条件等により異なる配置で運用される場合もある。例えば 10mW の多数のラジオマイクが運用されている中で一部を 50mW で運用する場合において、受信アンテナに対し 5m 以内に接近する可能性がある場合には 192ksymbol/sec において 1MHz 程度の離隔を置くことも考える必要があると言われている。

現在、FPU には、9MHz 幅のチャンネルが 4 チャンネル割り当てられており、アナログ方式ラジオマイクはこのうち 2 チャンネル分を 2 つの帯域ブロックとして共用使用している。

デジタル方式の導入にあたり、同等の 2 つのブロックを利用することとした場合、利用可能なチャンネル数は 192ksymbol の場合 36 チャンネル、128ksymbol の場合 48 チャンネルとなり、これに限ってもアナログラジオマイクの約 20 チャンネルに比べると大幅に増えることとなるが、

- (1) 4. 1 に示したとおり、最近の大規模なミュージカル等では最大で 70 チャンネル以上のチャンネルが必要となる場合があること
- (2) 既にアナログのラジオマイクが広く普及しており、また遅延等の問題からアナログラジオマイクを併用する必要がある場合もあることから、これと異なるチャンネルを使用することが望ましい場合も多いと考えられること
- (3) ラジオマイク相互間(イヤーマニタを含む)及び FPU との周波数共用に当たっては、周波数の配置要件が複雑となる場合もあることから、相互の調整の自由度を確保するためにも新たなシステムのチャンネルの選択肢はできる限り多いことが望ましいこと

等から、デジタル方式の特定ラジオマイクは 770MHz～806MHz の 36MHz 幅（9MHz×4 帯域ブロック相当）の割当が行われることが望ましい。

なお、4 ブロック相当でチャンネルの割当を行った場合、192ksymbol の場合 72 チャンネル、128ksymbol の場合 96 チャンネルの利用が可能である。

おって、利用に当たっては、第 2 章に示したような免許を受けた利用者相互の調整が必要と考えられるが、各種のシステムが混在することとなることを考慮し、多くのチャンネルの割当が行われた場合においては、各ラジオマイクにできるだけ多くのチャンネルが実装され、免許に当たっての指定を受けるとともに、利用者間の調整手続き、チャンネル又はチャンネルブロックにおける種類ごとの優先度等、共通に理解されるルールが構築されることが望ましい。

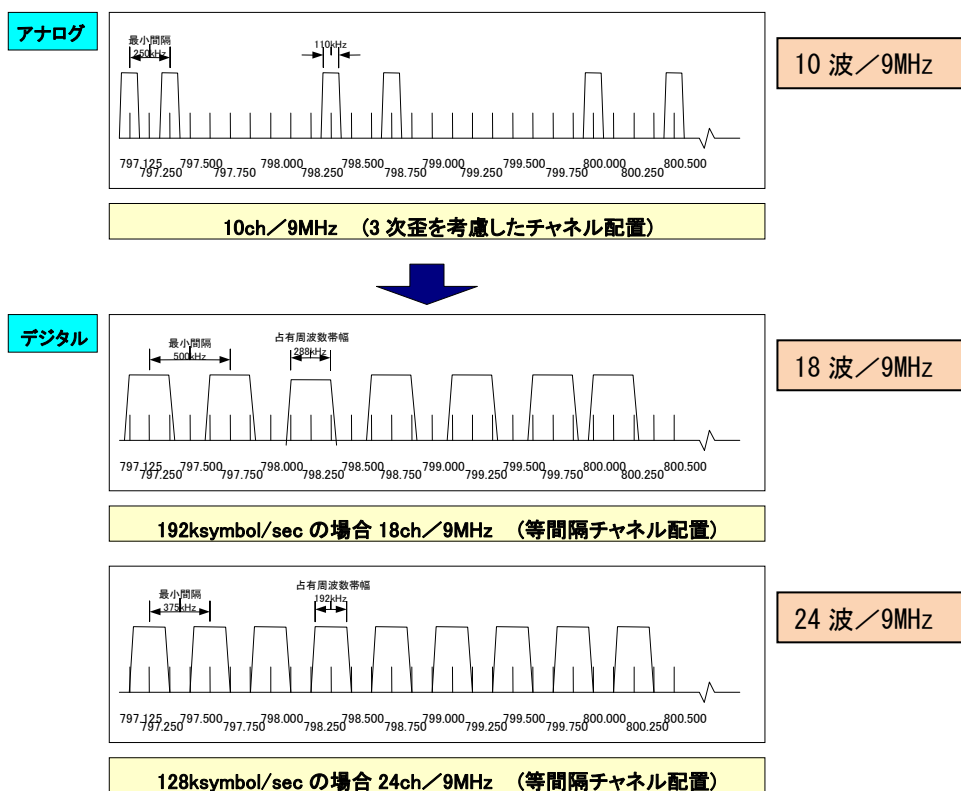


図 4-1 アナログ方式・デジタル方式の同時使用可能チャンネル数の比較

4. 5 空中線電力

要求される最大のサービスエリアが約 60m から 100m とした場合に必要な空中線電力として、4. 1 の要求条件とこれに基づく 4. 3 の回線設計に示したフェージングマージンを考慮した算定の結果、最大の空中線電力として 50mW とすることが適当である。但し、現在の充足・不足の状況、現行の特定ラジオマイクとの親和性、近隣エリアへの影響等

を考慮すると、多くのラジオマイクは現行と同様 10mW 以下が望ましく、運用調整等、特別に考慮・管理された状況下等でのみ 50mW 運用がなされることが望ましい。

なお、できるだけ干渉を避けるためには、必要に応じて上記の範囲で電力を変更できる機能も期待されるほか、受信アンテナに対するマイクの接近による相互変調等の障害を軽減するため、受信機の入力電力に応じてラジオマイクの電力が自動的に変更される機能も期待される。このような自動的な変更のためには、受信機からマイクに対して他の特定小電力無線等により電力低減の指示を行う方法や、受信アンテナ付近から送信される他の電波をマイク側で受信し、その強弱により電力を変更する方法等が考えられる。

4. 6 改造防止策

違法改造対策に関しては、現行特定ラジオマイクと同様に次の防止策として、送信ブースターアンプを付加して、基準の空中線電力以上の強度の電波を発射できないよう、送信空中線と筐体部分を一体構造とし、容易に開けることができないようにすることが適当である。

但し、現行と同様、イヤーマニタの無線設備の空中線、分配装置及び回線補償装置は除外することが適当である。

4. 7 電波防護指針への適合

デジタル方式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)を手に取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。

デジタル方式特定ラジオマイクは、現行の特定ラジオマイクと同様、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。

4. 8 デジタル方式と現行アナログ方式との併存

4. 1に示したように、デジタル方式においては、原理的に一定の遅延が生じるため、高い音質が必要で微少な遅延も問題となるような場面での利用も想定される特定ラジオマイクにおいては、デジタル方式導入後も引き続きアナログ方式の利用も認められることが望ましい。

このため、デジタル方式特定ラジオマイクは、現行アナログ方式特定ラジオマイクと同じ周波数帯を使用することを前提とすると、デジタル方式とアナログ方式の装置が同一周波数で近接した空間で併存する場合もあることとなる。この場合、電波干渉に比較的強いデジタル方式は干渉を受けないが、アナログ方式は受ける、と言ったケースの発生も考慮する必要がある。ただし、これはアナログ方式同士では使用できないが、デジタル方式が入ることによってデジタル方式側が使えるようになり、利用の可能性が増えることを意味するものであり、アナログ方式のみが用いられていた環境にデジタル方式が入ることによって利用環境を劣化させているものではないことを理解する必要があり、運用調整に当たっては、チャンネルの選択の自由度の少ないアナログ方式の特性にも配慮しつつ利用者相互で誠実な調整が期待される。

第5章 他の無線システム等との周波数共有の検討

5. 1 デジタル方式の共有前提条件及び共有条件の概要

5. 1. 1 前提条件

(1) 共有するシステム

検討に当たり、周波数共有するシステムは、デジタル方式の特定ラジオマイク相互の他、アナログ方式の特定ラジオマイク及び放送用FPU（デジタル方式及びアナログ方式）とする。

(2) 周波数帯

デジタル方式特定ラジオマイクの共有を検討する前提となる使用周波数帯は、770MHz～806MHz（FPU-1CH帯、FPU-2CH帯、FPU-3CH帯、FPU-4CH帯）を想定する。

(3) デジタル方式特定ラジオマイクの占有周波数帯幅の許容値

288kHz又は192kHzとする。

(4) デジタル方式特定ラジオマイクの受信機の性能等

ア 相互変調特性

デジタル方式特定ラジオマイクを同一場所で使用する際の周波数配列は、不等間隔で配置すべきアナログ方式に対して、所要D/U比の改善（アナログ約40dB、デジタル約20dB）により、等間隔での周波数配置が可能である。

ただし、ラジオマイクは送受信距離の変動比率が大きく、受信機アンテナに極めて近接する可能性があるため、受信帯域内に配置するチャンネル数の増加に伴って受信機内で発生する相互変調の増加はデジタル方式特定ラジオマイクでも考慮が必要である。関連の実験結果等から受信装置の相互変調特性は40dB以上が望ましいこととされており、これを前提とする。

イ 同一エリア内において多数のチャンネルを運用する際のフィルタ

特定ラジオマイクにおいては、受信機のアンテナ直下にプリアンプ（受信ブースタ）を利用するケースが多い。このため、一部のラジオマイクが受信アンテナに接近した場合等にこれによる相互変調等を生じる可能性がある。

このため、多くのチャンネルの同時運用時に相互変調の考慮を不要とできるように、複数のプリアンプの利用とそれぞれへの適切なバンドパスフィルタを装備する等によりすべての帯域ブロックのチャンネルが同時に利用できるものとする。

