

情報通信審議会情報通信技術分科会

放送システム委員会

報告

1 審議事項

本委員会は、諮問第2023号「放送システムに関する技術的条件」のうち、「放送事業用無線局の高度化のための技術的条件」について検討を行った。

2 委員会の構成

別紙1のとおり。

なお、検討の促進を図るため、本委員会の下に放送事業用無線局検討作業班を設置した。(別紙2)

3 審議経過

(1) 委員会での検討

ア 第32回(平成24年10月9日)

委員会の運営方法、審議方針、検討項目及び審議スケジュール等について検討を行った。審議の促進を図るため、放送事業用無線局について検討を行う放送事業用無線局検討作業班を設置することとした。

イ 第33回(平成24年12月12日)

平成24年10月16日から同年11月6日までの期間において、「放送事業用無線局の高度化のための技術的条件」について関係者から意見陳述を希望する者の募集を行った結果、3者から申し出があり、意見陳述がなされた。

また、検討作業班の一部報告を受け、委員会報告(案)の検討を行った。

ウ 第34回(平成25年1月18日)

パブコメの結果を踏まえ、報告(案)の取りまとめを行った。

(2) 検討作業班での検討

ア 第1回検討作業班(平成24年10月11日)

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

イ 第2回検討作業班(平成24年10月23日)

伝送容量や空中線電力など基本的な技術的条件についての検討を行った。いくつかの項目については、次回作業班で検討することとなった。

ウ 第3回検討作業班(平成24年11月30日)

共用検討、電波防護指針への適合性及び測定法について検討を行い、作業班一部報告をとりまとめた。

4 審議概要

4. 1 審議の背景

現在、800MHz 帯、マイクロ波帯[※]、42GHz 帯及び 55GHz 帯において番組伝送用の放送事業用無線局が運用されている。

しかしながら、平成 23 年 9 月に改定された周波数再編アクションプランにおいて周波数移行が求められている 800MHz 帯のものを除くと、いずれも高い周波数を使用しているため、その伝搬特性では、運用が見通し内に限られ、長距離で安定的な中継回線が確保できない。このため、マラソン中継など長距離の移動を伴う中継に利用することは、困難な状況である。

このため、見通し外の伝搬路でも使用可能な新たな周波数帯が必要であるが、平成 24 年 4 月に周波数割当計画が変更され 1.2GHz 帯及び 2.3GHz 帯が使用可能となったことから、当該周波数帯において必要となる技術的条件を検討するものである。

また、高い周波数帯を利用することを考慮すると番組素材を高品質に伝送するための技術的条件も併せて検討するものである。

※5.9GHz 帯、6.5GHz 帯、6.9GHz 帯、10.3GHz 帯、10.6GHz 帯、13.0GHz 帯

4. 2 審議にあたっての考え方

1.2GHz 帯及び 2.3GHz 帯に適用する放送事業用無線システム(FPU: Field Pick-up Unit)の技術的条件を定めるにあたっては、現行の 800MHz 帯 FPU の運用性や機能等を踏まえ、周波数を有効活用できる MIMO (Multiple-Input Multiple-Output) 技術を新たに導入し、高品質なハイビジョン伝送ができるような技術基準とする必要がある。

800MHz 帯 FPU は、利用する周波数の特性から見通し外での映像伝送が可能であり、移動しながらの番組中継がしやすいという特長がある。このため、緊急対応を含む報道中継や番組取材における素材伝送、スポーツ中継などに幅広く活用されている。よって、移行する 1.2GHz 帯及び 2.3GHz 帯においても、現状の性能や運用性を確保し、地理的及び時間的な制約なく全国共通の運用を可能とする方式が求められる。

なお、技術基準の策定にあたっては、近年の携帯電話等における通信事業の急激なトラフィックの増加に対応するため、できる限り迅速に周波数移行を行う必要がある。このため、現行のマイクロ波帯 FPU の技術基準との整合性を考慮しつつ、1対1の送受信システムで構成される SISO (Single-Input Single-Output) 伝送に適合する技術基準から審議することとする。

(1) 要件

①伝送

- ・見通し外の移動中継が可能であること。
- ・送信アンテナが正確に受信アンテナ方向に向かない場合でも、的確な素材伝送が可能なこと。
- ・都市部などマルチパス環境下でも的確な素材伝送が可能なこと。

②伝搬距離

- ・固定中継において0.1 km ～ 50kmの伝搬距離を確保できること。
- ・移動中継において0.1 km ～ 10kmの伝搬距離を確保できること。

③画質

高品質なHDTV伝送が可能なこと。

④同時使用可能な電波チャンネル数

現行の800MHz帯で割り当てられている4チャンネル以上とすること。

(2) 運用形態

放送局では局外からのニュース・報道番組や一般番組の中継や素材伝送で、事件・事故の取材現場や番組の中継現場から放送局までの映像・音声の伝送にFPU(800MHz帯/マイクロ波帯)やSNG(衛星伝送)といった伝送手段を用いている。

800MHz帯FPUは周波数の特性から見通し外伝送に強く、中継車等からの移動中継や災害や事件などの緊急報道で取材現場に持ち込んで使用される。マイクロ波帯FPUはビルの屋上や山上に受信基地局を設置し、受信基地局の見通し内の中継車やニュースカーから受信基地局に送信し、受信基地局から放送局へTSL(Transmitter to Studio Link)で伝送される。SNGは衛星中継車を中継現場で固定して衛星方向にパラボラアンテナを展開して通信衛星経由で中継、素材伝送を行う。

800MHz帯FPUの特徴は使用する周波数がマイクロ波帯より低く、波長が長いことため反射や回折などを用いた伝送に強く、見通し外でも伝送が可能となることである。反射や回折を利用して安定した伝送が求められる移動中継では800MHz帯FPUは不可欠であり、ほとんどのマラソンや駅伝などのロードレース中継で使用されている。SNGで衛星伝送車を走行しながらパラボラアンテナで衛星を追尾して移動中継を行うシステムも開発されているが、衛星方向にビル、街路樹、信号、標識等があると伝送が途切れ、歩道橋や高架橋をくぐる際は確実に回線が断となるため、実際の移動中継には使用されていない。

800MHz帯FPUは中継車による移動中継のほかにもゴルフ中継やイベント番組などでカメラを移動しながら選手やリポーターを追いかけて中継する際に安定した伝送が可能であるため、ワイヤレスカメラとして使用されることも多い。

また、マルチパスやフェージングなどが大きい不安定な伝搬路でも伝送が可能であり市街地や雑踏などからの中継、伝送やアンテナを正確に固定できない山岳中継や船上からの中継が可能であり、災害や事件・事故現場から中継車やヘリコプターまでの伝送手段として全国で運用されている。

近年、駅伝レースの人気の高まりにより、全国各地で駅伝やロードレースの放送が増加している。レースの動きをより迅速にわかりやすく伝えるため中継に使用する中継車やバイクの数が増えているが、現状800MHz帯FPUで使用できるチャンネルが4チャンネルと限られており、安定した中継を実施するため、全チャンネルを駆使した綿密な中継計画をたてて中継が行われている。

800MHz帯FPUは最大伝送容量が16.2Mbps以下で運用するためHD信号伝送を満足して

いない。そこで、800MHz 帯 FPU2ch（ハーフモード）を使用し高画質な HD 信号を伝送するバルク伝送システムが開発され、一部の放送事業者で運用されている。しかし、2ch の伝送経路を使用するので、それぞれの受信電界の変動やマルチパス伝搬などの影響が重なるため、安定な伝送を確保するためには伝送距離 5 km 程度が目途となるなど運用上の制約がある。

なお、770～806MHz は全国のテレビ局の共通波として免許されており特定ラジオマイクとも周波数を一部共用しているため、特定ラジオマイク利用者連盟（特ラ連）と放送事業者との間、放送事業者の間で混信妨害を避けるよう運用調整を行い、周波数の有効利用を図っている。

現行800MHz帯FPUの運用形態を利用用途からまとめた運用モデルを作成し、モデルに基づき検討を行った（参考資料 1）。運用モデルを表4. 2-1に示す。

表4. 2-1 現行800MHz帯FPUの運用モデル

運用モデル	利用用途	標準的な送信電力	送信空中線	受信空中線	伝搬距離 (標準距離)	見通し外通信の有無	利用番組
モデル 1	固定中継 (緊急報道時に取材現場から仮に固定した中継車を介し、放送スタジオ等までの中継に使用)	5 W	八木アンテナ	電磁ホーン 八木アンテナ	～50km	無	・情報系番組 ・緊急報道を含む報道番組
モデル 2	移動中継 (マラソン等ロードレース中継用に中継車から受信基地局等までの中継に使用)	5 W	コリニアアンテナ ホイップアンテナ	八木アンテナ	10km	有	・ロードレースを含むスポーツ中継
モデル 3	移動中継 (市街地の短距離区間でマラソン等ロードレース中継用に中継車から受信基地局等までの中継に使用)	5 W	コリニアアンテナ ホイップアンテナ	八木アンテナ	3km	有	・ロードレースを含むスポーツ中継、イベント中継
モデル 4	移動中継 (マラソン等ロードレース中継用に中継車からヘリまでの中継に使用)	5 W	コリニアアンテナ ホイップアンテナ	電磁ホーン 平面アンテナ	～2km	有	・ロードレースを含むスポーツ中継
モデル 5	移動中継 (カメラマン等が背負い、移動しながらイベント等の中継に使用) 例：取材先における生放送、緊急報道	1 W	コリニアアンテナ ホイップアンテナ	電磁ホーン 平面アンテナ 八木アンテナ コリニアアンテナ	～1km	有	・情報系番組 ・緊急報道を含む報道番組 ・サッカー等を含むスポーツ中継
モデル 6	移動中継 (マラソン等ロードレース中継用にバイクから中継車までの中継に使用)	1～5 W	コリニアアンテナ ホイップアンテナ	電磁ホーン 平面アンテナ コリニアアンテナ	～1km	無	・ロードレースを含むスポーツ中継

- ①モデル1は固定中継で取材現場や中継車から受信基地局まで伝搬距離50kmまでの伝送を行う。
- ②モデル2は移動中継で、ロードレース中継で中継車から受信基地局まで伝搬距離10km程度の伝送を行う。
- ③モデル3は移動中継で、市街地の比較的近距離の区間で中継車から受信基地局に伝搬距離3km程度の伝送を行う。
- ④モデル4はロードレース中継などで中継車からヘリコプターに向けて伝送距離約2kmの伝送を行う。
- ⑤モデル5はFPUなど機材をカメラマンなど人が背負い、緊急報道やスポーツ中継などで最寄りの中継車に1kmまでの伝送を行う。
- ⑥モデル6はロードレース中継でバイクから中継車に1kmまでの伝送を行う。

4. 3 技術的条件の検討

4. 3. 1 無線周波数帯

平成24年4月に770-806MHz帯を使用しているFPUの周波数移行を図るため、1240-1300MHz帯及び2330-2370MHz帯をFPUの移行先周波数として新たに割り当てるための周波数割当計画の変更が行われた。

本技術的条件は1240-1300MHz及び2330-2370MHzの周波数帯を用いる番組素材用のFPUに適用する。

4. 3. 2 通信方式

FPUは映像・音声等をFPU送信機からFPU受信機に一方向で伝送を行うため単向通信方式とする。

4. 3. 3 電波の型式

X7Wとする。

4. 3. 4 伝送容量とキャリア変調方式

4. 3. 4. 1 伝送容量

(1) 固定中継

ITU-R BT.1872(03/2010)によれば固定中継でHDTVのユーザー要件を満足する映像ビットレートはITU-T勧告H.264 Level 4/High 4:2:2、水平画素数1920の場合、映像ビットレート35Mbpsとなっており(参考資料2)、HDTV伝送の固定中継のビットレートはこれに基づいて検討した。

参考資料3に示す通り映像ビットレートに音声信号や制御信号を加え、誤り訂正外符号を加えてTSビットレートは41.3Mbps、3/4畳込みを用いた場合データキャリアのビットレートは55.1Mbpsとなる。これにパイロット等付加キャリアを加えた伝送容量は80.3Mbpsとなる。

(2) 移動中継

移動中継の場合には、一般的な素材伝送と異なり、マラソン中継など素材加工をせずに直接に放送を行う場合が主であることから、固定中継のコーデックの3段タンDEM構成ではなくコーデック1段構成を適用している。

ITU-R BT.1872(03/2010)によればこの移動中継の条件でHDTVのユーザー要件を満足する映像ビットレートはITU-T勧告H.264 Level 4/High 4:2:2、水平画素数1920の場合、映像ビットレート21Mbpsとなっており(参考資料2)、HDTV伝送の移動中継のビットレートはこれに基づいて検討した。

参考資料3に示す通り映像ビットレートに音声信号や制御信号を加え、誤り訂正外符号を加えてTSビットレートは26.1Mbps、2/3畳込みを用いた場合データキャリアのビットレ

ートは 39.2Mbps となる。これにパイロット等付加キャリアを加えた伝送容量は 57.1Mbps となる。

なお、マイクロ波帯 FPU では最大伝送容量 105Mbps を送信可能としており、周波数移行を円滑に進めるため、一般的に FPU として使用されているマイクロ波帯 FPU との互換性を考慮し最大伝送容量を 105Mbps とする。

4. 3. 4. 2 多重化方式

FPU は、事件、スポーツ等の取材現場からの番組素材の伝送に用いられる回線であり、様々な場所からの中継が想定されるほか、運用形態も多岐に亘っている。

OFDM 方式はマルチパスフェージングに対する耐性が強いといった方式の特徴があることから、マラソン中継のように従来ではビルの反射等により回線を構成するのが困難であった状況においても中継が可能となるほか、選手とともに移動しながらでも HDTV 中継が可能である。

よって多重化方式は直交周波数分割多重 (OFDM) 方式とする。

4. 3. 4. 2. 1 キャリア変調方式

各キャリア変調方式の中で HDTV 伝送が可能であるというユーザー要件の伝送容量を満足するキャリア変調方式を選定した (参考資料 4)。固定中継では 64QAM 方式に比べ低い伝送容量で HDTV 伝送が可能な 32QAM 方式を基本とし、移動中継の場合には 32QAM 方式に加えて見通し外伝送に強く、移動中継の HDTV 伝送の伝送容量を満たしている 16QAM 方式を基本として検討を行った。

(1) 固定中継用

32 値直交振幅変調 (32QAM) 方式とする。ただし、伝搬路の状態によっては 16 値直交振幅変調方式 (16QAM) 方式、4 相位相変調 (QPSK) 方式または 2 相位相変調 (BPSK) 方式も可能とする。伝送路の条件が良好な場合は送信出力の上限を超えない範囲で 64 値直交振幅変調 (64QAM) 方式も使用可能とする。

(2) 移動中継用

16 値直交振幅変調 (16QAM) 方式とする。ただし、伝搬路の状態によっては、4 相位相変調 (QPSK) 方式、2 相位相変調 (BPSK) 方式も可能とする。短距離などの伝送では送信出力の上限を超えない範囲で 32 値直交振幅変調 (32QAM) 方式、64 値直交振幅変調 (64QAM) 方式も使用可能とする。

4. 3. 5 周波数の許容偏差

OFDM 方式デジタル FPU では周波数偏差をガードバンド内に抑える必要があることから送信周波数の許容偏差は 7×10^{-6} 以下とする。

4. 3. 6 占有周波数帯幅の許容値

HDTV 信号の伝送ができるビットレートを確保し、マイクロ波帯の FPU と互換性を保つため、占有周波数帯幅は情通審諮問第 110 号と同様の値とした。占有周波数帯幅の許容値を表 4.3.6-1 に示す。

表 4.3.6-1 占有周波数帯幅

フルモード	17.5MHz 以下
ハーフモード	8.5MHz 以下

4. 3. 7 回線品質

4. 3. 7. 1 誤り訂正

FPU は通信方式が単向通信であり伝送エラー発生時に再送要求を送り返すことができず、再送処理により伝送エラーに対処することは基本的に困難である。そのため、生中継での映像素材伝送では、常に伝送状態を維持しておかねばならず、受信側で誤り訂正処理が可能となるように、送信側にて誤り訂正符号を付与する必要がある。