5. 1. 2 同一・重複する周波数利用に当たっての共有条件の概要

各システムとの同一・重複周波数での共用条件の検討結果概要を参考資料 10 に示す。
 当該資料は、想定例のひとつとして遮蔽物 15dB 相当を見込んだ一定の条件のもとで周波数を共用した場合の近接可能距離（被干渉システムの受信アンテナに対して与干渉システムの送信機が混信なく近接することができる最小の距離。図 5-1）を導出したものである。

この結果、例えば受信アンテナ高が 4m の距離で 10mW のデジタルラジオマイクが 60m の距離で運用中であった場合、この条件のもとであれば、同一周波数の他の 10mW デジタル方式ラジオマイクは約 107m まで近接しても支障がないことを示しており、これを超えると運用調整が不要になる距離と言えるものであり、実際の調整の要否の距離を定めに当たっては、この距離をもとに実際の運用環境の実態等を加味して検討することが適当と考えられる。

5. 2 以降に各種システムの干渉・共用の検討内容を示す。

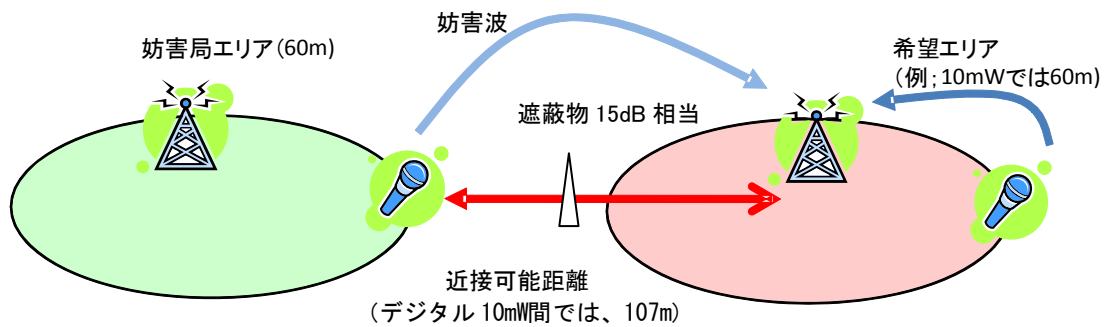


図 5-1 近接可能距離

5. 2 デジタル方式のラジオマイク相互間の共用条件

(1) 同一エリア内・同一帯域ブロック内で運用時の最小チャンネル間隔

5. 1 に示したとおり、ラジオマイクは送受信距離の変動比率が大きく、受信機アンテナに極めて近接する可能性があるため、デジタル方式においても隣接チャンネル混信及び相互変調に配慮する必要がある。このため、同一エリア運用時におけるチャンネル間隔は次の値とすることが望ましい。ただし、運用エリアが近接しつつも受信点が離れている場合や受信アンテナとの離隔が確保される場合、ラジオマイク送信電力を低減する機能を併用することが可能な場合は、下記の間隔よりも近接した間隔で運用することも可能と考えられる。

- ア デジタル方式特定ラジオマイクの占有周波数帯幅が 288kHz の場合
500kHz 以上の隣接チャンネル間隔を確保することが望ましい。
- イ デジタル方式特定ラジオマイクの占有周波数帯幅が 192kHz の場合

375kHz 以上の隣接チャネル間隔を確保することが望ましい。

(2) 近接可能距離

参考資料 10 のとおり。

デジタルラジオマイクの所要 D/U 比を 20dB とし、受信アンテナ高 4m の場合であって、この条件であれば 10mW のデジタル方式ラジオマイク相互間では、近接可能距離は約 107m であり、与干渉のラジオマイクが 50mW である場合には約 220m となる。また、10mW のデジタル方式ラジオマイク相互間であって、受信アンテナ高が 1.5m の場合では、約 90m となる。(なお、10mW のアナログ方式ラジオマイク相互間は約 280m である)

(3) 隣接空間でのデジタル方式特定ラジオマイクの共用効果

上記 (2) をもとに、10mW のラジオマイクを均等に配置した場合のエリアの近接状況の概要を図 5-2 に示す。この場合、アナログラジオマイクの近接可能距離は約 463m、受信機間隔は約 523m、サービスエリア端相互の距離は約 403m とされ、また、デジタル方式の近接可能距離は約 107m、受信機間隔は約 167m、エリア端相互の距離は約 47m である。

デジタル方式特定ラジオマイクはアナログ方式と比較して、隣接エリアとの同一チャネル混信を避ける為の離隔距離が大幅に改善される。

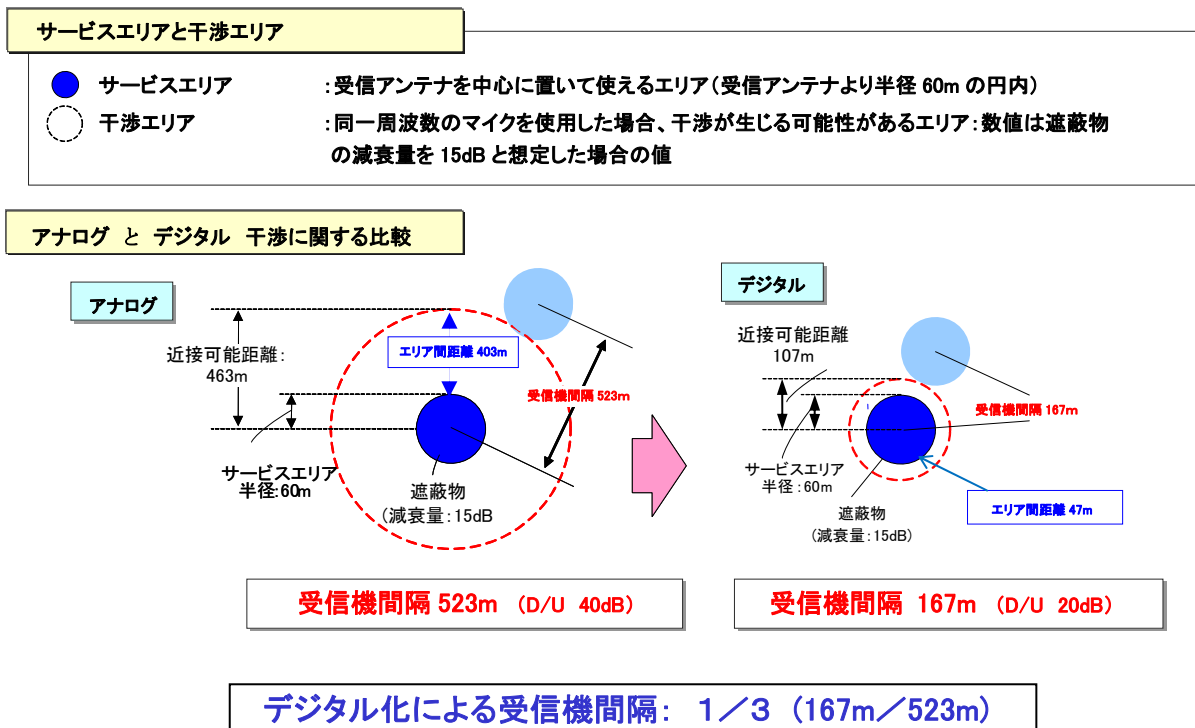


図 5-2 サービスエリアの近接

5. 3 アナログ方式ラジオマイクとの共用条件

5. 3. 1 最小チャンネル間隔

デジタル方式のラジオマイクとアナログ方式とが同一エリアにおいて運用する場合の実運用最小チャンネル間隔は、デジタル方式の特定ラジオマイクからアナログ方式の特定ラジオマイクへの隣接チャンネル漏洩電力比が 60dB 以上確保できるチャンネル間隔を確保とすることが望ましく、最小チャンネル間隔は製品の性能や、受信アンテナとの距離の確保状況により異なると考えられるが、デジタル方式の電力を 10mW とした場合、デジタル方式同士の最小チャンネル間隔と同等～2 倍程度となる。この概要は図 5-3 のとおりである。

なお、この最小チャンネル間隔はマイクと受信アンテナが過度に接近することがない場合等、実際の利用条件により異なることになると考えられるほか、アナログ方式に対しては、相互変調を考慮する必要があることから、近傍にアナログ方式が存在する場合等にはデジタル方式も不等間隔の周波数配置が必要になる場合があることに注意が必要である。

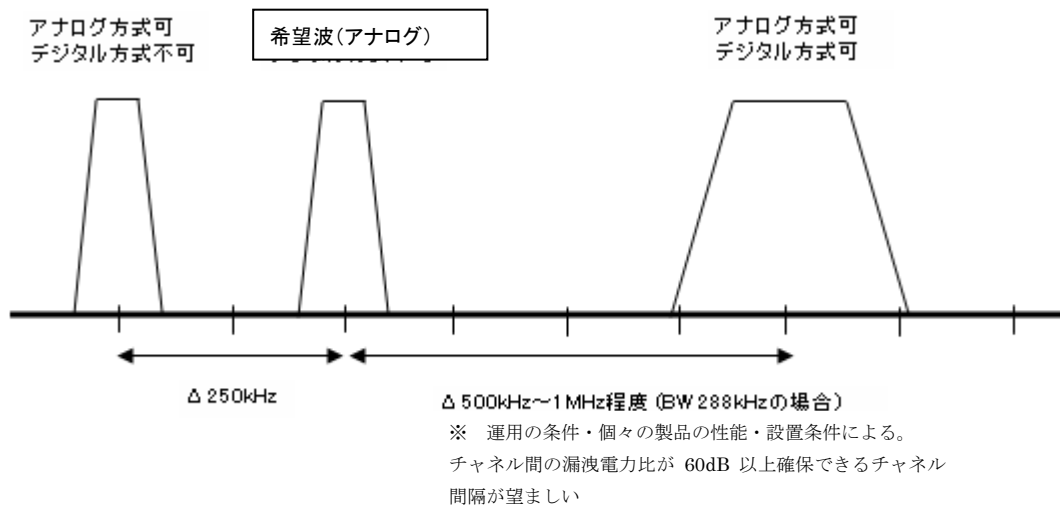


図 5-3 アナログ方式・デジタル方式共用時のチャンネル間隔

(1) デジタル方式特定ラジオマイクの占有周波数帯幅 288kHz の場合

アナログ方式特定ラジオマイク(占有帯域幅 330kHz、110kHz とも)に対しては、隣接チャンネル漏洩電力比を 60dB 以上確保するために 500kHz～1MHz 程度の隣接チャンネル間隔を確保することが望ましい。