誤り訂正については、伝送での信頼性を向上させるため、誤り訂正符号を 2 重に行なうことでエラー耐性の向上を図る。参考資料 5 に示す通り、誤り訂正外符号として、204 バイト中の 8 バイトまでのランダム誤りが訂正可能な短縮化リードソロモン符号 (204, 188) が適当である。誤り訂正内符号としては拘束長 $k=7$ 、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が適当である。内符号として固定中継では $3/4$ 畳み込み符号、移動中継では $2/3$ 畳み込み符号を基本とした。なお、畳み込み符号については他の畳み込み符号化率 $7/8$ 、 $5/6$ 、 $3/4$ 、 $2/3$ 、 $1/2$ の使用も可能とする。ただし、トレリス符号化変調やターボ符号などについても今後の技術動向を勘案しつつ使用できることとした。

外符号の短縮リードソロモン符号、パンクチャード畳み込み符号の何れも放送用機材の符号として利用実績も多く、装置実現での支障は少ない。ロードレース中継では一般道路上を走行する中継車の移動に伴い、中継車側の送信アンテナと、周辺ビル屋上に配置された受信アンテナの間は、常に見通し状態とはならない。伝送上に街路樹、建物、歩道橋等が介在することになり、見通し外状態が時間的に変化しながら発生し、受信電界レベルも時間的な変動を伴う。この結果、移動中継における電界変動による C/N の劣化はランダム以外の誤りに時間的に連続したバースト的な誤りも発生させる。

誤り訂正処理の一般的特性として、エラーが連続した状態になると誤り訂正の能力が低下するか誤り訂正が困難となる。移動中継での C/N の劣化が時間的に連続する可能性を考慮すると、誤り訂正符号化処理後にデータの順序を入替えるインタリーブ処理を併用し、連続的に発生したエラーを細分化しランダム的に存在するエラーに並べなおし、連続エラ

一による誤り訂正能力低下を回避する必要がある。図 4.3.7.1-1 に誤り訂正処理を示す。

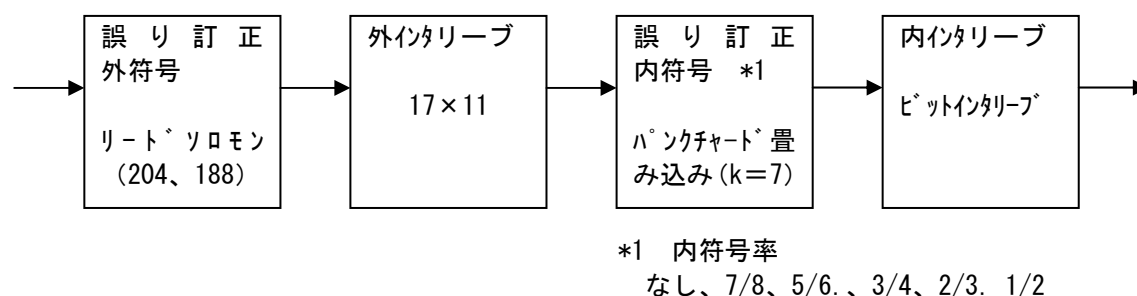


図 4.3.7.1-1 誤り訂正処理（外符号処理と内符号処理）

4.3.7.2 C/N 及び C/N 配分

固定中継の場合、32QAM の内符号復号後のビット誤り率 10^{-4} を満足する（誤り訂正：畳込み 3/4）所要の C/N の理論値は 15.5dB である。これに送受信装置の固定劣化 4dB を加え 19.5dB とした。

移動中継のうち、フルモードの場合、16QAM（誤り訂正：畳込み 2/3）の理論値が 11.1dB となり、固定中継と同様に固定劣化を加え 15.1dB とした。また、ハーフモードの場合、64QAM（誤り訂正：畳込み 3/4）の理論値が 18.0dB となり、固定中継と同様に固定劣化を加え 22.0dB とした。

C/N の配分については、マイクロ波帯のデジタル FPU と同様とし、熱に 48%、歪に 2%、干渉に 50% 配分することとした（参考資料 6）。

4.3.7.3 瞬断率規格、不稼働率規格

一般に瞬断率及び不稼働率に対しては、10GHz 以下ではフェージングが支配的となる。固定中継においては、フェージングによる年間回線瞬断率は、アナログ方式及びシングルキャリア方式のデジタル FPU と同じ値とし 0.5% とした。

移動中継においては、フェージングによる回線瞬断率は 0.5% とする。

4.3.8 回線設計と空中線電力

FPU は緊急報道からスポーツ中継まで様々な使用形態で運用されるため伝搬路条件や気象条件などが異なり、その都度厳密にフェージング等を考慮した回線設計を行うことができない（参考資料 7）。このため伝送マージンをマイクロ波帯 FPU と同様に 15dB として回線設計を行い、各モデルで使用されるアンテナ（参考資料 8）と伝搬距離により必要な空中線電力を算出した。

所要フェージングマージンは参考資料 9 のとおり、固定中継については 5.0~5.1dB、移動中継については 10dB とする。

移動中継での障害物透過損マージンは 5dB とする。

空中線電力算出のためのそれぞれの運用モデルの回線設計例を参考資料 10 に示す。

4. 3. 8. 1 空中線電力の許容値

800MHz 帯 FPU の運用モデルについて各モデルで使用されるアンテナと伝搬距離により必要な空中線電力を算出した（参考資料 11）。

表 4. 3. 8. 1-1 にそれぞれのモデルで回線を構成するために必要な最低の空中線電力を示す。

表 4. 3. 8. 1-1 各モデルで HDTV 伝送に必要な空中線電力

	1.2GHz 帯(W)		2.3GHz 帯(W)	
	ハーフモード	フルモード	ハーフモード	フルモード
モデル 1	-	22.4	-	37.6
モデル 2	58.5	24.2	77.9	32.2
モデル 3	11.0	4.5	18.0	7.4
モデル 4	18.6	7.7	63.6	26.3
モデル 5	1.5	0.6	5.0	2.1
モデル 6	7.0	2.9	24.1	9.9

すべての運用モデルで回線が構成できる空中線電力はフルモードでは 1.2GHz 帯で 24.2W、2.3GHz 帯で 37.6W となった。

固定中継ではフルモードに限定されるが見通しが確実に確保されれば 1.2GHz 帯で 22.4W、2.3GHz 帯では 37.6W の空中線電力で回線が構成できるが、必ず見通しの伝送が確保されているとは限らないのでマージンを加え 1.2GHz 帯では「25W」、2.3GHz 帯では「40W」とすべきである。

移動中継では運用が最も厳しい中継車から受信基地局が 10km の区間のモデルで 1.2GHz 帯で 24.2W、2.3GHz 帯で 32.2W で回線が構成できるが、使用形態によって増加する電力増幅部とアンテナ間の給電線損失のマージンを加えて 1.2GHz 帯では「25W」、2.3GHz 帯では「40W」とすべきである。

ハーフモードは HDTV 伝送が可能なのは移動中継に限定される。中継車から受信基地局が 10km のモデル 2 は伝搬距離が長く伝搬損失が大きく、ヘリコプターへ伝送して中継するモデル 4 は低利得アンテナしか使えないため、必要な空中線電力は非常に大きな値となりハーフモードでの HDTV 伝送は難しい。しかし、比較的近距離の伝送となるモデル 3・5 については 1.2GHz 帯で 11.0W、2.3GHz 帯で 18.0W で回線が構成できる。この空中線電力に使用形態によって増加する電力増幅部とアンテナ間の給電線損失のマージンを見込み、ハーフモードの空中線電力はフルモードの半分である、1.2GHz 帯で 12.5W、2.3GHz 帯で 20W とするのが望ましい。

4. 3. 8. 2 空中線電力の許容偏差

空中線電力の許容偏差は、現行の無線設備規則第 14 条第 1 項表中 6 の項を適用し、「上限 50%、下限 50%の範囲内」とする。

4. 3. 8. 3 送信スペクトルマスク

送信電力のスペクトル特性については、隣接チャンネルへの干渉を考慮してフルモードについては $f_0 \pm 9\text{MHz}$ 、ハーフモードについては $f_0 \pm 4.5\text{MHz}$ において規定することとし、それぞれマイクロ波帯FPUのサイドローブ特性の減衰量と同じ -37dB とした。また、既存の無線システム等との共用条件や運用に関する注意事項を明確化するため送信スペクトルマスクを定めた。フルモード（占有周波数帯幅 17.5MHz ）の送信スペクトルマスクを図4.3.8.3-1に、ハーフモード（占有周波数帯幅 8.5MHz ）の送信スペクトルマスクを図4.3.8.3-2に示す。また、送信スペクトルのブレークポイントを表4.3.8.3-1及び表4.3.8.3-2に示す。スペクトルマスクの縦軸は、FPUの送信信号の平均電力を 0dB としたときの、RFの搬送波周波数 f_0 からの差に応じた周波数分解能帯域幅 10kHz の際の減衰量を表す。

FPUはロードレースではバイクに搭載し、ゴルフやイベント等ではワイヤレスカメラとして運用することが想定される。そうした場合に使用する機器を想定して、送信空中線電力が最大値の $1/10$ となる $2.5\text{W}/4\text{W}$ 以下の場合、スペクトルマスクについては 10dB 緩和し、機器の小型化、低消費電力化に対応した送信スペクトルマスクも付記した。

なお、 $2.5\text{W}/4\text{W}$ で減衰量を 10dB 緩和しても不要輻射の絶対レベルは変わらない。

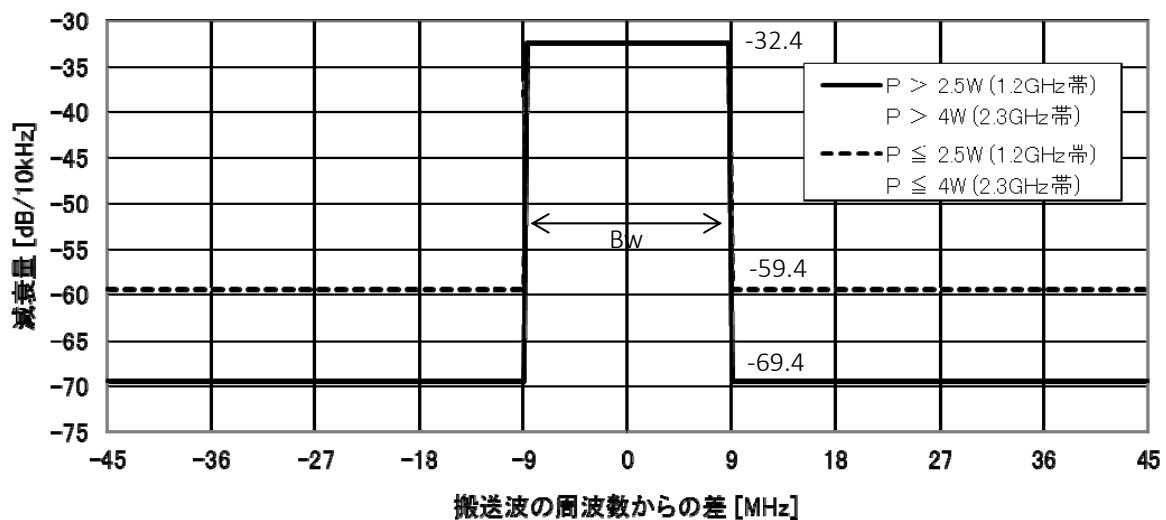


図 4.3.8.3-1 送信スペクトルマスク（フルモード）

表 4.3.8.3-1 送信スペクトルマスクのブレイクポイント（フルモード）

周波数帯	搬送波の周波数からの差 [MHz]	平均電力 P からの減衰量 [dB/10kHz]	
		P=2.5W を超える場合	P=2.5W 以下の場合
1.2GHz 帯	±8.75	-32.4	-32.4
	±9	-69.4	-59.4
2.3GHz 帯	±8.75	-32.4	-32.4
	±9	-69.4	-59.4

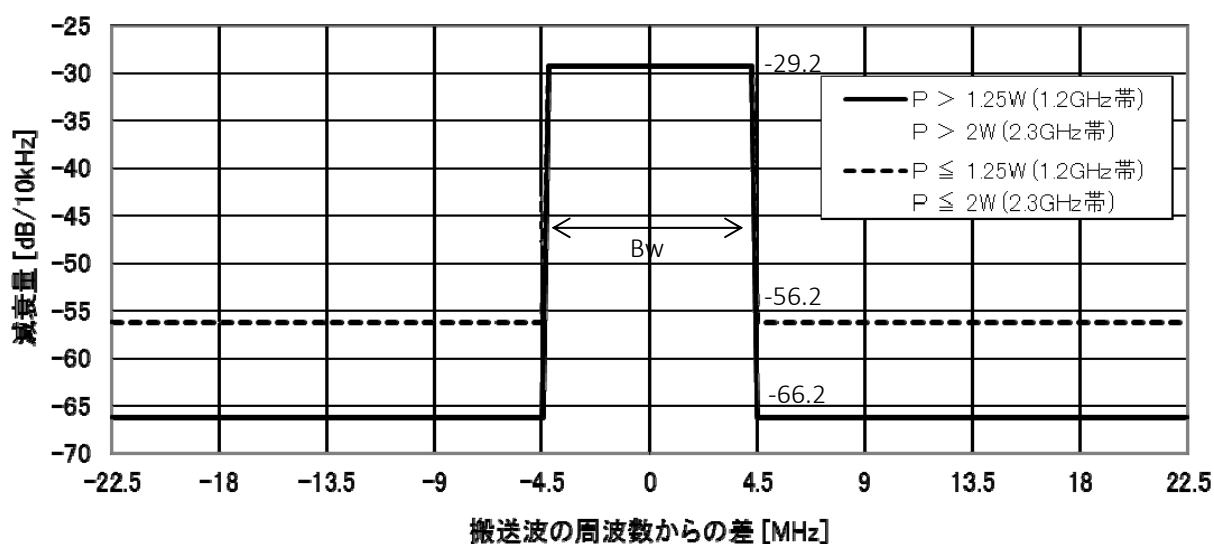


図 4.3.8.3-2 送信スペクトルマスク（ハーフモード）

表 4.3.8.3-2 送信スペクトルマスクのブレイクポイント（ハーフモード）

周波数帯	搬送波の周波数からの差 [MHz]	平均電力 P からの減衰量 [dB/10kHz]	
		P=1.25W を超える場合	P=1.25W 以下の場合
1.2GHz 帯	±4.25	-29.2	-29.2
	±4.5	-66.2	-56.2
2.3GHz 帯	±4.25	-29.2	-29.2
	±4.5	-66.2	-56.2

4. 3. 8. 4 隣接チャンネル干渉（参考資料 12）

FPU システムは、近接した距離で複数のチャンネルを使用することが一般的に行われている。このため、隣接チャンネル、隣々接チャンネルを同時に使用しても所望の品質が保てる受信システムが必要であり、加えて混信保護比を満足するための運用も必要である。

FPU の送信スペクトルマスクを 4. 3. 8. 3 の規定とし、FPU の標準受信入力 -61dBm での D/U から求めた離隔距離は、妨害波が隣接チャンネルとなる場合に $260\sim 530\text{m}$ 、隣々接チャンネルとなる場合に $110\sim 150\text{m}$ となり運用上問題のない値であることを干渉試験により確認した。

これによりロードレース中継などでは、隣接チャンネル、隣々接チャンネルも含めて複数のチャンネルの使用は問題なく、送信スペクトルマスクで規定される -37dB の減衰量は妥当であると考えられる。

また、FPU 受信部システムについては、隣接、隣々接チャンネルを同時運用した場合においても所望の品質が保てる受信フィルター特性を備える必要がある。

尚、干渉検討で使用した FPU 受信フィルター特性は、図 4. 3. 8. 4-1 のとおり。

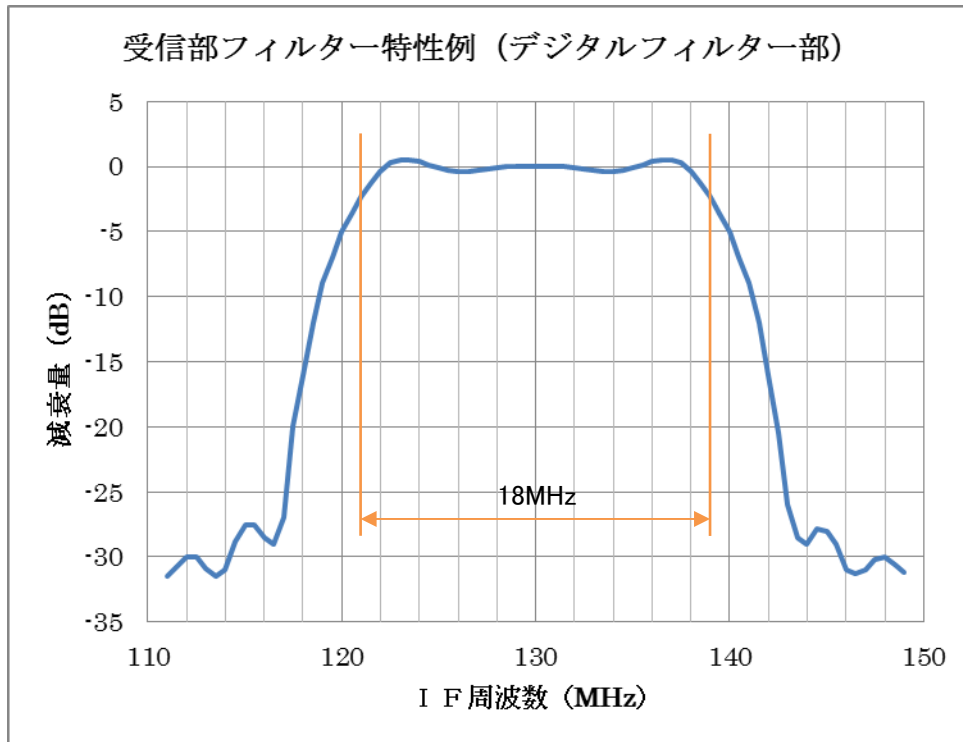


図 4.3.8.4-1 FPU 受信部フィルター特性
(IF=130MHz に周波数換算)

4.3.8.5 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

無線設備規則別表第3号2(1)を適用し、表4.3.8.5-1に示すものとする。

表 4.3.8.5-1 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

周波数帯	帯域外領域における スプリアス発射の強度の許容値	スプリアス領域における 不要発射の強度の許容値
1. 2GHz 帯 (25W)	100mW 以下であり、かつ、基本周波数の平均電力より 50dB 低い値 (250 μ W)	50 μ W 以下又は基本周波数の搬送波電力より 70dB 低い値 (50 μ W)
2. 3GHz 帯 (40W)	100mW 以下であり、かつ、基本周波数の平均電力より 50dB 低い値 (400 μ W)	50 μ W 以下又は基本周波数の搬送波電力より 70dB 低い値 (50 μ W)

4. 3. 9 偏波

垂直偏波、水平偏波又は円偏波とする。

ロードレース中継などの移動中継では中継車から無指向性アンテナで受信基地局に送信することが多く、主に垂直偏波が用いられる。また固定中継では伝搬路の状況に合わせて水平偏波、垂直偏波が使用される。しかし、ヘリコプターへの伝送では直線偏波ではヘリコプターの姿勢により偏波の向きが変わり、うまく受信できない場合があるため、偏波面をいちいちあわせなくても受信ができるよう円偏波のアンテナを用いることがある。

4. 3. 10 送信空中線指向特性

800MHz 帯 FPU はロードレースを含むスポーツ中継や緊急報道を含む報道番組など様々な番組や取材で利用されている。

ロードレースでは送信側の中継車やバイクなどにアンテナを設置し移動しながら伝送し、送信方向が常に変化するため無指向性のコーリニアアンテナを使用している。緊急報道などで中継車が入れない場所やゴルフ中継などで選手を追いかけながら FPU 機材を背負って中継する場合は小型軽量のアンテナで送信アンテナを正確に受信アンテナに向けることが難しいため、無指向性の小型のコーリニアアンテナやホイップアンテナが使用される。

一方、受信側ではロードレース中継では伝送距離に合わせて 8 素子、12 素子、26 素子の八木アンテナや電磁ホーンを使い、ビルの屋上などの受信点で中継車などが移動する方向に受信アンテナを追尾して使用する。

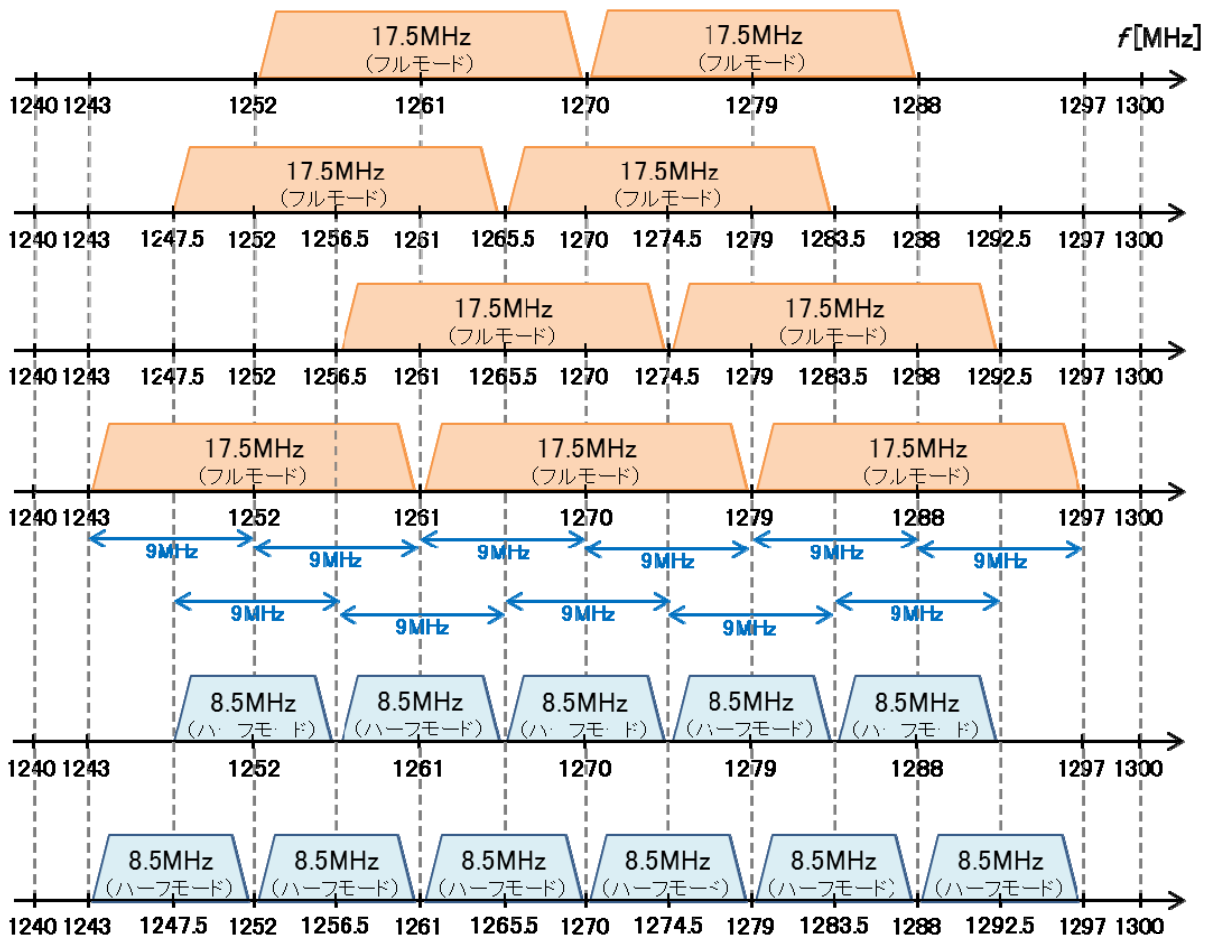
ヘリコプターを使った伝送ではヘリコプターの位置が常に変化するため、送信側は無指向性のコーリニアアンテナを、受信側のヘリコプターは設置条件の制約から垂直方向に指向性がある平面アンテナや電磁ホーンが使用されている。

固定中継では送受信共に伝送距離に応じて 8 素子、12 素子、26 素子の八木アンテナや電磁ホーンが使用される。

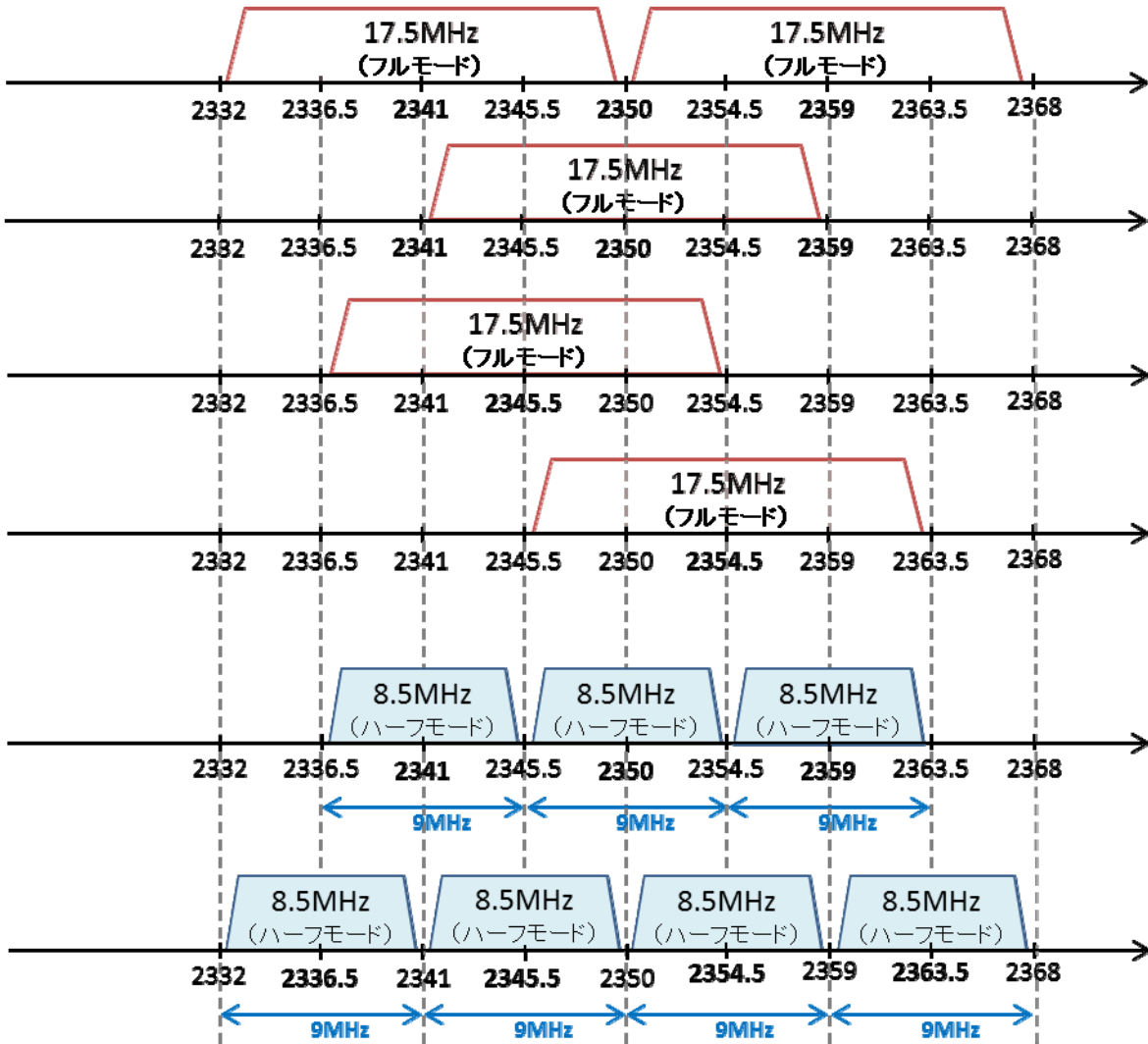
このように多様な運用形態があり、移動しながら送受信するということを踏まえ、FPU の送受信空中線指向特性は特段定めないこととする。

4. 3. 1 1 周波数配置(案)

4. 3. 1 1. 1 1.2GHz 帯周波数配置(案)



4. 3. 1 1. 2 2.3GHz 帯周波数配置 (案)



4. 3. 1 2 電波防護指針への適合性

各種無線設備から発射される電波が人体に与える影響については、電波防護指針（電気通信技術審議会平成2年諮問第38号及び平成9年諮問第89号答申）に基づき、電波法施行規則第21条の3及び無線設備規則第14条の2において規制されている。

1.2GHz帯及び2.3GHz帯FPUは主にロードレース中継等で運用される。電波法施行規則第21条の3においては「移動する無線局の無線設備」は対象外となっているが、ロードレース中継以外で、ゴルフ中継等のスポーツ中継や緊急対応を含む報道中継で使用され、FPUとして取材中は固定的に利用される場合があることを考慮し、平成11年郵政省告示第300号に示す計算方法に基づき、検討を行った（参考資料13）。

FPUで回線設計から使用が想定される5.2（2段コーリニアアンテナ）、7.2（4段コーリニアアンテナ）、12（8素子八木アンテナ）、14（12素子八木アンテナ）、18.1（26素子八木アンテナ）dBiの利得を有する空中線について検討を行った。

このうち、回線設計で使用した空中線のうち、固定中継で検討された8素子八木アンテナを例として、離隔距離を検討した結果、図4.3.12-1のとおりであり、管理環境において主

輻射方向に1.2GHz帯で1.4m、2.3GHz帯で1.6mの離隔距離が必要となる。これらの距離以内に操作者はもちろん、周囲の人々が立ち入らないように配慮する必要があるが、1.2GHz帯及び2.3GHz帯FPUを固定中継で使用するときは、送信点から受信基地局を見通せるよう、送受信機は中継車屋上やビルの屋上などに設置され、一般の通行者等が電波の伝搬路を遮るような環境ではないこと、鋭い指向性（半値角30度）を有する空中線を使用し、後方では十分な電力の減衰が見込めることから、周囲の安全を確保することは十分可能である。

なお、設置環境によっては、防護柵等を設置することも考慮すべきである。

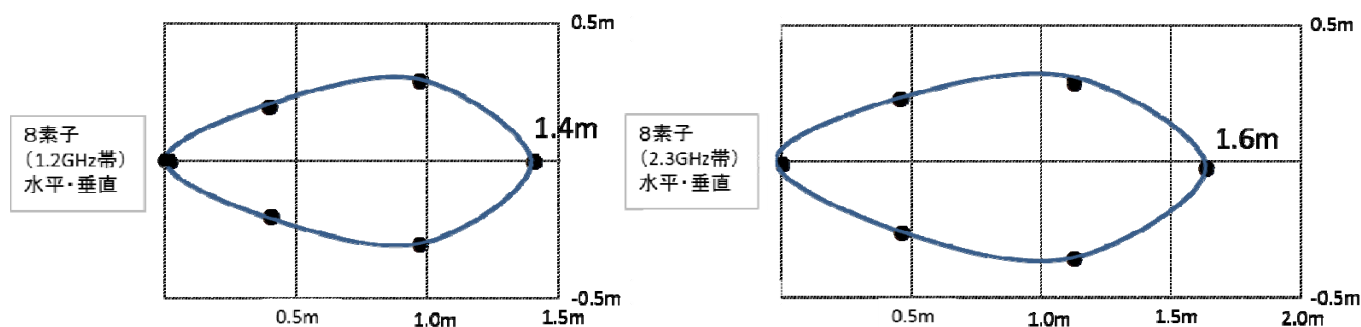


図4.3.12-1 電磁界強度指針 所要離隔グラフ（管理環境）

一方、ワイヤレスカメラや送信アンテナの近傍での作業など、FPUを運用するにあたり人体が送信アンテナに近づくことによって電磁波に曝露される場合について、電波防護指針の局所吸収指針への適合を評価した。