(2) デジタル方式特定ラジオマイクの占有周波数帯幅 192kHz の場合

占有周波数帯幅が 330kHz のアナログ方式特定ラジオマイクに対しては、隣接チャンネル漏洩電力比を 60dB 以上確保するために 500kHz～1MHz 程度の隣接チャンネル間隔を確保することが望ましい。

占有周波数帯幅が 110kHz のアナログ方式特定ラジオマイクに対しては、隣接チャンネル漏洩電力比を 60dB 以上確保するために 375kHz～750kHz 程度の隣接チャンネル間隔を確保することが望ましい。

5. 3. 2 同一エリア内で運用時の相互変調特性

アナログ方式特定ラジオマイクとデジタル方式特定ラジオマイクを同一エリア・同一帯域ブロック内で使用する際、アナログ方式を適切に運用しようとする場合周波数配列の検討においては、既存のアナログ方式と同様に 3 次相互変調までを考慮することが望ましい。

5. 3. 3 近接可能距離

参考資料 10 のとおり。

これは、遮蔽損 15dB、同一チャンネルでの運用という条件下でアナログラジオマイクの所要 D/U 比を 40dB とし、受信アンテナ高 4m の場合であって、10mW の特定デジタル方式からアナログ方式への干渉を考えた場合、アナログ方式相互と同等に近接可能距離は約 460m であり、与干渉のデジタル方式が 50mW である場合には約 700m となる。また、10mW のラジオマイクから干渉なのであって、アナログ方式の受信アンテナ高が 1.5m の場合では、約 280m となる。

一方、デジタル方式への干渉については、デジタル方式相互と同等に、例えば 10mW、アンテナ高 4m の場合、約 107m となる。

このため、電波干渉に比較的強いデジタル方式は干渉を受けないが、アナログ方式は受ける、と言ったケースも想定される。したがって、同一帯域ブロックにおいてアナログ方式特定ラジオマイクとデジタル方式特定ラジオマイクを隣接エリアで使用する際の離隔距離は、既存のアナログ方式同士の離隔距離と同等程度であることが望ましいと考えられる。

また、アナログ方式とデジタル方式を隣接エリアで使用する際の離隔距離を短縮するためには、両者の中間に建物・壁面等がある場合には当該壁面等のシールド強化等の対策を施したり、デジタル方式のチャンネル配置をずらし、あるいはアナログ方式特定ラジオマイクとは別の帯域ブロックでデジタル方式を運用することが望ましい。

(1) 同一空間でのアナログ方式とデジタル方式の併用例

同一空間（エリア）でデジタル方式のみで最大のチャンネル数を確保しようとする場合と、アナログ方式とデジタル方式を併用する場合のチャンネル設定例を表5-1に示す。

デジタル方式特定ラジオマイクの占有周波数帯幅を 288kHz、アナログ方式を 110kHz とし、相互変調を防止するための適切なフィルタの設定等によって 5.3.1 で述べたアナログ方式とデジタル方式の最小チャンネル間隔を確保することとした場合、デジタル方式のみで最大 72 チャンネルのところ、デジタル・アナログ方式併用でも最大 56 チャンネルの運用を見込むことができる。

表5-1 特定ラジオマイクの同時運用数の例

(デジタル方式の帯域幅 288kHz、アナログ方式の帯域幅 110kHz の時)

帯域ブロック				合計チャンネル数
FPU-1CH	FPU-2CH	FPU-3CH	FPU-4CH	
デジタル 18CH	デジタル 18CH	デジタル 18CH	デジタル 18CH	72CH
デジタル 18CH	アナログ 10CH	デジタル 18CH	アナログ 10CH	56CH

(2) 隣接空間でのアナログ方式特定ラジオマイクとデジタル方式特定ラジオマイクの共用

FPU-2CHの帯域ブロック及びFPU-4CHの帯域ブロックのアナログ方式の利用エリアから一定距離離れた隣接エリアにデジタル方式を配置する場合も、(1)と同等である。この場合においては、距離及び周波数配置によっては、それぞれの受信装置に相互変調防止のためのフィルタを要しない場合もある。

5.4 FPUとの共用条件

特定ラジオマイクは運用調整を前提として800MHz帯FPUの帯域に移行され、現在両者は一部周波数共用して運用している。

そこで、現在のアナログ方式特定ラジオマイクと同様にデジタル方式特定ラジオマイクにおいても同一帯域内の映像FPUとの相互干渉妨害が想定される。実験（参考資料9参

照)によると、FPUからデジタル方式特定ラジオマイクへの干渉、およびデジタル方式特定ラジオマイクからFPUへの干渉について、ともに現状アナログ方式特定ラジオマイクと同等又はそれ以上の相互干渉妨害特性が得られている。しかしながらデジタル化により干渉妨害特性が向上するものの干渉の可能性は残る。

以上より、特定ラジオマイクと FPU の運用に際しては、現状と同様に、放送事業者と特ラ連で締結している運用協定の条件の下に、特ラ連による特定ラジオマイク利用者と放送事業者への運用連絡と調整を行うことは今後とも必要である。特に、今後デジタルシステム導入でチャンネル数（無線局数）が増える可能性があるため、運用調整をより綿密に行う必要がある。

遮蔽損を 15dB とした場合の近接可能距離は参考資料 10 のとおりである。FPU を被干渉とした近接可能距離は受信アンテナ高を約 4m として概ね 500m 以下となっているが、特にアナログ FPU に対する場合には FPU 帯域内における干渉波の周波数位置により差がある場合があることに留意する必要がある。

また、ラジオマイクを被干渉とした場合においては、アナログ方式ラジオマイクについて近接可能距離が約 916m であるのに対し、デジタル方式に対しては 444m～515m となっている。

5. 5 周波数共用に関するまとめ

以上のように、周波数共用を行う場合の条件を、特に同一周波数を利用する場合の近接可能距離を中心としてまとめた。

この、近接可能距離は、一定の条件の下であれば同一周波数又は帯域が重複する他のシステムとの間で、干渉を与えない距離を示すものであり、詳細な運用調整作業が不要となる距離（運用調整距離）の目安となるものである。なお、5. 1～5. 5に示した距離はいずれも遮蔽損を 15dB と置いた例である。

一方、実際の運用調整距離の決定に当たっては、干渉発生を回避しつつ調整作業を軽減するため、運用者相互の理解のもと、実際の運用環境・経験等をもとにあらためて定められることが望ましい。

例えば、

- ① 算出された近接可能距離が十分大きい場合等においては、中間に遮蔽物が確保される場合が多く、調整経験の蓄積により、更に運用調整距離を短縮できる可能性があること
- ② 算出された近接可能距離がある程度小さい場合には、遮蔽物がない可能性や、些細な移動作業により無視できないほど近接してしまう可能性があるため、運用調整距離を大きめに設定する必要がある場合もあること

等が考えられる。

更に、干渉の回避のために建物においてはシールド機能の強化にできるだけ努めるとともに、運用調整に当たっては、今後法令で規定される占有帯域幅等の規定の範囲内においても、多様な信号方式や特殊な運用方式等が考案される可能性があることを考慮し、運用者相互間で誠実かつ柔軟な調整が期待される。

なお、このような運用調整に当たっては、デジタル方式に比べてアナログ方式の周波数配置の自由度が少ないことから、アナログ方式の周波数配置を先行の条件として定めることや、デジタル方式においても例えば低い帯域ブロックから先行して使用する等、周波数の利用順序について共通の認識が醸成されることが望ましい。

第6章 デジタル方式 800MHz 帯特定ラジオマイクの技術的条件

デジタル方式 800MHz 帯特定ラジオマイクの技術的条件については、高い音声品質を要求する舞台劇場、コンサート・イベント会場、放送番組制作等の大規模な利用が想定されることを考慮し、次のとおり定めることが適当である。

6. 1 一般的条件

6. 1. 1 通信方式

単向通信方式又は同報通信方式とすること。

6. 1. 2 変調方式

変調方式は、位相変調方式、周波数変調方式又は直交振幅変調とすること。

6. 1. 3 使用周波数帯

デジタル方式特定ラジオマイクの周波数帯は、従来の特定ラジオマイク・FPU に使用されている 800MHz 帯（770MHz～806MHz）とすること。

6. 1. 4 空中線電力

50mW 以下であること。

6. 1. 5 空中線系

空中線の絶対利得は、2.14dBi 以下であること。また、その構造は、イヤーマニタ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とする。

6. 2 無線設備の技術的条件

6. 2. 1 送信装置

(1) 占有周波数帯幅の許容値

占有周波数帯幅の許容値は、288kHz 以下とすること。

(2) 隣接チャンネル間隔

同一場所で使用可能な隣接チャンネル間隔は、500kHz 以下とすることが適当である。なお、近接した複数のエリアにおけるチャンネルの利用柔軟な対応のため、割り当て可能な最小隣接チャンネル間隔については 125kHz とすること。

(3) 周波数の許容偏差

周波数の許容偏差は、 $\pm 20 \times 10^{-6}$ とすること。

(4) 空中線電力の許容偏差

自動電力低減機能を考慮し、上限 20%以内であること。

(5) スプリアス発射又は不要発射の強度の許容値

ア 必要周波数帯幅

必要周波数帯幅は、占有周波数帯幅の許容値内とみなし、288kHz とする。

イ 帯域外領域とスプリアス領域との境界

帯域外領域とスプリアス領域との境界は、必要周波数帯域幅の中心周波数から必要周波数帯幅の±250%離れた周波数とする。

中心周波数 ±720kHz

ウ 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 μW 以下であること。

エ スプリアス領域における不要発射の強度の許容値

2.5 μW 以下であること。

オ 参照帯域幅

不要発射の強度の許容値における参照帯域幅は、以下のとおりとする。

不要発射の周波数	参照帯域幅
9kHz を超え 150kHz 以下のもの	1kHz
150kHz を超え 30MHz 以下のもの	10kHz
30MHz を超え 1GHz 以下のもの	100kHz
1GHz を超えるもの	1MHz

(6) 隣接チャネル漏洩電力

搬送波の周波数から 500kHz 離れた周波数の(±)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 以上低いこと。

6. 2. 2 受信装置

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。

6. 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。

6. 2. 4 その他の装置

デジタル方式特定ラジオマイクは、多数の利用者が共通の周波数を利用するところから、公平な電波の利用、混信の防止及び無線設備の違法な改造による他の無線局への妨害を防止するため、次の機能を有する必要がある。

(1) 送信装置の空中線

送信装置の空中線は不法な改造により他への妨害を与えないため、その構造はイヤーマニタ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とする。

(2) 送信装置の筐体

違法な改造を防止にするため、送信装置の筐体は容易に開けることができないものとする。

6. 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 に準拠とする。

6. 3. 1 空中線電力

空中線電力は、通常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り替え可能であることが適当である。

6. 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り替え可能であることが適当である。

6. 3. 3 占有周波数帯幅

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(以下「全電力」という)を求め、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全電力の 0.5%となる周波数帯幅を測定する。

6. 3. 4 隣接チャネル漏洩電力

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隣接チャネル間隔(500kHz)離れた周波数における技術基準で定められる帯域内の電力と、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。

6. 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こと。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。

第7章 まとめ

特定ラジオマイクの高度化に関し、デジタル方式の導入について審議を行った。

デジタル方式は、周波数を有効利用しつつ、同一場所で多くのチャンネルの利用をする等、多様な運用を可能とする方式であるが、アナログ方式の特定ラジオマイクについても有効な特徴があることから、それぞれの利用の場面を考慮して、今後、共存を図っていくことが必要と考えられる。

また、同一周波数帯において多くのシステムが共存し、それらの確実な運用においては利用者相互の調整が今後とも必要であり、関係者の協力が望まれる。

参考文献

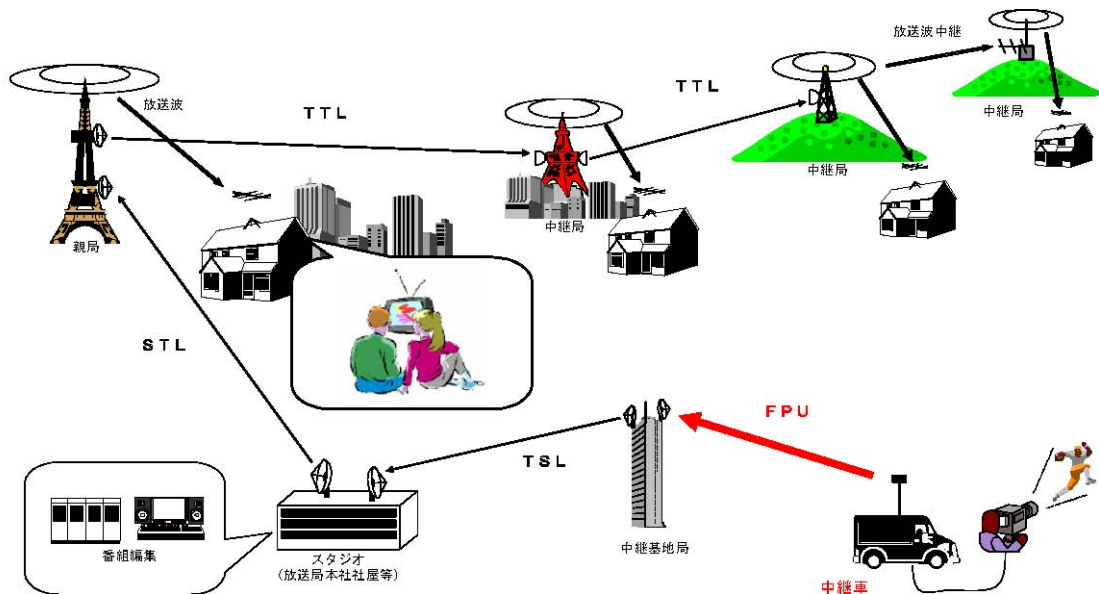
- 1) ラジオマイクのデジタル化に関する検討報告書（平成 18 年 2 月（社）電波産業会）
- 2) 特定ラジオマイク(A型)のデジタル化に関する実験報告書（平成 17 年 2 月（社）電波産業会）

放送用中継装置 (FPU: Field Pickup Unit) とは

1 システムの概要

本システムは、放送番組の制作のために取材現場からスタジオまでニュース映像等の番組素材を伝送するための移動システムである。

2 システムの構成イメージ



STL (Studio-Transmitter Link)

TSL (Transmitter-Studio Link)

TTL (Transmitter-Transmitter Link)

FPU (Field Pickup Unit)

(電波の利用状況の調査より)

大規模ミュージカルにおける現行チャンネルでの公演状況例

現状の香盤表

祝祭音楽劇「トゥーランドット」WL香盤表

歌名	男性アンソング													女性アンソング													楽器(B帯)											
	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		
ACT1																																						
第1場																																						
M-1 序曲																																						
1-1 M-2 黄金の朝																																						
1-2 M-3 朝えた満月																																						
M-4 トゥーランドット 踊る歌																																						
1-3 M-5 トゥーランドット 踊る歌																																						
1-4 M-6 孤独の旋律																																						
M-7 陛下の気持ち																																						
1-5 p26																																						
M-8 何の為に生きる																																						
1-6 M-9 新たな挑戦者																																						
M-10 血の掟																																						
p35																																						
M-11 トゥーランドット 踊る歌																																						
M-12																																						
M-13 三つの謎																																						
p43 M-14																																						
1-7 p47																																						
M-15																																						
1-8 M-17 熱情赤子の歌																																						
p54																																						
M-18 胡弓																																						
1-9 M-19 孤独の旋律 → 涙																																						
p60																																						
1-10 M-20 何の為に生きる																																						
p67																																						
1-11 M-21 愛する為の愛																																						
M-22 競争																																						
1-12 M-23 狂気の美学																																						
1-13																																						
1-14 M-25																																						
M-26 糸の花																																						
1-15 p92																																						
M-27 糸の根を分けて																																						
1-16 p100																																						
1-17 M-28																																						
1-18A p106																																						
1-18B M-29																																						
1-19C M-30																																						
ACT2																																						
第2場																																						
M31 アントラクト																																						
2-1 M-32 新たな道に者																																						
2-2 M-33 糸の根を分けて																																						
2-3 p123																																						
2-4 p126																																						
2-5 M-34 月の人																																						
M-34A 朝えた満月 (カゲ)																																						
2-6 p139																																						
M-35 謎解き再び																																						
p148 M-36 再びの謎																																						
M-37																																						
2-7 p154																																						
2-8 p163 M-38																																						
2-9 M-39																																						
M-40																																						
2-10 p159																																						
2-11 p160																																						
2-12 p161 M-41																																						
p165																																						
2-13 M-43 運命は遠い日の影																																						
p161																																						
M-45 光と夢と愛の国																																						
p185																																						
M-46																																						
M-47 カーテシール																																						

- 左側記載のシーンに出演
- ↓ 引き継ぎ出演
- ♪ 歌のシーンがある
- ▲ 登場しているがセリフがない
- 所定の位置で専用のマイクで歌や演奏をする (WLも使用)
- カゲ カゲコーラス用の有線マイク (定位置) で歌う

大規模コンサートにおける現行チャンネルでの公演状況例

連番	チャンネル		周波数	イヤーマニター(IER)
1	A001	AXL11	779.125	
7	A007	AXL32	779.875	
8	A008	AXL23	780.000	IER-1 (ユーミン)
9	A009	AXL13	780.125	
11	A011	AXL33	780.375	
12	A012	AXL42	780.500	IER-2 (EG-1)
13	A013	AXL51	780.625	
23	A023	AXL26	781.875	
24	A024	AXL15	782.000	IER-3 (EG-2)
25	A025	AXL44	782.125	
29	A029	AXL55	782.625	
30	A030	AXL46	782.750	IER-4 (EB)
31	A031	AXL・1	782.875	
36	A036	AXL・6	783.500	
37	A037	AXH11	783.625	
61	A061	AXH44	786.625	
62	A062	AXH36	786.750	IER-5(コーラス1, 2, 3)
63	A063	AXH45	786.875	
71	A071	AXH・5	787.875	

連番	チャンネル		周波数	NG数	ラジオマイク
1	A001	AL11	797.125	0	
2	A002	AL21	797.250	0	
3	A003	AL12	797.375	0	
4	A004	AL22	797.500	0	コーラス-1(SUDO)
5	A005	AL31	797.625	0	
6	A006	AL41	797.750	0	
7	A007	AL32	797.875	0	
8	A008	AL23	798.000	0	コーラス-2(TINA)
9	A009	AL13	798.125	0	
12	A012	AL42	798.500	0	
13	A013	AL51	798.625	0	ユーミンマイク2
14	A014	AL14	798.750	0	
23	A023	AL26	799.875	0	
24	A024	AL15	800.000	0	コーラス-3(IMAI)
25	A025	AL44	800.125	0	
36	A036	AL・6	801.500	0	
37	A037	AH11	801.625	0	
41	A041	AH31	802.125	0	
42	A042	AH41	802.250	0	ユーミン マイク-1
43	A043	AH32	802.375	0	
56	A056	AH25	804.000	0	
57	A057	AH35	804.125	0	ユーミン マイク 予備
58	A058	AH54	804.250	0	
72	N/A	N/A	806.000	0	
楽器					
73	B11		806.125	0	
80	B23		807.000	0	
81	B13		807.125	0	EB-1
82	B61		807.250	0	
93	B35		808.625	0	
94	B54		808.750	0	EB-2
95	B26		808.875	0	
99	B45		809.375	0	
100	B16		809.500	0	EG-2/AG-2
101	B55		809.625	0	
102	B46		809.750	0	EG-1/AG-1