IEEE C95.1において、生体が電磁界にさらされることによって単位質量の組織に単位時間に吸収されるエネルギー量が SAR (Specific Absorption Rate: 比吸収率) として定義されている。SAR は式(1)によって示される。

$$SAR = \frac{\sigma}{\rho} E^2 \quad [W/kg] \quad (1)$$

ここで、 σ は生体組織の導電率 [S/m]、 ρ は生体組織の密度 [kg/m³]、 E は電界強度の実効値 [V/m] である。

電波防護指針においてはこの SAR のうち、人体局所の任意の組織 10g にわたり平均した” 10g 平均局所 SAR ”（計算方法は IEEE C95.3 で定義されている）、および全身にわたり平均した” 全身平均 SAR ”でその指針値が示されており、管理環境においては 10g 平均局所 SAR が 10[W/kg] 以下（四肢では 20[W/kg] 以下）、全身平均 SAR が 0.4[W/kg] 以下となっている。

FPU の運用においては様々な電磁波曝露の形態が考えられるが、そのうちで最悪となる、中継車屋上に送信アンテナを設置しその近傍で作業する場合を想定した。その環境を図 4.3.12-2 に示すようにモデル化し、電磁界シミュレーションにより解析して、評価を行った。

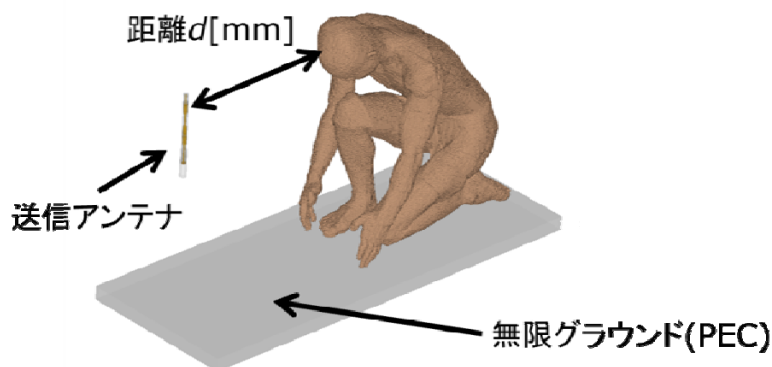


図 4. 3. 12-2 FPU の送信アンテナ近傍における SAR の解析モデル

図 4. 3. 12-2 において、人体のモデルは(独)情報通信研究機構(NICT)が作成した日本人男性の平均の身長、体重を有する数値人体モデルを用いた。送信アンテナ近傍で作業をすることを想定し、屋上部分に屈むような姿勢に数値人体モデルを変形した。また、中継車屋上を想定してグラウンドを無限の完全導体(Perfect Electric Conductor: PEC)によって定義した。送信アンテナは、1.2GHz 帯及び 2.3GHz 帯のそれぞれについて 2 段コーリニアアンテナとし、人体頭部から距離 d [mm] 離れた位置に設置する。それぞれアンテナ利得は約 5dBi で、放射パターンはほぼ同一である。

ここで、距離 d を 200、400、1000mm で変化させた場合の 10g 平均局所 SAR、全身平均 SAR の解析結果を表 4. 3. 12-1 に示す。ここで 1.2GHz 帯の周波数は 1.27GHz で出力は 25W、2.3GHz 帯の周波数は 2.35GHz で出力は 40W として解析した。

表 4. 3. 12-1 10g 平均局所 SAR、全身平均 SAR の解析結果

1.2GHz帯 25W(1.27GHz)	距離 d	10g 平均局所 SAR	全身平均 SAR
	200mm	2.9 [W/kg]	0.038 [W/kg]
	400mm	1.2 [W/kg]	0.023 [W/kg]
	1000mm	0.3 [W/kg]	0.009 [W/kg]

2.3GHz帯 40W(2.35GHz)	距離 d	10g 平均局所 SAR	全身平均 SAR
	200mm	4.1 [W/kg]	0.044 [W/kg]
	400mm	2.0 [W/kg]	0.027 [W/kg]
	1000mm	0.7 [W/kg]	0.011 [W/kg]

表 4. 3. 12-1 より、1.2GHz 帯、2.3GHz 帯ともに電波防護指針で示された管理環境における条件の 10[W/kg] を下回ることを確認した。また、電磁波曝露の観点においては、眼への電磁波曝露について特に注意が必要であるが、解析の結果から眼の電磁波曝露量は 2[W/kg] より小さいことから、電波防護指針の値 (10[W/kg]) を下回ることを確認した。

全身平均 SAR については、アンテナから最も近い場合でも 0.06[W/kg] より小さく、電波防護指針で示された管理環境の値 0.4[W/kg] を下回ることを確認した。

これらの結果は最悪の条件として、アンテナ近傍で作業する場合について解析したが、それよりもアンテナから離れた位置にいるドライバー、アナウンサー、ランナー、観客な

どの SAR はさらに小さくなると考えられる。以上のことから、1.2GHz 帯及び 2.3GHz 帯 FPU は電波防護指針の局所吸収指針に適合していると考えられる。

なお、電波防護指針の補助指針は電磁界強度指針を満たしていれば考慮しなくてよいため、1.2GHz 帯及び 2.3GHz 帯 FPU は電波防護指針全てに適合しているといえる。

4. 3. 13 他システムとの与干渉、被干渉

800MHz 帯 FPU が移行予定である 1,240MHz-1,300MHz の他の無線システムとの周波数関係を図 4.3.13-1 に示す。

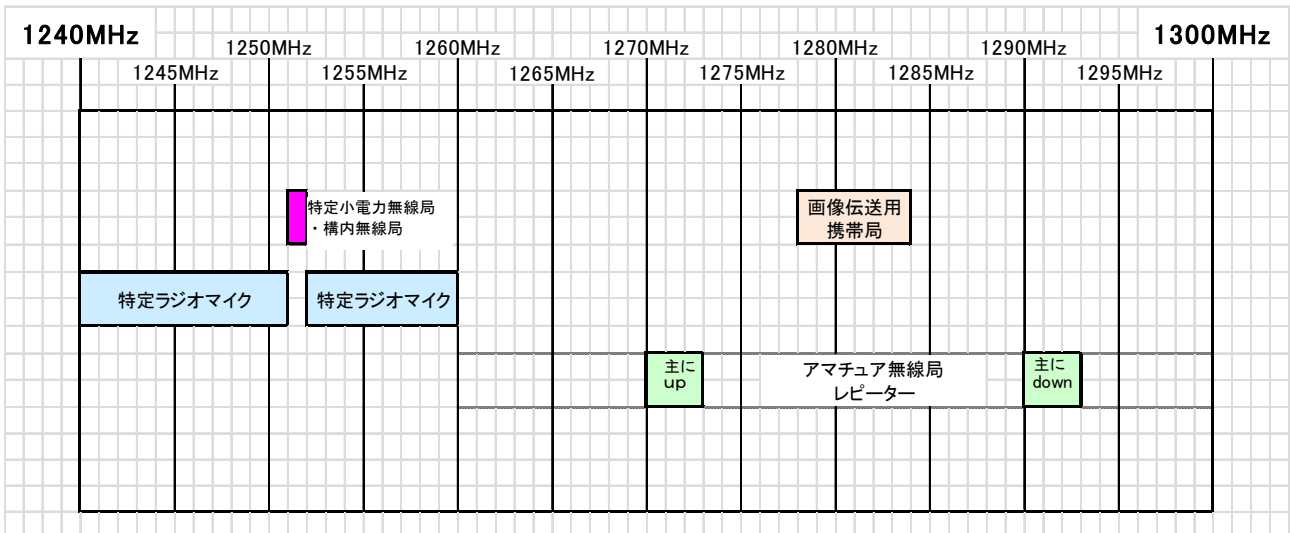


図 4.3.13-1 1,240MHz-1,300MHz の FPU と他の無線システムとの周波数関係

これらのシステムは FPU と同一周波数で運用することとなるため干渉検討が必要となる。干渉検討では一次業務局については FPU と一次業務局との与干渉・被干渉を、二次業務局については FPU の二次業務局からの被干渉を検討した。

なお、FPU が移行予定であるもう一つの周波数帯 2.33GHz-2.37GHz には干渉検討の対象となる無線システムはなかった。

干渉検討では新たに混信が発生する可能性がある無線システムとの干渉検討では相手側システムの運用などが明確になっていない場合が多く、一般的に干渉検討は混信保護比 I/N で干渉検討を行う。今回、FPU が移行する 1.2GHz 帯で他の無線システムと共用するため、お互いに干渉を与えないように共用するための技術的条件については、それぞれ諸元や運用が明確となっており D/U 基準をもとに検討を行った。

4. 3. 13. 1 1.2GHz 帯で共用した場合の特定ラジオマイク（参考資料 14）

特定ラジオマイクは 1.2GHz 帯（1,240-1,252MHz 帯、1,253-1,260MHz 帯）に移行予定であり FPU と周波数を共用することになる。空中線電力 50mW、占有周波数帯幅はデジタルラジオマイクが 288kHz、アナログラジオマイクが変調内容により 110~330kHz となっており、コンサート、舞台や放送番組のマイク、またイヤーマニターとして使用されている。

1. 2GHz 帯での特定ラジオマイクと FPU の共用のための技術的条件を検討するため、1. 2GHz 帯における FPU と特定ラジオマイクとの干渉試験を行い、所要 D/U の測定と、離隔距離の算出を行った

FPU と特定ラジオマイクとの周波数関係を図 4. 3. 13. 1-1 に示す。FPU の下隣接 3MHz 帯は、特定ラジオマイク単独で使用できる周波数帯を想定した。よって FPU との占有周波数帯幅内と占有周波数帯幅外（特定ラジオマイクを FPU 帯下隣接で使用するケースを想定）での干渉試験を行った。

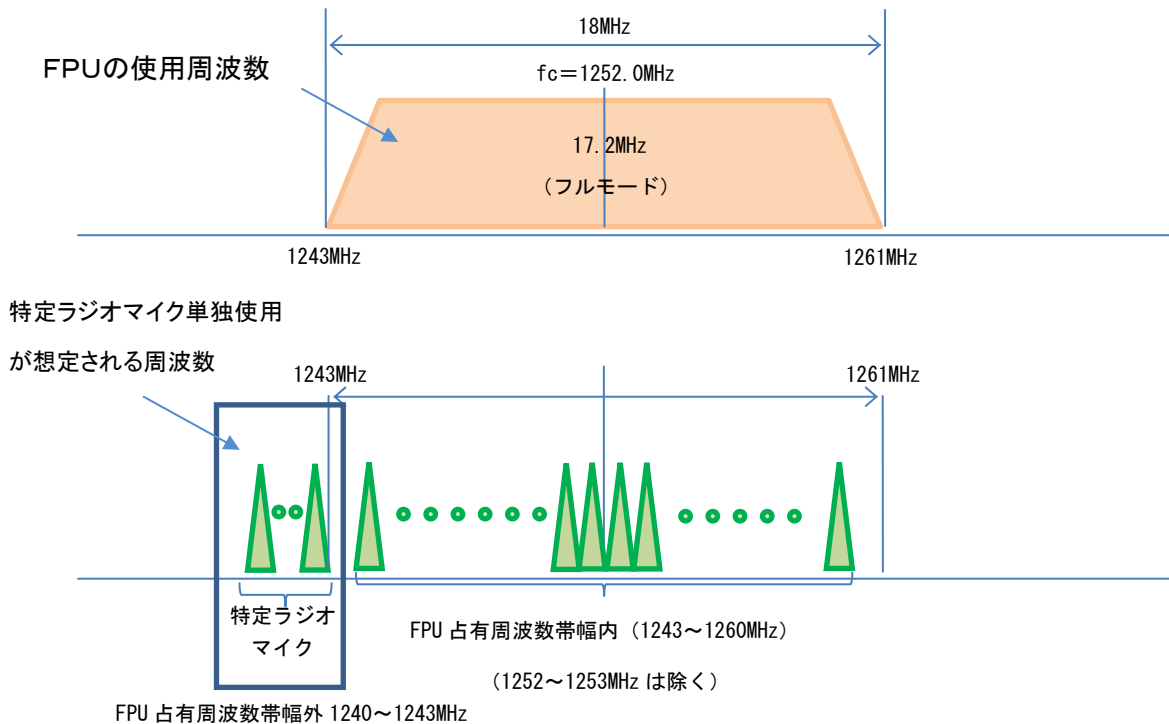


図 4. 3. 13. 1-1 FPU と特定ラジオマイクの周波数関係

① FPU 占有周波数帯幅外

1, 240-1, 243MHz 帯の FPU の占有周波数帯幅外での離隔距離は FPU 被干渉で 3MHz 帯域内に特定ラジオマイク 6 波を運用した場合でアナログ方式 (10mW/本) が約 8m、デジタル方式 (50mW/本) が約 1m、FPU 与干渉ではアナログ特定ラジオマイクが約 100m、デジタル特定ラジオマイクが約 30m 程度と支障のない値であった。

② FPU 被干渉 (FPU 占有周波数帯幅内)

アナログ特定ラジオマイクよりデジタル特定ラジオマイクの方が FPU への干渉の影響が大きい。

アナログ特定ラジオマイク 12 波 (10mW/本) を運用した場合で離隔距離約 22m、デジタル特定ラジオマイク 11 波 (50mW/本) を運用した場合は約 73m であり、現行 800MHz 帯と同様に特定ラジオマイクの通信エリア (500m) 内となっており、特定ラジオマイクが 1. 2GHz 帯に移行後も現行 800MHz 帯と同様な運用が可能と考えられる。

③ FPU 与干渉 (FPU 占有周波数帯幅内)

離隔距離がアナログ特定ラジオマイクで約 2,750m、デジタル特定ラジオマイクで約 770m と現行 800MHz 帯と比べてそれぞれ約 3 倍、約 1.7 倍となった。FPU の帯域当たりの送信電力が 800MHz 帯に比べて 1.2GHz 帯で 2.4 倍となった分、離隔距離が増大したと考えられる。イヤーマニターは離隔距離が 200m と特定ラジオマイクの離隔距離より短くなり、運用上問題は無い値である。

このように FPU 与干渉の方が FPU 被干渉より離隔距離が大きく支配的となっている。FPU と共用する帯域内で特定ラジオマイクを使用する場合、800MHz 帯において放送事業者と特定ラジオマイク利用者連盟の間で実施されている運用調整と同様な調整を今後も行っていくことで、1.2GHz 帯に移行後も 800MHz 帯と同様な運用が可能と考えられる。

4. 3. 13. 2 特定小電力無線局 (参考資料 15)

特定小電力無線局は 1,252-1,253MHz 帯で空中線電力 10mW、占有周波数帯幅 16kHz (チャンネル間隔 25kHz、チャンネル数 40) と 32kHz (チャンネル間隔 50kHz、チャンネル数 21) があり、主に工場や事務所などでテレメーター・テレコントロールシステムやデータ伝送システムに利用されている。

特定小電力無線局にはシステム相互間の混信の回避を図るためキャリアセンス機能が付加されている。これは予め使用予定のチャンネルをモニターし、使用されていると別のチャンネルに変更して送信を行い周波数の有効利用を図るものである。

干渉検討では FPU の運用モデル毎に干渉検討を行った。特定小電力無線局は多岐、多様な用途に使用されており平成 11 年度の特定小電力無線局の技術的条件の干渉検討で主に使用されたモデルである送信局 (送信高 1.5m)、受信局 (受信高 5m) のモデルを用いた。特定小電力無線局は主に工場、事務所等で使用されることから壁等による遮蔽損を 15dB とし、実際の電波伝搬調査で測定された建物等の遮蔽損 15dB (参考資料 7) を考慮して検討を行った。