大規模コンサートにおける必要となるチャンネル数例

イヤーマニター 香盤表

連番	チャンネル	周波数	イヤーマニター(IER)
1	A001	AXL11	779.125
7	A007	AXL32	779.875
8	A008	AXL23	780.000
9	A009	AXL13	780.125
11	A011	AXL33	780.375
12	A012	AXL42	780.500
13	A013	AXL51	780.625
23	A023	AXL26	781.875
24	A024	AXL15	782.000
25	A025	AXL44	782.125
29	A029	AXL55	782.625
30	A030	AXL46	782.750
31	A031	AXL-1	782.875
36	A036	AXL-6	783.500
37	A037	AXH11	783.625
61	A061	AXH44	786.625
62	A062	AXH36	786.750
63	A063	AXH45	786.875
71	A071	AXH-5	787.875

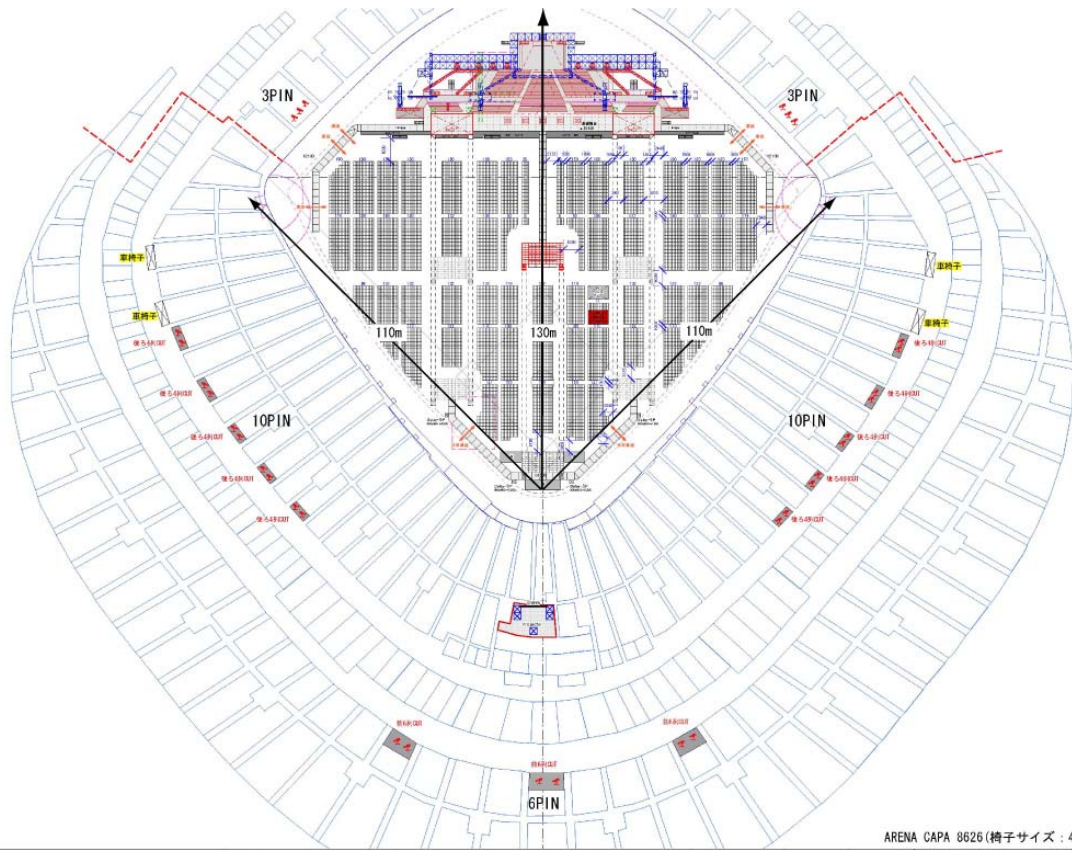
連番	チャンネル	周波数	NG数	名称(textを入力)	
1	A001	AL11	797.125	0	
7	A007	AL32	797.875	0	
8	A008	AL23	798.000	0	IER-6 (EG-1)
9	A009	AL13	798.125	0	
11	A011	AL33	798.375	0	
12	A012	AL42	798.500	0	IER-7 (EG-2)
13	A013	AL51	798.625	0	
23	A023	AL26	799.875	0	
24	A024	AL15	800.000	0	IER-8 (EB)
25	A025	AL44	800.125	0	
29	A029	AL55	800.625	0	
30	A030	AL46	800.750	0	IER-9 (サーカス メインキャスト) 5人
31	A031	AL-1	800.875	0	
36	A036	AL-6	801.500	0	
37	A037	AH11	801.625	0	
61	A061	AH44	804.625	0	
62	A062	AH36	804.750	0	IER-10 (サーカス ピエロ) 40人
63	A063	AH45	804.875	0	
71	A071	AH-5	805.875	0	
72	N/A	N/A	806.000	0	

イヤーマニター (IER) は、FPU-2、5チャンネル、FPU-4で、5チャンネルトータル10チャンネルが最大。

ラジオマイク香盤表

CH				ACT-2	ACT-3	ACT-4	アンコール
1			ユーミン 白ハンドマイク		○		○
2			ユーミン 黒ハンドマイク	○		○	
3			ユーミン 予備マイク				
4			コーラス-1		○	○	○
5			コーラス-2		○	○	○
6			コーラス-3		○	○	○
7			エレキギター-1		○	○	○
8			エレキギター-2		○	○	○
9			エレキベース		○	○	○
10			アコースティックギター-1	○			
11			アコースティックギター-2	○			
12			アコースティックギター-3	○			
13			アコースティックベース	○			
14			サーカス ピエロ-1	○	○	○	○
15			サーカス ピエロ-2	○	○	○	○
16			サーカス メインキャスト-1	○	○		
17			サーカス メインキャスト-2	○			
18			サーカス メインキャスト-3	○			
19			サーカス 予備-1				
20			楽器 予備-1				

大規模コンサート会場図例



ARENA CAPA 8626(椅子サイズ: 433×900)

TITLE	東京ドーム	計画例資料より	SCALE (A-1)	1:800	DATE	'07.03.4	SHEET NO.
-------	-------	---------	-------------	-------	------	----------	-----------

デジタル方式 800MHz 帯特定ラジオマイクの回線設計

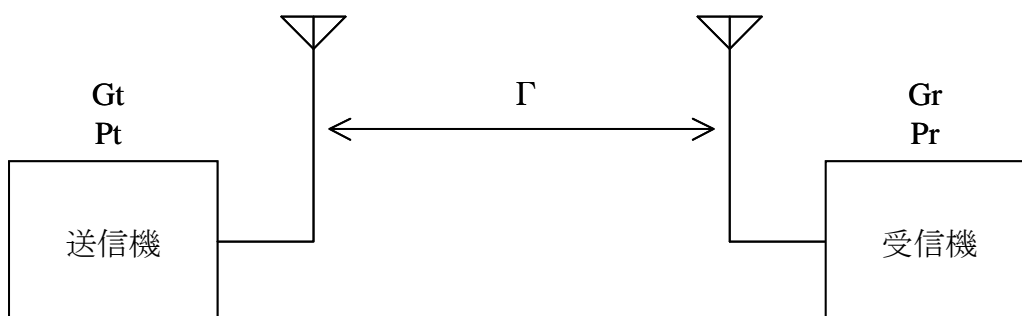
1 前提条件

(1) 運用形態及び標準伝搬路モデル

デジタル方式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は図1のとおり。

図1 標準伝搬路モデル



総合受信入力電力 P_r は、次式で求められる。

$$P_r = P_t + G_t - \Gamma + G_r$$

ここで、 P_t : 空中線電力

G_t : 送信空中線利得

Γ : 空間伝搬損失

G_r : 受信空中線利得

(2) 使用周波数範囲

前提条件として、デジタル方式特定ラジオマイクの使用周波数範囲は、現行の特定ラジオマイク(アナログ方式)及びFPUに割り当てられている800MHz帯とする。

(3) 空中線電力

デジタル方式特定ラジオマイクの空中線電力は、10mW(現行の特定ラジオマイク(アナログ方式)と同等)及び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。

ここでは、手持ち時における送信空中線利得を-10dBi、人体仕込み(装着)時における空中線利得を-20dBi とする。

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

アナログ方式特定ラジオマイクの場合、回線品質の基準として信号対雑音比(SN比)を使用するが、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。

デジタル方式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、BER 10^{-5} 以下となることが望ましい。 $\pi/4$ シフト QPSK 遅延検波、D8PSK 遅延検波で BER 10^{-5} を確保するための理想的な C/N 値(C/No)は次のとおりとなる。

$\pi/4$ シフト QPSK 遅延検波の場合

$$C/No(QPSK) = Eb/No(12.5dB) + 10\log(2\text{bit/symbol}) = 15.5dB$$

D8PSK 遅延検波の場合

$$C/No(8PSK) = Eb/No(16.0dB) + 10\log(3\text{bit/symbol}) = 20.8dB$$

(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」と称する。

図 2 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 3 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を示す。