(1) FPU 被干渉

FPU の運用モデルの受信電力に対して測定した D/U から所要結合損を求め、離隔距離を算出した。その結果、離隔距離は約 20m となり十分共用が可能な値である。

(2) FPU 与干渉

FPU の送信出力を特定小電力無線局のチャンネル当たりの電力に換算すると 16kHz システムで 23.3mW、32kHz システムで 46.5mW であり、ほぼ特定小電力無線局の送信出力 10mW と近いレベルであり、これをもとに干渉検討を行った。平成 11 年度電気通信技術審議会答申諮問 26 号で特定小電力無線設備で産業用に用いるシステムのサービスエリアを半径 200m として空中線電力を 10mW と規定している。よって特定小電力無線局の通常運用時の受信電力は伝搬距離 200m の受信電力とし、これに FPU を妨害波として測定した D/U から

算出した許容干渉電力、キャリアセンスの閾値の D/U から求めたキャリアセンスレベルからそれぞれの離隔距離を算出した。

その結果、特定小電力無線局が通信中に影響を受けない離隔距離は移動中継では約 1.2km、キャリアセンスが動作しない離隔距離は移動中継で約 850m となった。送信中の中継車の影響でキャリアセンスのため送信が止まるのは特定小電力無線局が道路に面している場合で約 5 分（時速 20km を想定）となるが、中継車が通過すれば再度データ通信は可能となる。

特定小電力無線局と運用調整をするため、放送事業者から特定小電力無線局のユーザーに 1.2GHz 帯 FPU の使用予定情報等をホームページなどで周知するほか、その他の周知方法も含めて情報が伝わり運用調整ができるよう検討が必要である。

例えば、周知については以下の方法が考えられる。

- ・市報等により該当市町村への周知
- ・特定小電力無線局の販売機器メーカーを通じて、使用者に対して周知
- ・ホームページ等で周知 等

また、放送事業者がロードレースコースで事前準備、確認作業を行う際に 1,252-1,253MHz 帯の潜在電界調査を行い、同周波数帯に特定小電力無線局の存在を確認した場合はユーザーを特定して運用調整を行う。該当無線局のユーザーが不明のときは、その付近で該当周波数と重なる FPU チャンネルについて必要な対策を行う。

対策として考えられるのは、放送事業者がハーフモードを 2 波使用して特定小電力無線局の 1,252-1,253MHz 帯を避ける形のバルク伝送方式の使用や FPU の帯域当たりの電力を特定小電力無線局と同じレベルまで低減して運用するなどの干渉軽減措置を行うことにより運用調整は不要となり、共用は可能であると考えられる。

4. 3. 13. 3 構内無線局

構内無線局は 1,252-1,253MHz 帯で空中線電力 100mW、占有周波数帯幅 16kHz と 32kHz があり、ひとつの構内、例えば工場敷地内やビル内などでテレメーター・テレコントロールシステムに利用できる。特定小電力無線局と同様にキャリアセンス機能を有している。

干渉検討では、特定小電力無線局と同様なモデルで検討を行った。

(1) FPU 被干渉

離隔距離を算出した結果、離隔距離は約 50m となり十分共用が可能な値である。

(2) FPU 与干渉

特定小電力無線局と同様、離隔距離は移動中継では約 1.2km、キャリアセンスが動作しない離隔距離は移動中継で約 850m となった。

構内無線局は現在、免許を取得した人はいない状況となっている。今後、新たに免許取得者が現れた場合は放送事業者と構内無線局の免許人で事前に運用調整を行うことで、共用は可能と考える。また、FPUの帯域換算電力を構内無線局と同じレベルで運用することにより干渉を避けることが可能であり、共用は可能である。

4. 3. 13. 4 画像伝送用携帯局（参考資料 16）

画像伝送用携帯局は、中心周波数 1,281.5MHz、空中線電力 1W、占有周波数帯幅 6MHz で、主に航空写真のモニタリング用にラジコンヘリに搭載したカメラ等の映像の伝送に使用されている。

干渉検討ではFPUの運用モデル毎に干渉検討を行い、ラジコンヘリの高度は200m、受信機の高さは3.5mとし、ラジコンヘリと操縦者との直線距離が230m（目視で平均的な制御距離）で運用するモデルで、実際の電波伝搬調査で測定された建物等の遮蔽損15dBを考慮して検討を行った。

（1）FPU 被干渉

FPUの運用モデルの受信電力に対して測定したD/Uをもとに離隔距離を算出した結果、離隔距離は約4kmとなった。

（2）FPU 与干渉

FPU 与干渉については画像伝送用携帯局の平均的な運用時（伝搬距離 230m）の受信入力レベルに測定したD/Uを盛り込んだものを許容干渉電力として所要結合損を算出した。その結果、離隔距離は移動中継では約120mとなった。離隔距離としては被干渉が与干渉より支配的となった。

放送事業者は、画像伝送用携帯局の免許人と円滑に運用調整を行っていくため、関係団体やホームページ等の情報により免許人に対して1.2GHz帯FPUの使用予定の情報のホームページによる周知など、予め周知方法について決めておくことが望ましい。周波数を共用するケースが発生した際にはお互いに使用時間帯、運用場所などの運用調整を行う。

また、マラソンや駅伝の開催時には、ロードレースコースの近辺の管理を徹底したり、コースに沿ってラジコンヘリ使用の確認により干渉対象局が確認された場合は、その付近では必要に応じて該当周波数と重なるFPUチャンネルの対応（周波数シフトなど）や受信アンテナ操作をすることにより干渉を回避することが可能である。

ただし、画像伝送用携帯局は、マラソンや駅伝の開催時にコース近傍で運用することはまれと考えられ、上記対応により共用は可能であると考えられる。

4. 3. 13. 5 アマチュア無線のレピータ局（参考資料 17）

アマチュア無線のレピータ局の周波数は、主に1,270-1,273MHz帯が上り、1,290-1,293MHz帯が下りで使用され、空中線電力は10W以下、アナログ方式とデジタル方

式 (D-STAR) がある。全国に 584 局のレピータ局が運用されている。占有周波数帯幅はアナログが 40kHz 以下、デジタルはデータ伝送で 150kHz 以下となっている。アマチュア無線局は二次業務であり FPU の被干渉を検討した。

(1) FPU 被干渉

アマチュア無線のレピータ局については、受信基地局のアンテナ指向性を利用したアンテナ操作等により妨害波を±30 度外にすることで妨害波を 10dB 以上減衰させることが可能である。また、実際の電波伝搬調査で測定された建物等による遮蔽損 15dB を考慮して検討を行った。FPU の運用モデルの受信電力に対する D/U をもとに離隔距離を検討した結果、約 700m となった。

アマチュア無線のレピータ局は、予めその設置場所を特定することが可能である。ロードレース中継コース近傍にレピータ局が存在し影響が予想される場合は、一般社団法人日本アマチュア無線連盟などを通じて、レピータ局の運用担当者に影響時間帯の運用調整を要請する。調整の時間がない場合は放送事業者が受信基地局の配置やアンテナ操作により干渉を軽減するなどの対策を行うことができる。このように干渉を軽減する措置が可能であることから、共用は可能と考えられる。

アマチュア無線（移動する局）については出力が 1W であり、受信基地局との間の離隔距離が 100m 程度でありロードレースコース沿いでの干渉が考えられる。これに対しては、受信基地局の空中線の指向方向の管理を徹底することにより干渉を防ぐことが可能である。なお、無線局の運用を事前に防ぐため、運用情報を周知することが望ましい。

月面反射通信については出力が 500W と高出力であるが、アンテナの最大輻射方向の仰角が水平面からの見通し範囲内の山岳及び建物等の仰角の値に 6 度以上加えた値と規定されており、離隔距離は約 0.9km となった。月面反射通信では非常に指向性の高いアンテナが使用されるため、放送事業者が受信基地局の配置やアンテナ操作により管理を徹底することで干渉を防ぐことは十分可能である。なお、無線局の運用を事前に防ぐため、運用情報を周知することが望ましい。

4. 3. 1 3. 6 ARSR との隣接干渉

1.2GHz 帯 FPU の隣接周波数帯に ARSR があり FPU と ARSR との隣接干渉の検討を行った。ARSR (Air Route Surveillance Radar: 航空路監視レーダー) は航空路管制に用いられる長距離レーダーで、レーダーサイトから約 200NM (ノータカルマイル) の覆域内の航空機を捕捉し、管制画面へ表示する。今回、全国の 9 サイトのうち、1.2GHz 帯 FPU の周波数帯に最も近接している 1,320MHz の釧路 ARSR (北海道) と今の山 ARSR (高知県) について干渉を検討した。

検討の結果、FPU 与干渉では離隔距離約 1.4km、FPU 被干渉では実測の結果、離隔距離約

8.2km で FPU が ARSR の位置を考慮しながら運用すれば問題がないことが確認された。

ARSR 近辺でのロードレースなどのイベントは少なく、日常的な運用においては特段支障がないと考えられる。ARSR 近辺においてイベントがあった場合においても、ARSR 近辺での FPU の被干渉については、放送事業者が受信基地局の配置やアンテナ操作により干渉を軽減するなどの対策を行うことができる。また ARSR への与干渉については、ARSR 近辺でのロードレースなどのイベントは少なく日常的な運用は ARSR の設置場所の 1.5km 以内及び ARSR の設置場所よりも高い位置での FPU の運用は行わないことで干渉の回避は可能である。

4. 3. 13. 7 BS/CS 中間周波数への影響

1.2GHz 帯は、BS/CS の中間周波数に利用されており、工事不良等により到来電波を受信しやすい増幅器、混合器等を使用しているものについては、FPU が接近して運用した際に受信に影響がでる場合が想定される。対策としては、F 型コネクタなど到来電波を受信しにくい機器に交換することなどが考えられる。

4. 3. 14 測定法

1.2GHz 帯及び 2.3GHz 帯 FPU システムにおける技術的条件を確認するための測定法は、以下のとおりとする。

4. 13. 14. 1 周波数の許容偏差

送信機から無変調搬送波を出力し周波数計を用いて送信周波数を測定する。ただし、無変調にできない場合は、変調状態とし、波形解析器等を用いて測定することができる。

4. 13. 14. 2 占有周波数帯幅の許容値

送信機で変調信号を出力したときに得られるスペクトル分布の全電力を、スペクトルアナライザ等を用いて測定し、スペクトル分布の上限及び下限部分における電力の和が、それぞれ全電力の 0.5% となる周波数幅を測定する。

4. 13. 14. 3 スプリアス発射の強度の許容値及び不要発射の強度の許容値

4. 13. 14. 3. 1 帯域外領域におけるスプリアス発射の強度の許容値

送信機から無変調搬送波を出力した状態で、送信出力を最大に設定し、スペクトルアナライザを用いて平均電力を測定する。

4. 3. 14. 3. 2 スプリアス領域における不要発射の強度の許容値

送信機から変調信号を出力した状態で、送信出力を最大に設定し、スペクトルアナライザを用いて平均電力を測定する。なお、スペクトルアナライザの分解能帯域幅は、技術的条件で定められた参照帯域幅以下に設定すること。分解能帯域幅を狭くして測定した場合、不要発射の強度は、分解能帯域幅ごとの測定結果を参照帯域幅にわたり積分した値とする。

4. 3. 1 4. 4 空中線電力の許容偏差

送信機から変調信号を出力した状態で送信出力を最大に設定し、高周波電力計を用いて平均電力を測定する。

4. 3. 1 4. 5 スペクトルマスク

送信機から変調信号を出力した状態で、送信出力を最大に設定し、スペクトルアナライザを用いて測定する。なお、スペクトルアナライザの分解能帯域幅は、技術的条件で定められた参照帯域幅以下とする。

5 審議結果

諮問第2023号「放送システムに関する技術的条件」のうち、「放送事業用無線局の高度化のための技術的条件」について検討を行い、「1.2GHz帯及び2.3GHz帯を使用する放送事業用無線局の技術的条件」について一部答申を取りまとめた。

情報通信審議会 情報通信技術分科会 放送システム委員会 構成員

(敬称略、専門委員は五十音順)

氏 名		主 要 現 職
主 査	伊東 晋	東京理科大学 理工学部 教授
主査代理	都竹 愛一郎	名城大学 理工学部 教授
委 員	相澤 彰子	国立情報学研究所 コンテンツ科学研究系 教授
専門委員	浅見 洋	社団法人日本CATV技術協会 理事待遇・審議役
〃	井家上 哲史	明治大学 理工学部 教授
〃	伊丹 誠	東京理科大学 基礎工学部 教授
〃	甲藤 二郎	早稲田大学 理工学部 教授
〃	門脇 直人	独立行政法人情報通信研究機構 新世代ワイヤレス研究センター長
〃	佐藤 明雄	東京工科大学 コンピュータサイエンス学部 教授
〃	関根 かをり	明治大学 理工学部 教授
〃	高田 潤一	東京工業大学大学院 理工学研究科 教授
〃	丹 康雄	北陸先端科学技術大学院大学 情報科学研究科 教授
〃	野田 勉	一般社団法人日本ケーブルラボ 主任研究員
〃	松井 房樹	一般社団法人電波産業会 常務理事 研究開発本部長
〃	村山 優子	岩手県立大学 ソフトウェア情報学部 教授
〃	山田 孝子	関西学院大学 総合政策学部 教授

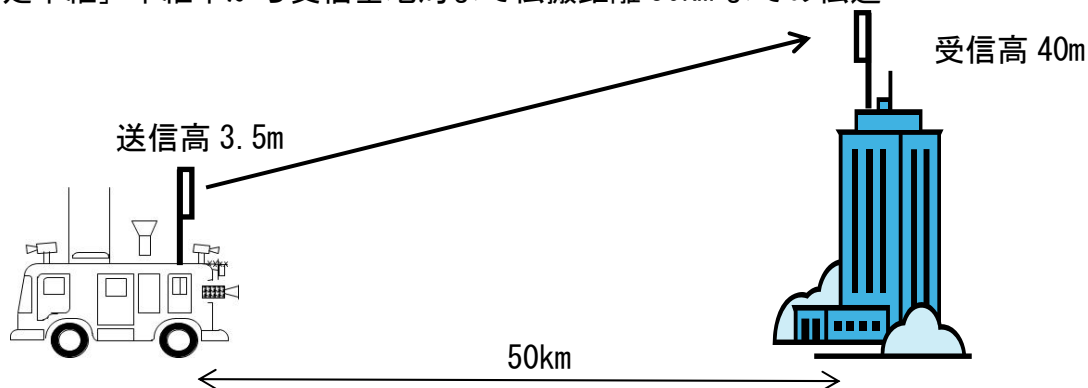
情報通信技術分科会 放送システム委員会 放送事業用無線局検討作業班 構成員

(敬称略、構成員は五十音順)

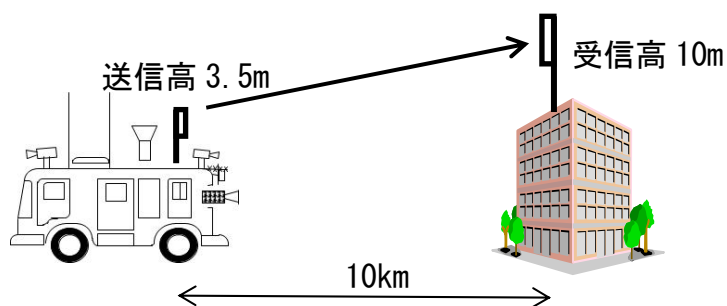
氏名		主要現職
主任	高田 潤一	東京工業大学 大学院理工学研究科 国際開発工学専攻 教授
主任代理	大槻 知明	慶應義塾大学 理工学部情報工学科 教授
構成員	池田 哲臣	日本放送協会 放送技術研究所 放送ネットワーク研究部 主任研究員
"	泉本 貴広	日本放送協会 技術局 計画部 チーフエンジニア
"	片柳 幸夫	日本テレビ放送網株式会社 技術統括局技術戦略 部長
"	斉藤 一	株式会社テレビ東京 技術局 技術開発部
"	斉藤 彦一	株式会社NHKアイテック マルチメディア・映像事業部 主幹
"	高田 仁	一般社団法人日本民間放送連盟 企画部主幹
"	高室 孝章	株式会社テレビ朝日 技術局技術統括部戦略担当部長
"	滝沢 和史	日本放送協会 技術局 報道施設部 副部長
"	野路 幸男	池上通信機株式会社 開発本部 マーケティング部 技監
"	深澤 知巳	株式会社TBSテレビ 技術戦略室 JNN 技術統括部 部次長
"	保科 徹	日本電気株式会社 放送映像事業部 第一技術部 プロジェクトディレクター
"	宮下 敦	株式会社日立国際電気 映像・通信事業部 製品設計統括本部 通信装置設計本部 放送設備設計部 部長
"	森本 聡	株式会社フジテレビジョン 技術開発局技術開発室開発推進部 副部長
"	安江 浩二	国土交通省 航空局交通管制部管制技術課 航空管制技術調査官