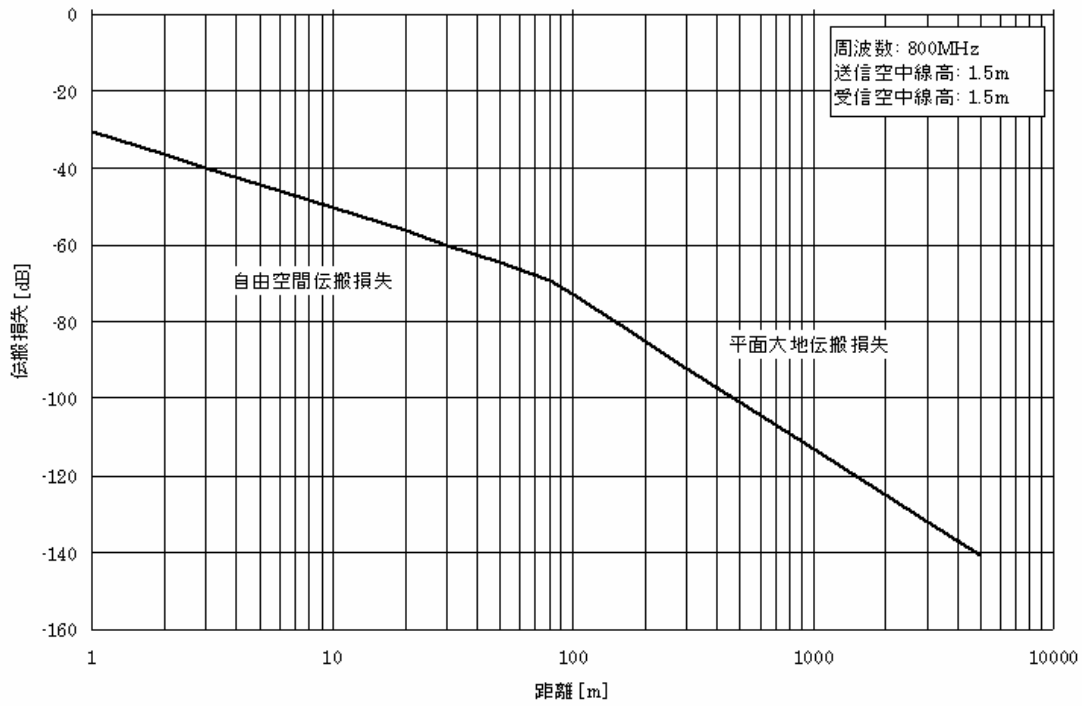


図2 伝搬損失モデル1(送信空中線高 1.5m、受信空中線高 1.5m)

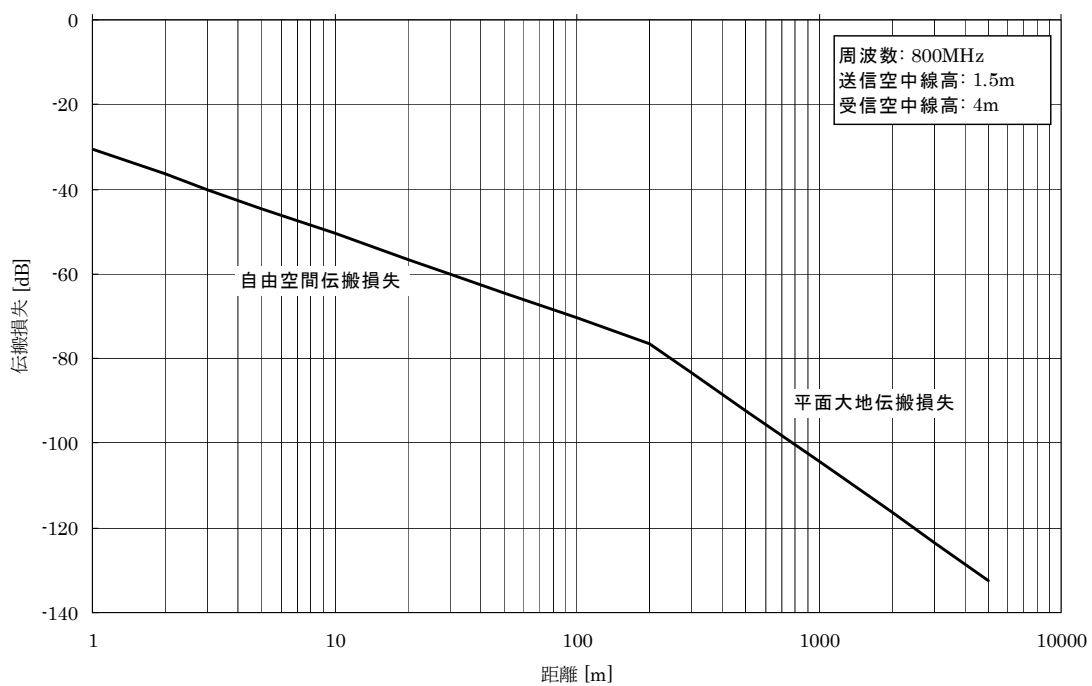


図3 伝搬損失モデル2(送信空中線高 1.5m、受信空中線高 4m)

(7) 使用環境におけるサービスエリア

ア 屋外での利用

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 としとする。また、受信空中線を校舎建物壁面に設置可能であることから、伝搬損失モデル 2 を適用する。

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、伝搬損失モデル 1 及び 2 の双方を適用する。

(8) 所要受信入力

前提条件として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。

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

N_{in} : 受信機の入力端における雑音

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

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

T : 絶対温度 [K] (摂氏 25°C の場合、298 [K])

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

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。)

L_h : 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/N_o : 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 とする。)

これらをもとに、 $\pi/4$ シフト QPSK 遅延検波の場合及び D8PSK 遅延検波の場合の所要受信入力電力 P_r を求めると、表 1 所要受信機入力条件に示すとおり、

$$P_r(\text{QPSK}) = -95.53 \quad [\text{dBm}]$$

$$P_r(\text{8PSK}) = -90.23 \quad [\text{dBm}]$$

となる。

これらをもとに、所要受信機入力電圧(開放端) E_r ($E_r = P_r + 113 \quad (\text{dB} \mu\text{V EMF})$) を求めると、

$$E_r(\text{QPSK}) = -95.53 + 113 = 17.47 \quad [\text{dB} \mu\text{V EMF}]$$

$$E_r(\text{8PSK}) = -90.23 + 113 = 22.77 \quad [\text{dB} \mu\text{V EMF}]$$

【参考】 dBm → dBuV EMF 換算

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

$$\text{dBuV (電圧系)} : Er = 20 \cdot \log(\text{uV})$$

ここで、

V : 電圧 (V)、W : 電力 (W)

$W = V^2/R$ を用いて dBm を dBuV で表現すると

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

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

($R = 50 \Omega$ より)

$$Pr = Er - 107$$

さらに、 50Ω 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、

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

$$\rightarrow Er = Pr + 113 \text{ (dBuV EMF)}$$

表 1 所要受信機入力条件

変調方式	$\pi/4$ シフト QPSK	D8PSK
検波方式	遅延検波	遅延検波
伝送ビットレート (kbps)	384	576
多値数 (bit/symbol)	2	3
伝送シンボルレート (ksps)	192	192
ロールオフ係数	0.5	0.5
占有周波数帯域幅 (kHz)	288	288
所要 BER	10^{-5}	10^{-5}
C/No (dB)	15.5	20.8
固定劣化 (dB)	4	4
所要 C/N	19.5	24.8
ボルツマン係数 k (J/K)	1.38×10^{-23}	1.38×10^{-23}
絶対温度 T (K)	298	298
等価雑音帯域幅 B (kHz)	192	192
雑音指数 NF (dB)	6	6
受信機内部雑音電力 $N_{in}=10 \log (kTB) + 30 + NF$ (dBm)	-115.03	-115.03
所要受信機入力電力 Pr (dBm)	-95.53	-90.23
所要受信機入力電圧 E_r (dB μ V EMF)	17.47	22.77

(9) 動特性(フェージング特性)及びバラつき検討

ア 人体による遮蔽損失

人体に特定ラジオマイクを装着して使用した際の人体による遮蔽損失は、手持ち使用と比較して 10dB 見込む必要があるため、回線設計においては手持ち使用の条件の感度マージンから 10dB を差し引いたものを人体装着時の感度マージンとする。

イ フェージングモデル

特定ラジオマイクの使用環境は、送信設備と受信設備が見通し内にあることが理想である。しかし、実際の使用環境においては、伝搬路の途中に何らかの障害物が存在することが考えられる。

このため、見通し外での使用(フェージング環境)も考慮したフェージングマージンとして、

受信空中線高が低い場合(1.5m)にあつては 23.5dB、受信空中線高が高い場合(4m)にあつては 18.5dB を設定する。

2 回線設計結果

上記 1 の前提条件をもとに回線設計を行った結果について、表 2 に示す。

$\pi/4$ シフト QPSK 方式と 8PSK 方式とでもやや差があるが、60m の距離を想定した場合、概ね 10mW 内外の電力が必要であり、場合により受信空中線高を高く確保する等の対応の必要がある。

一方、100m の距離を想定した場合、受信空中線高を確保しても 10mW の電力では不足する場合があります、50mW 程度の電力が必要と考えられる。

表 2 伝搬損失モデル 1, 2 での回線設計例

送信周波数 f (MHz)	800	800	800
送信空中線の高さ ht (m)	1.5	1.5	1.5
受信空中線の高さ hr (m)	1.5	4.0	4.0
送信電力 Po (mW)	10	10	50
送信電力 Po (dBm)	10	10	17
送信空中線利得 Gt (dBi)	0.85	0.85	0.85
受信空中線利得 Gr (dBi)	2.14	2.14	2.14
伝送距離 d (m)	60 イベント会場・舞 台などを想定	60 イベント会場・舞 台などを想定	100 アリーナ・ドーム 球場などを想定
伝搬損失 L (dB)	66.1	66.1	71.0
受信機入力電力 (dBm)	-54.0	-54.0	-51.9
受信機入力電圧 (dB μ V EMF)	59.0	59.0	61.1
手持ち時の受信マージン(8dB) を加味した値 (dB μ V EMF)	51.0	51.0	53.1
人体装着時のマージン(18dB) を加味した値 (dB μ V EMF)	41.0	41.0	43.1
人体装着時でのフェージング 環境利用した際のマージン (23.5dBor18.5dB)を加味した値 (dB μ V EMF)	17.5	22.5	24.6
$\pi/4$ シフト QPSK 時の受信状況			
所要受信機入力 (dB μ V EMF)	17.5	17.5	17.5
回線評価	○(△)注	○	○
D8PSK 時の受信状況			
所要受信機入力 (dB μ V EMF)	22.8	22.8	21.01
回線評価	×	○(△)注	○