参考資料 1 800MHz帯FPUの運用モデル

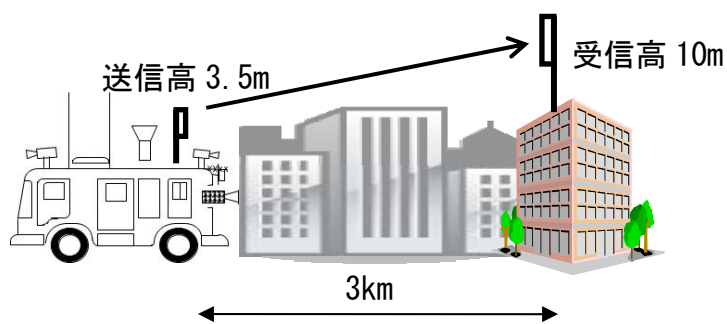
モデル1 [固定中継] 中継車から受信基地局まで伝搬距離 50km までの伝送



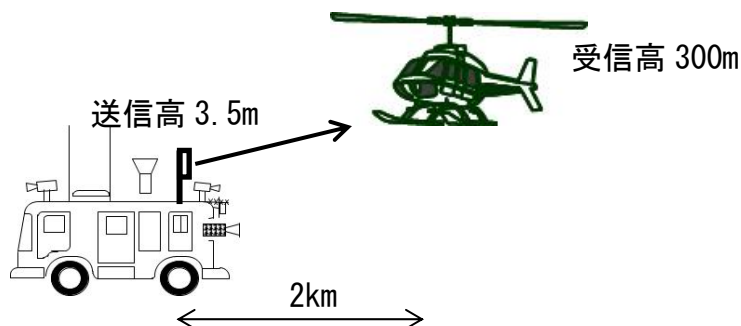
モデル2 [移動中継] 中継車から受信基地局まで伝搬距離 10km 程度の伝送



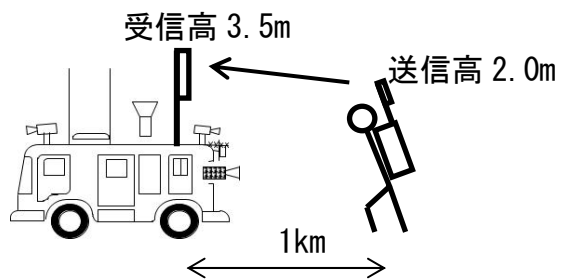
モデル3 [移動中継] 市街地の短距離区間で中継車から受信基地局まで伝搬距離 3km 程度の伝送



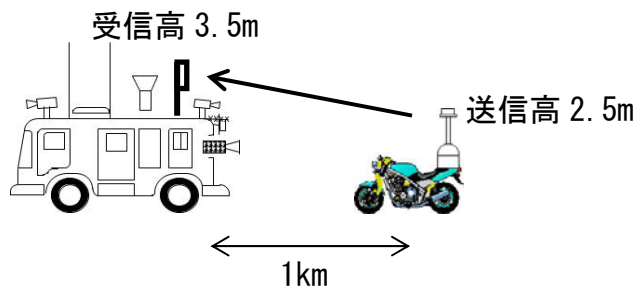
モデル4 [移動中継] 中継車からヘリコプターに向けて伝送距離約 2km の伝送



モデル5 [移動中継] 機材を背負って動きながら、最寄りの中継車に1kmまでの伝送



モデル6 [移動中継] バイクから中継車に1kmまでの伝送



参考資料2 HDTV素材伝送に必要なビットレート

ITU-R 勧告 BT. 1872 によればHDTVの固定中継で必要な映像ビットレートは表2-1の技術パラメータ(抜粋)によればH.262では52Mbit/s、H.264では35Mbit/sを必要としている。また移動中継で必要な映像ビットレートは表2-2の技術パラメータ(抜粋)によればH.264で21Mbit/sを必要としている。

表2-1. 固定中継(見通し)でのデジタルHD信号伝送の
受信画質のユーザー要件と技術パラメータ(抜粋)

	ユーザー要件	技術パラメータ
受信画質	ITU-R勧告BT. 1868による	コーデックが3段タプル構成 映像ビットレート: 52 Mbit/s (ITU-T 勧告H. 262の422P@HL) 映像ビットレート: 35 Mbit/s (ITU-T 勧告H. 264のLevel 4/High 4:2:2)

表2-2. 移動中継(見通し外)でのデジタルHD信号伝送の
受信画質のユーザー要件と技術パラメータ(抜粋)

	ユーザー要件	技術パラメータ
受信画質	ITU-R勧告BT. 1868による	コーデック1段構成 映像ビットレート: 21 Mbit/s (ITU-T 勧告H. 264のLevel 4/High 4:2:2)

参考資料3 伝送容量

1 固定中継

(1) 必要な映像ビットレート : 35Mbit/s

ITU-R BT. 2069-05によれば固定中継でHDTVのユーザー要件を満足する映像ビットレートはITU-T勧告H.264 Level 4/High 4:2:2、水平画素数1920の場合、映像ビットレート35Mbpsとなっている。

(2) 必要なTSビットレート : 41.3Mbit/s 以上

映像信号に音声・制御信号を加え、誤り訂正外符号を加えてTSビットレートを得る。

- ・映像信号 35Mbit/s
- ・音声・制御信号 3.1Mbit/s
- ・外符号パリティ 3.2Mbit/s

(3) データキャリアでの必要な伝送ビットレート : 55.1Mbit/s 以上

(2)で得られたビットレートに3/4畳み込みを行うことにより、55.1Mbit/sを得る。
 $41.3\text{Mbit/s} \times 4/3$ (3/4畳み込み) = 55.1Mbit/s (データキャリア分のみ)

(4) パイロット、TMCC、ACを加えた最終的な伝送容量 : 80.3Mbit/s

データキャリアにパイロット、TMCC、ACを加え、ガードインターバルを加えて最終的な伝送容量を得る。

- ・データキャリア 55.1Mbit/s (キャリア数 : 750)
- ・パイロット 7.9Mbit/s 相当 (キャリア数 : 107)
- ・TMCC 0.73Mbit/s 相当 (キャリア数 : 10)
- ・AC 0.59Mbit/s 相当 (キャリア数 : 8)

上記の合計 $64.3\text{Mbit/s} \times 5/4$ (ガード比1/4のガードインターバル) = 80.3Mbit/s
所要C/N : 19.5dB

(BER= 1×10^{-4} での理論値 15.5dB + 固定劣化 4dB)

2 移動中継

(1) 必要な映像ビットレート : 21Mbit/s

移動中継では固定中継のコーデック 3 段タプル構成ではなくコーデック 1 段構成を適用する。ITU-R BT. 2069-05 によれば移動中継で HDTV のユーザー要件を満足する映像ビットレートは ITU-T 勧告 H. 264 Level 4/High 4:2:2、水平画素数 1920 の場合、映像ビットレート 21Mbps となっている。

(2) 必要な TS ビットレート : 26.1Mbit/s 以上

映像信号に音声信号を加え、誤り訂正外符号を加えて TS ビットレートを得る。

- ・ 映像信号 21Mbit/s
- ・ 音声信号 3.1Mbit/s
- ・ 外符号パリティ 2.0Mbit/s

(3) データキャリアでの必要な伝送ビットレート : 39.2Mbit/s 以上

(2) で得られたビットレートに 2/3 畳み込みを行うことにより、39.2Mbit/s を得る。
 $26.1\text{Mbit/s} \times 3/2$ (2/3 畳み込み) = 39.2Mbit/s (データキャリア分のみ)

(4) パイロット、TMCC、AC を加えた最終的な伝送容量 : 57.1Mbit/s

データキャリアにパイロット、TMCC、AC を加え、ガードインターバルを加えて最終的な伝送容量を得る。

- ・ データキャリア 39.2Mbit/s (キャリア数 : 750)
- ・ パイロット 5.6Mbit/s 相当 (キャリア数 : 107)
- ・ TMCC 0.52Mbit/s 相当 (キャリア数 : 10)
- ・ AC 0.42Mbit/s 相当 (キャリア数 : 8)

上記の合計 $45.7\text{Mbit/s} \times 5/4$ (ガード比 1/4 のガードインターバル) = 57.1Mbit/s

所要 C/N : 15.1dB

(BER= 1×10^{-4} での理論値 11.1dB+固定劣化 4dB)

参考資料4 HDTVの伝送レートを満たすキャリア変調方式

キャリア変調方式のTSビットレート及び所要C/Nの一覧表を下記に示す。

表4-1 フルモードでHDTV伝送を満たすキャリア変調方式

変調方式	畳込み 符号化率	TSビット レート※ (Mbps)	所要C/N (dB)	固定伝送 41.3Mbps	移動伝送 26.1Mbps
BPSK	1/2	5.965	4.2	×	×
	2/3	7.953	5.8	×	×
	3/4	8.947	6.8	×	×
	5/6	9.941	7.7	×	×
QPSK	1/2	11.930	7.1	×	×
	2/3	15.906	8.9	×	×
	3/4	17.894	9.9	×	×
	5/6	19.833	10.9	×	×
16QAM	1/2	23.859	12.8	×	×
	2/3	31.812	15.1	×	○
	3/4	35.789	16.5	×	○
	5/6	39.765	17.5	×	○
32QAM	1/2	29.824	15.8	×	○
	2/3	39.765	18.1	×	○
	3/4	44.736	19.5	○	○
	5/6	49.707	20.5	○	○
64QAM	1/2	35.789	18.4	×	○
	2/3	47.718	20.5	○	○
	3/4	53.683	22.0	○	○
	5/6	59.648	23.3	○	○

※ARIB STD-B33 表 3-2 伝送容量 参照

表4-2 ハーフモードでHDTV伝送を満たすキャリア変調方式

変調方式	畳込み 符号化率	TSビット レート※ (Mbps)	所要C/N (dB)	固定伝送 41.3Mbps	移動伝送 26.1Mbps
BPSK	1/2	2.982	4.2	×	×
	2/3	3.977	5.8	×	×
	3/4	4.474	6.8	×	×
	5/6	4.971	7.7	×	×
QPSK	1/2	5.965	7.1	×	×
	2/3	7.953	8.9	×	×
	3/4	8.947	9.9	×	×
	5/6	9.941	10.9	×	×
16QAM	1/2	11.930	12.8	×	×
	2/3	15.906	15.1	×	×
	3/4	17.894	16.5	×	×
	5/6	19.833	17.5	×	×
32QAM	1/2	14.912	15.8	×	×
	2/3	19.883	18.1	×	×
	3/4	22.368	19.5	×	×
	5/6	24.853	20.5	×	×
64QAM	1/2	17.894	18.4	×	×
	2/3	23.859	20.5	×	×
	3/4	26.842	22.0	×	○
	5/6	29.824	23.3	×	○

※ARIB STD-B33 表 3-2 伝送容量 参照

この中で HDTV の伝送容量を満たすキャリア変調方式について空中線電力の検討を行う。フルモードについて、固定中継では 32QAM $3/4 \cdot 5/6$ 、64QAM $2/3 \cdot 3/4 \cdot 5/6$ 、移動中継では 16QAM $2/3 \cdot 3/4 \cdot 5/6$ 、32QAM $1/2 \cdot 2/3 \cdot 3/4 \cdot 5/6$ 、64QAM $1/2 \cdot 2/3 \cdot 3/4 \cdot 5/6$ が伝送容量の要件を満たしている。ハーフモードについて、固定中継では HDTV 伝送に必要な TS レートを満たすキャリア変調方式がなく移動中継で 64QAM $3/4 \cdot 5/6$ について空中線電力の検討を行うこととした。

参考資料5 誤り訂正機能

誤り訂正符号を用いることにより、所要 C/N を低くし、耐干渉性能や移動中継性能を高めることができる。この結果、送信電力を小さくでき、隣接チャンネル伝送の利用が可能となる。

誤り訂正の内符号として畳込み符号を用いるのは、最尤復号が可能なビタビ復号を用いることができ、大きな符号化利得が得られるためである。また、伝送路の状況に応じて $1/2 \sim 7/8$ の符号化率を自由に選択できるというフレキシビリティもある。これは、固定中継から移動中継まで様々な運用状況に対応するOFDM方式にとって都合の良い誤り訂正方式である。

固定中継で符号化率 $3/4$ を用いるのは、伝送ビットレート 35Mbit/s のHDTV信号を効率よく伝送可能とするためである。誤り訂正の外符号としてリードソロモン(204, 188)を用いるのは、畳込み符号と接続して用いるのに適するほか、ISDB方式などMPEG-TS信号を伝送するための規格と整合性を保つためである。

一方、移動中継では見通し外伝搬も含まれるため、受信電力が激しく変動するレーレーフェージングが発生する。このため、所要 C/N の高い多値変調の適用は困難となる。これまでに行われた地上デジタルテレビ放送での野外実験結果などから、変調方式としては16QAMを基本とすることが妥当である。また、素材伝送という観点から、可能な限り高画質なHDTV伝送を実現できることが望まれる。伝送ビットレートと耐フェージング性能はトレードオフの関係にあり、耐フェージング特性を高めつつ、伝送ビットレートを増加させるには符号化率を小さくすることが必要である。16QAMを基本とした場合、符号化率の下限は $2/3$ となるため、内符号の符号化率としては $2/3$ を用いることが妥当である。このときのTSビットレート(リードソロモン付き)は 26.1Mbit/s となる。

(1) 固定中継

固定中継においては、表5-1のとおり、変調方式として32QAM-OFDM方式、内符号として $3/4$ 畳込み符号、および外符号としてリードソロモン(204, 188)符号を接続させた誤り訂正符号を基本とする。なお、畳込み符号においては、他の畳込み符号化率 $7/8$ 、 $5/6$ 、 $2/3$ 、 $1/2$ の使用も可能とする。また符号化率 $(n-1)/n$ (n :多値変調におけるシンボルあたりのビット数)のトレリス符号化変調方式並びに符号化効率のよいターボ符号などの使用も可能とする。

また、マルチパス妨害によって受信電力が落ち込むキャリアのデータを分散させるために、周波数インターリーブを組み合わせて用いることが望ましい。

表 5-1 固定中継の基本パラメータ

変調方式	32QAM-OFDM
最大伝送ビットレート (注)	80.3Mbit/s
内符号	符号化率 3/4 の畳込み符号
TS ビットレート (リードソロモン付き) (注)	41.3Mbit/s
外符号	リードソロモン符号 (204, 188)

(注) 参考資料 3 のパラメータ参照

(2) 移動中継

移動中継においては、表 5-2 のとおり、変調方式として 16QAM-OFDM 方式、内符号として 2/3 畳込み符号、および外符号としてリードソロモン (204, 188) 符号を接続させた誤り訂正符号を基本とする。なお、畳込み符号においては、他の畳込み符号化率 7/8、5/6、3/4、1/2 の使用も可能とする。また符号化率 $(n-1)/n$ (n : 多値変調におけるシンボルあたりのビット数) のトレリス符号化変調方式並びに符号化効率のよいターボ符号などの使用も可能とする。

また、レーレーフェージングによって発生する周波数方向と時間方向の受信電力の落ち込みによるバースト誤りを軽減するために、周波数インターリーブ及び時間インターリーブを組み合わせる用いることが望ましい。

表 5-2 移動中継の基本パラメータ

変調方式	16QAM-OFDM
最大伝送ビットレート (注)	57.1Mbit/s
内符号	符号化率 2/3 の畳込み符号
TS ビットレート (リードソロモン付き) (注)	26.1Mbit/s
外符号	リードソロモン符号 (204, 188)

(注) 参考資料 3 のパラメータ参照

参考資料 6 C/N 配分

(1) 固定中継の場合 (32QAM-OFDM、符号化率 3/4)

所要 C/N

19.5dB	┌───┐	熱雑音 (48%)	22.7dB	
		歪雑音 (2%)	36.5dB	
		干渉雑音 (50%)	22.5dB	
		┌───┐	同一伝搬路	24.5dB (27.5dB × 2 波)
		└───┘	異伝搬路	26.8dB (29.8dB × 2 波)

(2) 移動中継の場合 (16QAM-OFDM、符号化率 2/3)

・フルモード

所要 C/N

15.1dB	┌───┐	熱雑音 (48%)	18.3dB	
		歪雑音 (2%)	32.1dB	
		干渉雑音 (50%)	18.1dB	
		┌───┐	同一伝搬路	20.1dB (23.1dB × 2 波)
		└───┘	異伝搬路	22.4dB (25.4dB × 2 波)

・ハーフモード

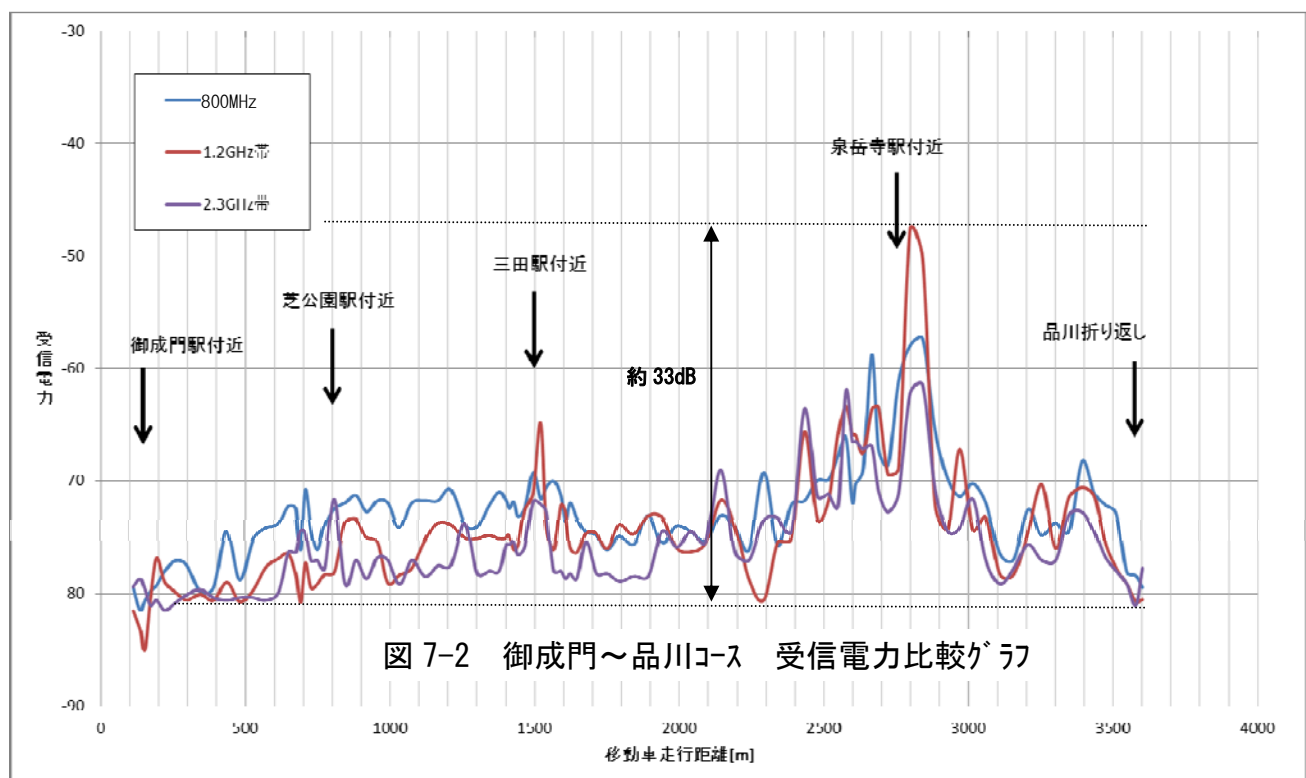
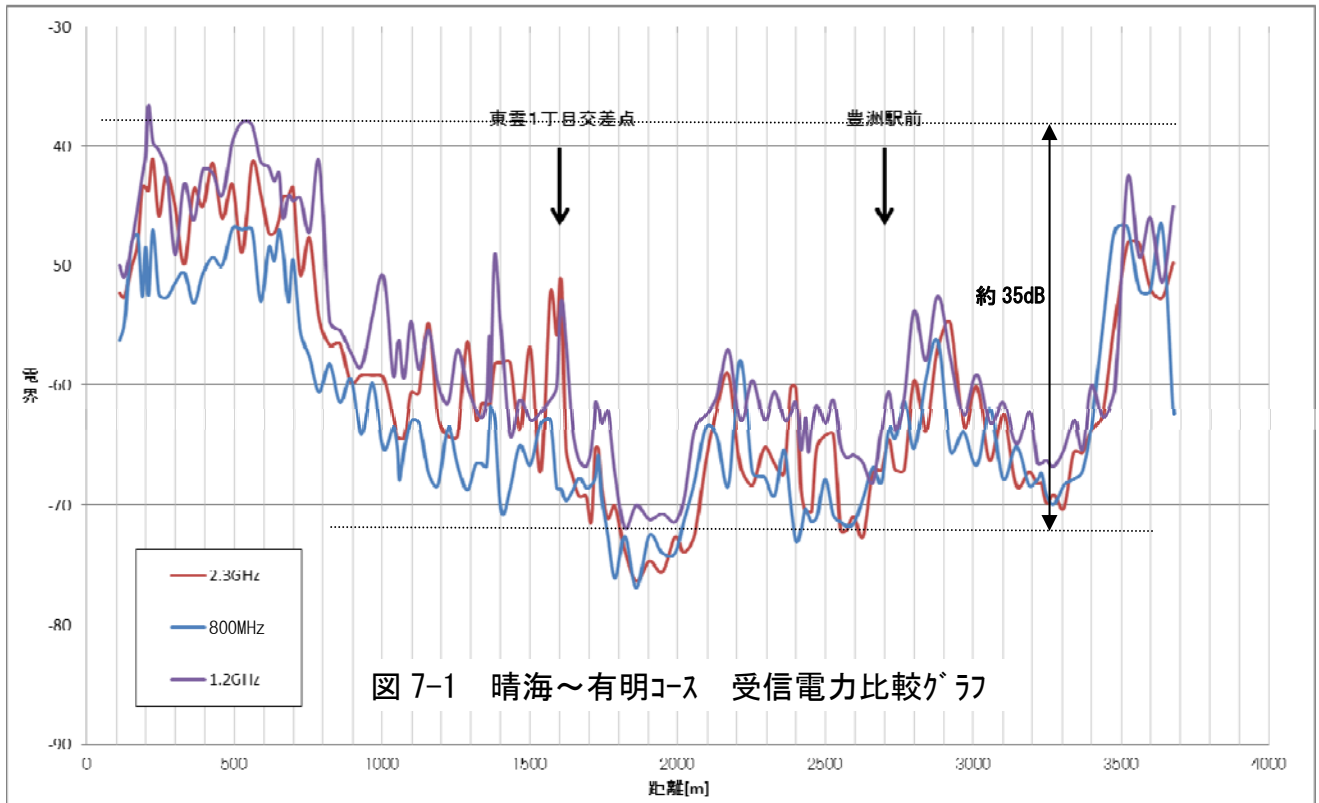
所要 C/N

22.0dB	┌───┐	熱雑音 (48%)	25.2dB	
		歪雑音 (2%)	39.0dB	
		干渉雑音 (50%)	25.0dB	
		┌───┐	同一伝搬路	27.0dB (30.0dB × 2 波)
		└───┘	異伝搬路	29.4dB (32.4dB × 2 波)

参考資料7 実測された建物等による遮蔽損データ

実際の電波伝搬は市街地では建物、看板、電柱、樹木、歩道橋などの影響を受け、見通し外の状態が時間的に変化しながら続くため、受信電力や受信電界は短時間で大きく変動する。昨年度実施した技術試験事務での電波伝搬調査で市街地ではピーク、ピークで30dBを超える変動がみられた。よって回線設計でフェージングマージン、障害物透過損マージン、伝送マージンを見込んでエラーを起こして回線がフリーズしてしまうこともある。

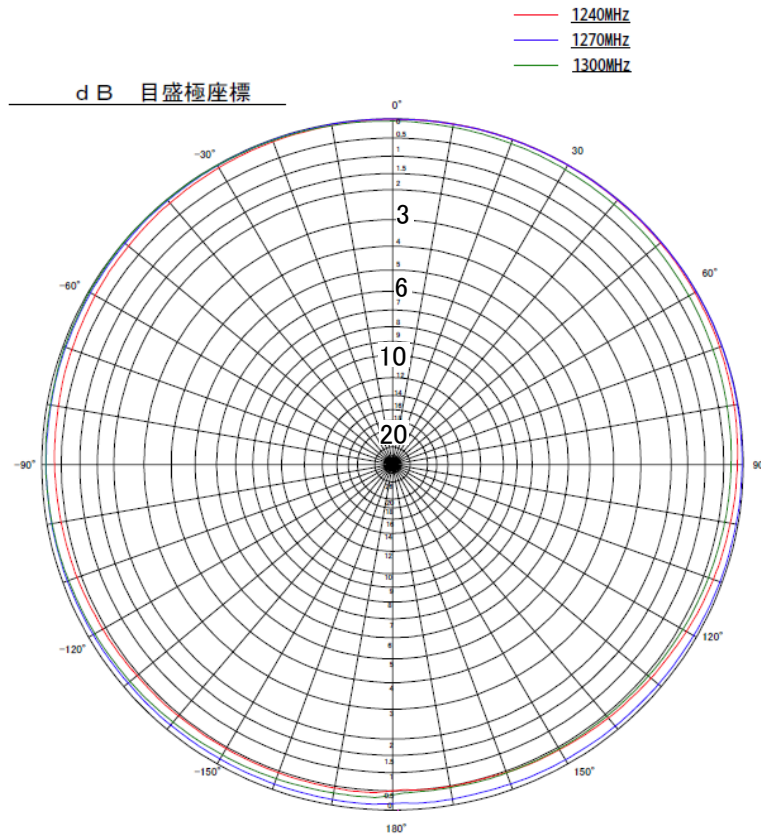
市街地の見通し外伝送では平均的に15dBを超える遮蔽損やフェージングによる影響が発生していると考えられる。



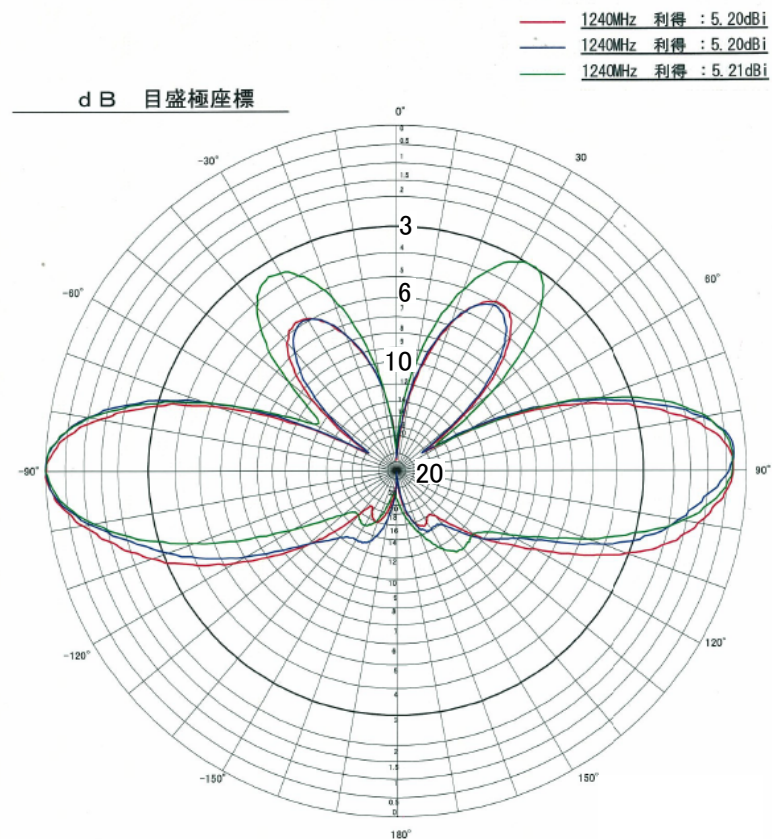
参考資料 8 アンテナの指向特性

・ 1.2GHz 帯

1.2GHz帯2段コリ=7空中線
垂直偏波水平面指向性(実測代表値)

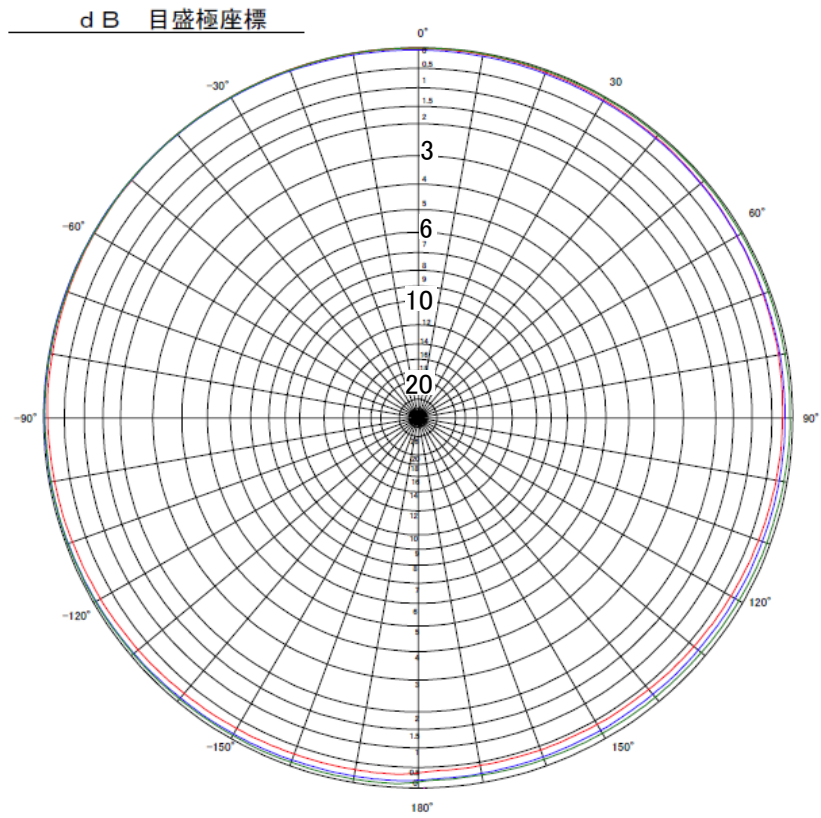


1.2GHz帯2段コリ=7空中線
垂直偏波垂直面指向性(実測代表値)