注 ; () は、人体装着時でのフェージング環境を考慮した際のマージンを加味した場合

FPUと特定ラジオマイクの干渉実験

平成17年2月「特定ラジオマイク(A型)のデジタル化に関する実験報告書」

(ARI B素材伝送開発部会 地上無線素材伝送作業班 A型ラジオマイク実験タスクグループ) 抜粋

実験1：デジタルラジオマイク(実験局)から800MHz帯FPU受信機への干渉妨害に関する実験

1) 測定詳細

アナログ方式FPUの受信機評価項目である、カラーバー信号に対するノイズの検知限レベルは、アナログビデオアナライザによるS/N測定値40dBに相当することを確認。

アナログ方式FPU受信機の基準入力は-50dBm。

妨害信号には、妨害波としてより帯域の広い192ksymbol/secを採用し、変調方式の差はないものと判断してD8PSK方式の実験局を採用した。

2) 結果

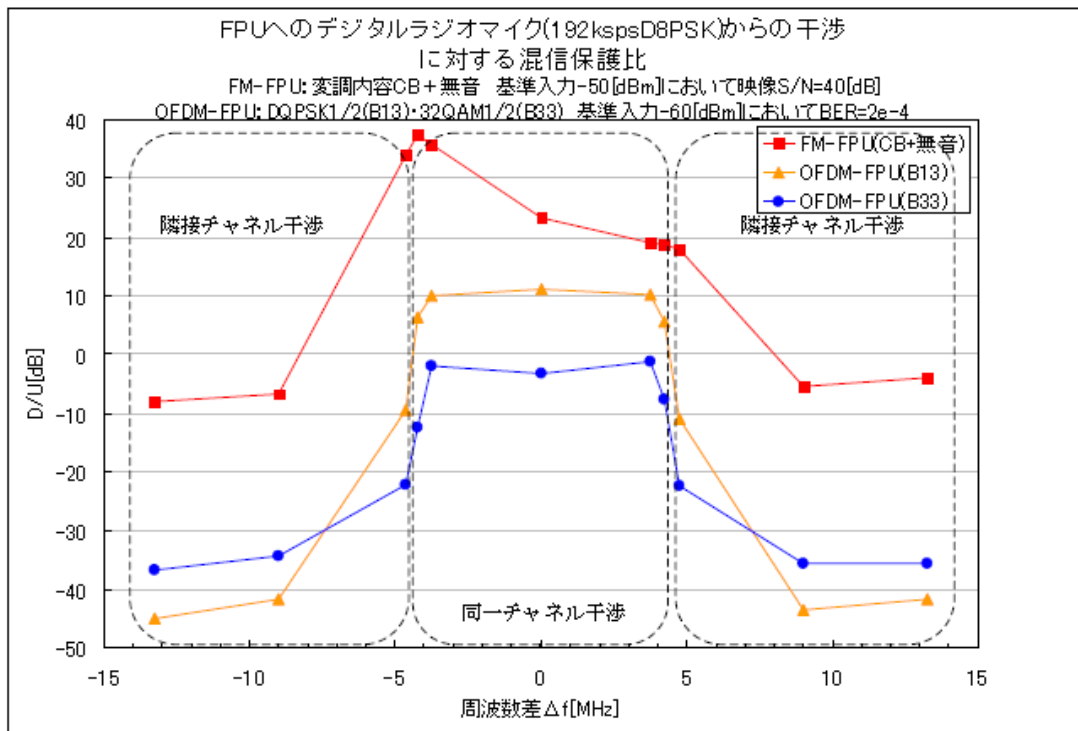


図1 デジタルラジオマイクからFPUへの干渉

ここで希望波（D：d e s i r e）はF P U、妨害波（U：u n d e s i r e）はラジオマイクであり、妨害波レベルが希望波レベルに対して大きいほど、D/U比は小さくなり、マイナスの値は妨害波レベルが希望波レベルを上回ることを示すが、妨害に対しては強くなると言える。

3) 考察

アナログ方式F P Uへの干渉において、周波数の低い方が、D/Uが悪くなっている。これはアナログ方式F P Uが変調信号としてカラーバー信号を使用した場合、一般にキャリアより低い方にエネルギーが集中するために上記結果になったと推測される。

デジタルラジオマイク実験局から各方式800MHz帯F P Uの受信機への干渉妨害については、F P Uとラジオマイクの送信電力の違いから、ラジオマイクからF P Uへの影響を及ぼすケースは非常に小さいと判断できる。

しかも上記結果より、F P U側もO F D M方式でデジタル化されたことで、従来のアナログ方式に比べ、同一チャネル、隣接チャネル共に、10dB以上妨害耐性が強くなっている。今後主流となるO F D M方式F P Uについては、ラジオマイクからの妨害の影響を更に受けにくくなるといえる。

実験2：800MHz帯F P U送信機からデジタルラジオマイク（実験局）受信機への干渉妨害に関する実験

1) 測定詳細

デジタルラジオマイク実験局の受信機は、192ksymbol/secの $\pi/4$ シフトQPSK方式の受信機を使用。

受信機の検知限BERである $1.00E-5$ となる受信感度を基準として測定。

2) 結果

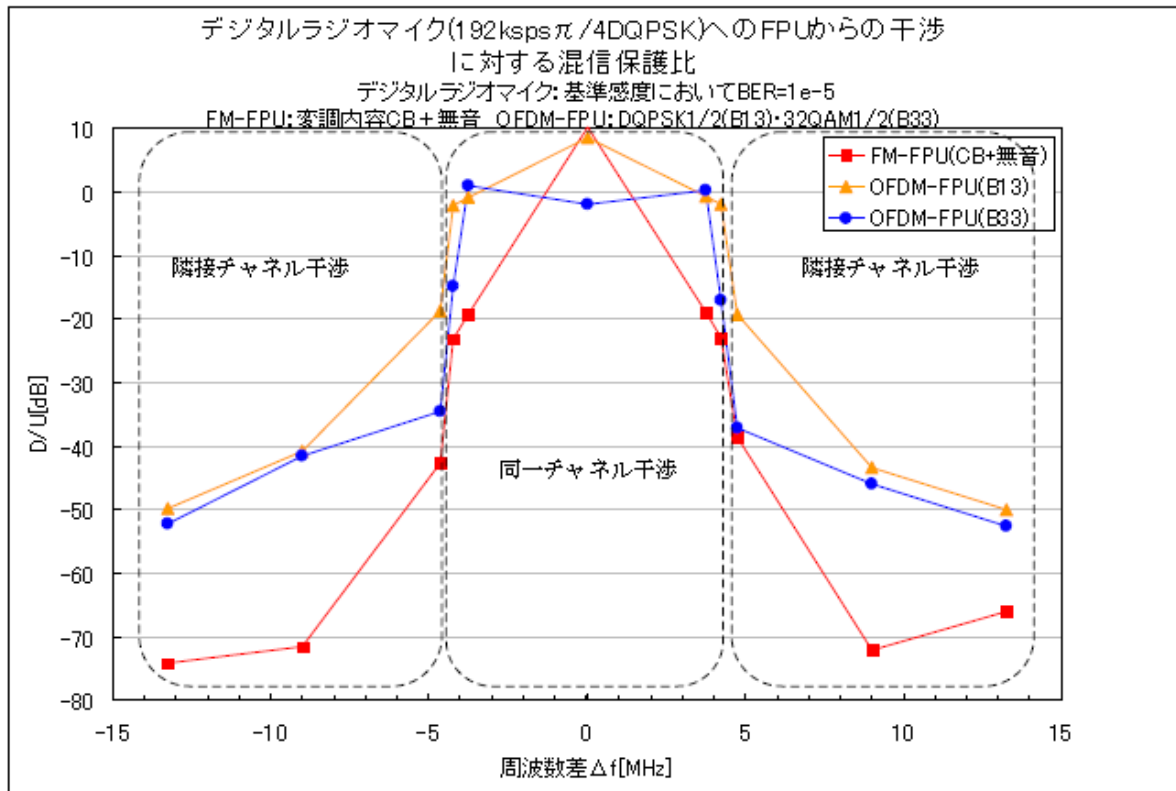


図2 FPUからデジタルラジオマイクへの干渉

ここで希望波(D: desire)はラジオマイク、妨害波(U: undesire)はFPUである

3) 考察

STD-B13方式の場合、帯域内中心付近のD/Uが悪くなっているが、これは特殊パターンを挿入していることによる影響と思われる。よって中心から少しずれた領域からは、D/U=0dB付近になるものと推測する。

STD-B13方式とSTD-B33方式OFDM-FPUの帯域外における特性の差異は、それぞれで規定されている帯域外減衰量(STD-B13は-20dB以下、STD-B33は-37dB以下)の差によるものと思われる。

FPU帯域内での干渉妨害については、OFDM方式FPUが帯域内でほぼ均等にスペクトルが広がる一方、アナログ方式FPUは帯域内の外側になるほどエネルギーが減少するので、その分妨害に対して有利といえる。

このように、FPUからデジタルラジオマイクへの干渉に関しては、各FPUの帯域内、帯域外特性に依存することが確認された。アナログラジオマイクについては、STD-B13方式が干渉源となる場合、受信S/N=63[dB]。(検知源)が確保できるD/Uは、同一chで約10[dB]、隣接ch(周波数差 $\Delta f=13.5$ [MH

z])で約-21「dB」(スタジオ設備デジタル化委員会・デジタル素材伝送小委員会・800MHz作業班「800MHz OFDM変調方式FPU検討報告書」(H8.9.27)による)であることから、アナログラジオマイクへの干渉についても同様な傾向が見られると推測する。

		被干渉					アンテナ高 4m
UD	D	デジタル-RM 10mW	デジタル-RM 50mW	アナログ-RM	FPU-アナログ	FPU-B13	
与干渉	デジタル-RM 10mW	106.7m	注⑥ 100.0m	463.2m	注⑥ 500.0m	注⑥ 500.0m	注⑥ 500.0m
	デジタル-RM 50mW	219.0m	177.8m	692.6m	注⑥ 500.0m	注⑥ 500.0m	注⑥ 500.0m
	アナログ-RM	106.7m	注⑥ 100.0m	463.2m	注⑥ 500.0m	注⑥ 500.0m	注⑥ 500.0m
	FPU-アナログ	515.2m	444.8m	916.2m			
	FPU-B13	515.2m	444.8m	916.2m			
	FPU-B33	515.2m	444.8m	916.2m			

各方式における近接可能距離

参考資料 10

注

- ① 被干渉：通信エリア60m(ラジオマイク10mW)、100m(ラジオマイク50mW)、500m(FPU)、受信アンテナ利得2.14dBi
- ② 与干渉：送信アンテナ高1.5m、ラジオマイクアンテナ利得-7.86dBi、FPUアンテナ利得7dBi
- ③ 与干渉、被干渉間の遮蔽物減衰量15dB
- ④ 与干渉：FPUの場合(参考資料9より)
デジタルラジオマイク 0dB
アナログラジオマイク -10dBとして計算
- ⑤ 被干渉のD/U比
デジタルラジオマイク D/U比 20dB
アナログラジオマイク D/U比 40dB
FPU-アナログ D/U比 40dB (アナログFPUの場合、干渉特性に偏りがあるため、複数干渉(マイク18本)の場合 D/U30dBとして計算)
FPU-B13 D/U比 10dB
FPU-B33 D/U比 0dB ARIB実験報告書より。B13及びB33はそれぞれARIB-STD番号(800MHz帯FPUは、現在、高度化の研究(総務省「800MHz帯映像素材中継用移動通信システムの高度化のための研究開発」)が行われているが、ラジオマイクとの干渉条件については現行のARIB STD-B33と同等になる事を前提に研究開発が進められており、高度化されたFPUの運用においても上表の近接可能距離を適用できる見込み。)
- ⑥ 検討は遮蔽物があることを前提としているため、与干渉物は遮蔽物の内側には入らないことを前提とし、近接可能距離が通信エリアより短い場合は①の通信エリアの距離として掲載(FPUを被干渉とするものについては、ラジオマイクが最大18本存在するものとして計算した場合も500m以下となっている)

アンテナ高 1.5m

		被干渉					
UD	D	デジタル-RM 10mW	デジタル-RM 50mW	アナログ-RM	FPU-アナログ	FPU-B13	FPU-B33
与干渉	デジタル-RM 10mW	89.7m	注⑥ 100.0m	283.6m	注⑥ 500.0m	注⑥ 500.0m	注⑥ 500.0m
	デジタル-RM 50mW	134.1m	134.9m	424.1m	注⑥ 500.0m	注⑥ 500.0m	注⑥ 500.0m
	アナログ-RM	89.7m	注⑥ 100.0m	283.6m	注⑥ 500.0m	注⑥ 500.0m	注⑥ 500.0m
	FPU-アナログ	315.5m	313.7m	561.0m			
	FPU-B13	315.5m	313.7m	561.0m			
	FPU-B33	315.5m	313.7m	561.0m			

干渉計算の詳細例
(距離算定は参考資料8参照)

参考資料11

例1

被干渉	デジタルラジオマイク10mW
与干渉	デジタルラジオマイク10mW

被干渉

周波数	800 MHz
送信出力	10 dBm
送信アンテナ高	4 m
受信アンテナ高	1.5 m
送信アンテナ利得	-7.86 dBi
受信アンテナ利得	2.14 dBi
通信エリア	60 m
電界強度	71.34 dB μ V/m
干渉D/U比	20 dB

遮蔽物減衰量	15 dB
--------	-------

与干渉

送信出力	10 dBm
送信アンテナ利得	-7.86 dBi
使用本数	1 本
電界強度	66.34 dB μ V/m
干渉距離	106.7 m

例2

被干渉	デジタルラジオマイク50mW
与干渉	デジタルラジオマイク50mW

被干渉

周波数	800 MHz
送信出力	17 dBm
送信アンテナ高	4 m
受信アンテナ高	1.5 m
送信アンテナ利得	-7.86 dBi
受信アンテナ利得	2.14 dBi
通信エリア	100 m
電界強度	73.89 dB μ V/m
干渉D/U比	20 dB

遮蔽物減衰量	15 dB
--------	-------

与干渉

送信出力	17 dBm
送信アンテナ利得	-7.86 dBi
使用本数	1 本
電界強度	68.89 dB μ V/m
干渉距離	177.8 m

例3

被干渉	デジタルラジオマイク10mW
与干渉	デジタルラジオマイク50mW

被干渉

周波数	800 MHz
送信出力	10 dBm
送信アンテナ高	4 m
受信アンテナ高	1.5 m
送信アンテナ利得	-7.86 dBi
受信アンテナ利得	2.14 dBi
通信エリア	60 m
電界強度	71.34 dB μ V/m
干渉D/U比	20 dB

遮蔽物減衰量	15 dB
--------	-------

与干渉

送信出力	17 dBm
送信アンテナ利得	-7.86 dBi
使用本数	1 本
電界強度	66.34 dB μ V/m
干渉距離	219.0 m

例4

被干渉	デジタルラジオマイク50mW
与干渉	デジタルラジオマイク10mW

被干渉

周波数	800 MHz
送信出力	17 dBm
送信アンテナ高	4 m
受信アンテナ高	1.5 m
送信アンテナ利得	-7.86 dBi
受信アンテナ利得	2.14 dBi
通信エリア	100 m
電界強度	73.89 dB μ V/m
干渉D/U比	20 dB

遮蔽物減衰量	15 dB
--------	-------

与干渉

送信出力	10 dBm
送信アンテナ利得	-7.86 dBi
使用本数	1 本
電界強度	68.89 dB μ V/m
干渉距離	※100.0 m

※計算結果が通話エリア内のため丸め処理

例5

被干渉	デジタルラジオマイク10mW
与干渉	OFDM-FPU_B13

被干渉

周波数	800 MHz
送信出力	10 dBm
送信アンテナ高	4 m
受信アンテナ高	1.5 m
送信アンテナ利得	-7.86 dBi
受信アンテナ利得	2.14 dBi
通信エリア	60 m
電界強度	71.34 dB μ V/m
干渉D/U比	0 dB

遮蔽物減衰量	15 dB
--------	-------

与干渉

送信出力	37 dBm
送信アンテナ利得	7 dBi
使用本数	1 本
電界強度	86.34 dB μ V/m
干渉距離	515.2 m

例7

被干渉	アナログラジオマイク10mW
与干渉	デジタルラジオマイク10mW

被干渉

周波数	800 MHz
送信出力	10 dBm
送信アンテナ高	4 m
受信アンテナ高	1.5 m
送信アンテナ利得	-7.86 dBi
受信アンテナ利得	2.14 dBi
通信エリア	60 m
電界強度	71.34 dB μ V/m
干渉D/U比	40 dB

遮蔽物減衰量	15 dB
--------	-------

与干渉

送信出力	10 dBm
送信アンテナ利得	-7.86 dBi
使用本数	1 本
電界強度	46.34 dB μ V/m
干渉距離	463.2 m

例6

被干渉	デジタルラジオマイク50mW
与干渉	OFDM-FPU_B13

被干渉

周波数	800 MHz
送信出力	17 dBm
送信アンテナ高	4 m
受信アンテナ高	1.5 m
送信アンテナ利得	-7.86 dBi
受信アンテナ利得	2.14 dBi
通信エリア	100 m
電界強度	73.89 dB μ V/m
干渉D/U比	0 dB

遮蔽物減衰量	15 dB
--------	-------

与干渉

送信出力	37 dBm
送信アンテナ利得	7 dBi
使用本数	1 本
電界強度	88.89 dB μ V/m
干渉距離	444.8 m

例8

被干渉	アナログラジオマイク10mW
与干渉	デジタルラジオマイク50mW

被干渉

周波数	800 MHz
送信出力	10 dBm
送信アンテナ高	4 m
受信アンテナ高	1.5 m
送信アンテナ利得	-7.86 dBi
受信アンテナ利得	2.14 dBi
通信エリア	60 m
電界強度	71.34 dB μ V/m
干渉D/U比	40 dB

遮蔽物減衰量	15 dB
--------	-------

与干渉

送信出力	17 dBm
送信アンテナ利得	-7.86 dBi
使用本数	1 本
電界強度	46.34 dB μ V/m
干渉距離	692.6 m

例9

被干渉	アナログラジオマイク10mW
与干渉	OFDM-FPU_B33

被干渉

周波数	800	MHz
送信出力	10	dBm
送信アンテナ高	4	m
受信アンテナ高	1.5	m
送信アンテナ利得	-7.86	dBi
受信アンテナ利得	2.14	dBi
通信エリア	60	m
電界強度	71.34	dB μ V/m
干渉D/U比	10	dB

遮蔽物減衰量	15	dB
--------	----	----

与干渉

送信出力	37	dBm
送信アンテナ利得	7	dBi
使用本数	1	本
電界強度	76.34	dB μ V/m
干渉距離	916.2	m

例10

被干渉	OFDM-FPU_B13
与干渉	デジタルラジオマイク10mW

被干渉

周波数	800	MHz
送信出力	37	dBm
送信アンテナ高	4	m
受信アンテナ高	1.5	m
送信アンテナ利得	7	dBi
受信アンテナ利得	2.14	dBi
通信エリア	500	m
電界強度	86.86	dB μ V/m
干渉D/U比	10	dB

遮蔽物減衰量	15	dB
--------	----	----

与干渉

送信出力	10	dBm
送信アンテナ利得	-7.86	dBi
使用本数	1	本
電界強度	91.86	dB μ V/m
干渉距離	※500.0	m

※計算結果が通話エリア内のため丸め処理