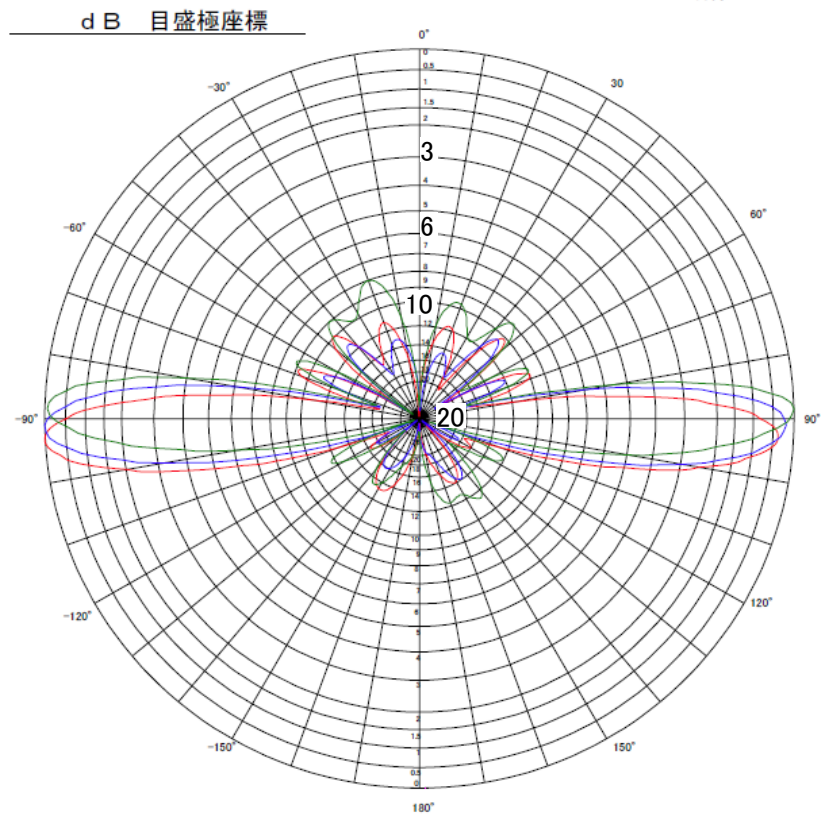
1.2GHz帯4段コリ=7空中線
垂直偏波水平面指向性(実測代表値)

- 1240MHz
- 1270MHz
- 1300MHz



1.2GHz帯4段コリ=7空中線
垂直偏波垂直面指向性(実測代表値)

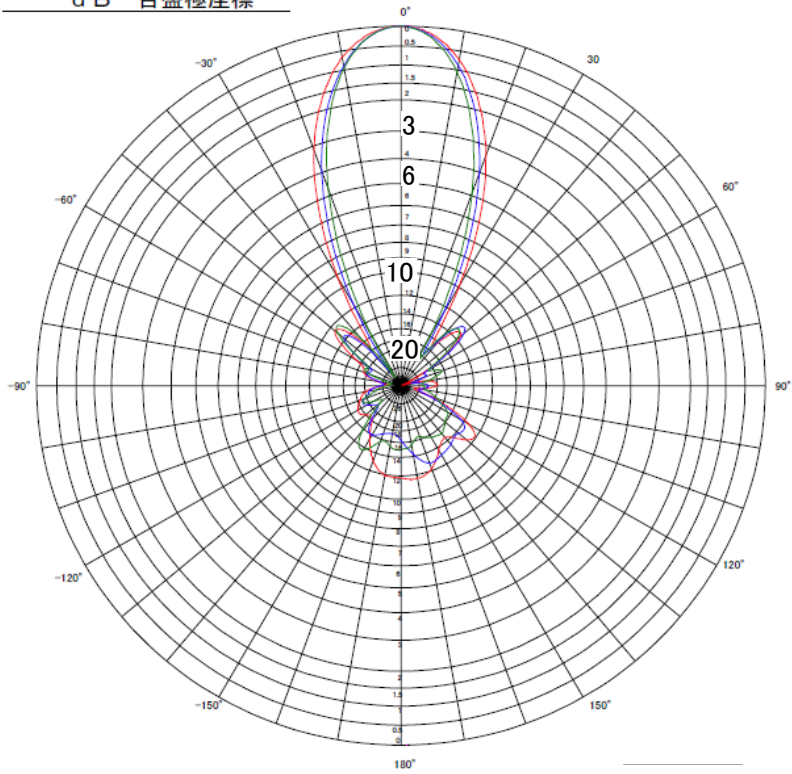
- 1240MHz 利得 : 7.05dBi
- 1270MHz 利得 : 7.24dBi
- 1300MHz 利得 : 6.89dBi



1. 2GHz帯8素子八木空中線
 垂直偏波水平面指向性(実測代表値)

- 1240MHz 利得 : 12.16dBi
- 1270MHz 利得 : 12.20dBi
- 1300MHz 利得 : 12.19dBi

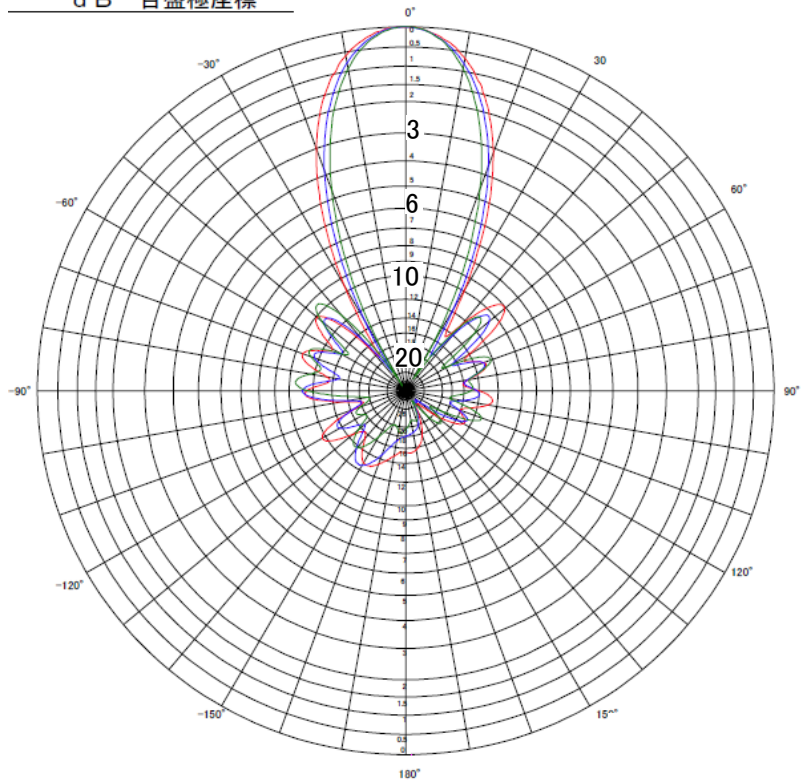
d B 目盛極座標



1. 2GHz帯8素子八木空中線
 垂直偏波垂直面指向性(実測代表値)

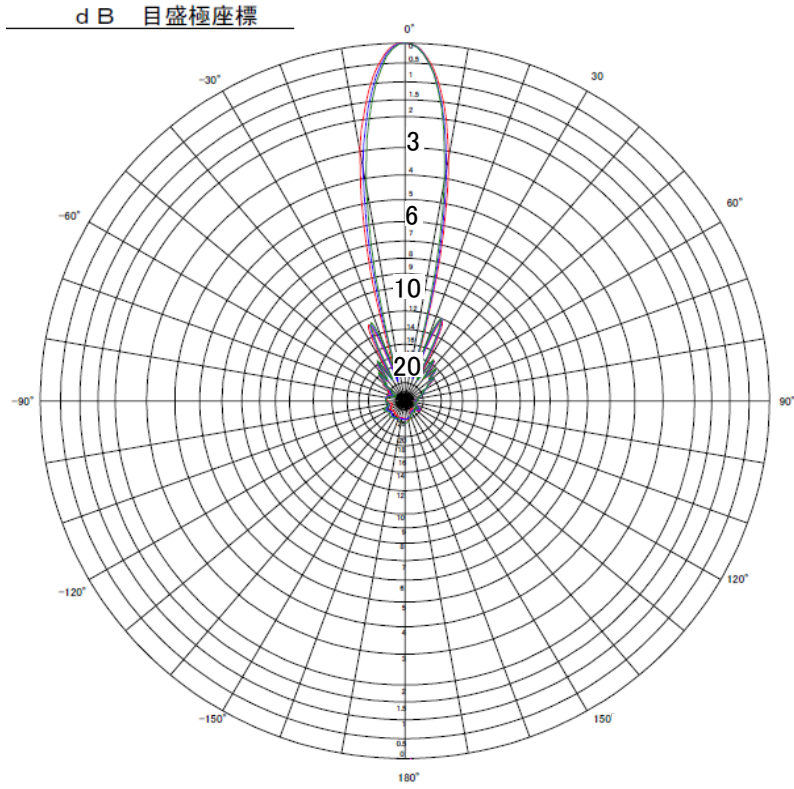
- 1240MHz
- 1270MHz
- 1300MHz

d B 目盛極座標



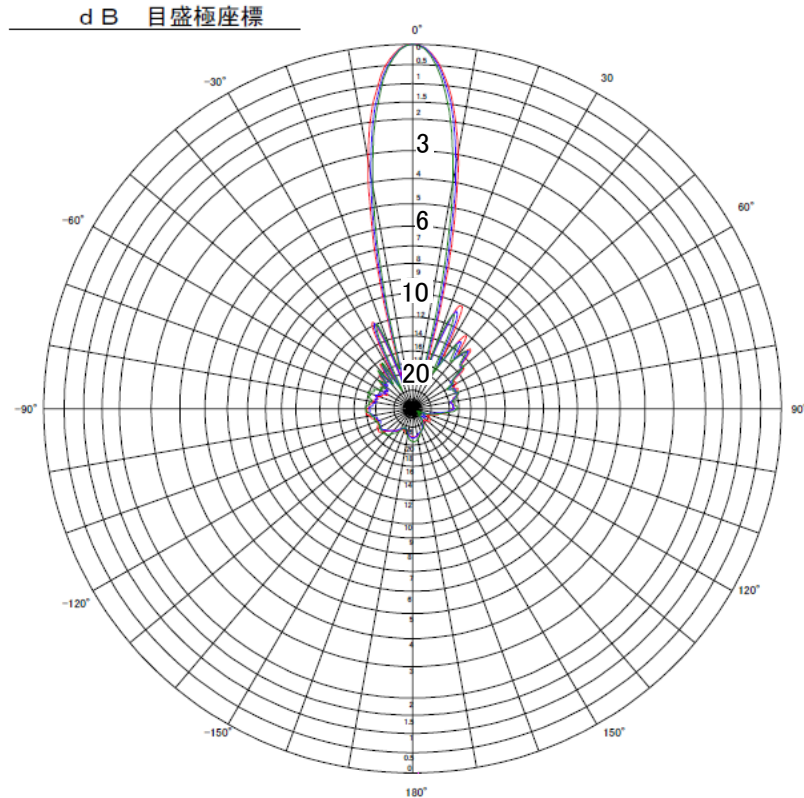
1.2GHz帯 2.6素子八木空中線
 垂直偏波水平面指向性(実測代表値)

- 1240MHz 利得: 18.16dBi
- 1270MHz 利得: 18.11dBi
- 1300MHz 利得: 18.15dBi



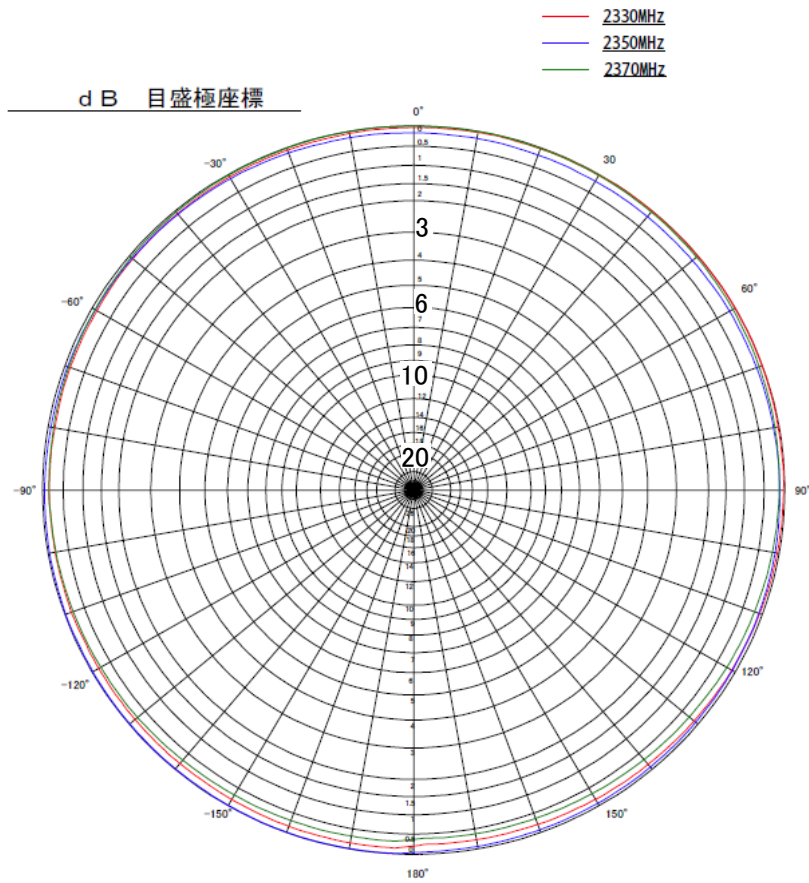
1.2GHz帯 2.6素子八木空中線
 垂直偏波垂直面指向性(実測代表値)

- 1240MHz
- 1270MHz
- 1300MHz

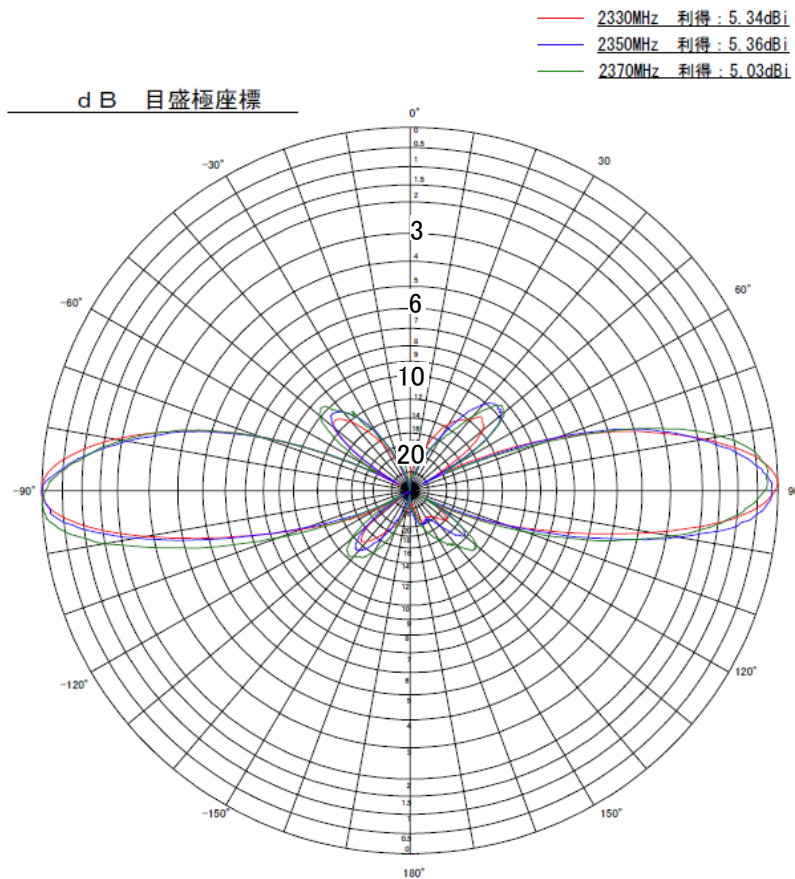


・ 2. 3GHz 帯

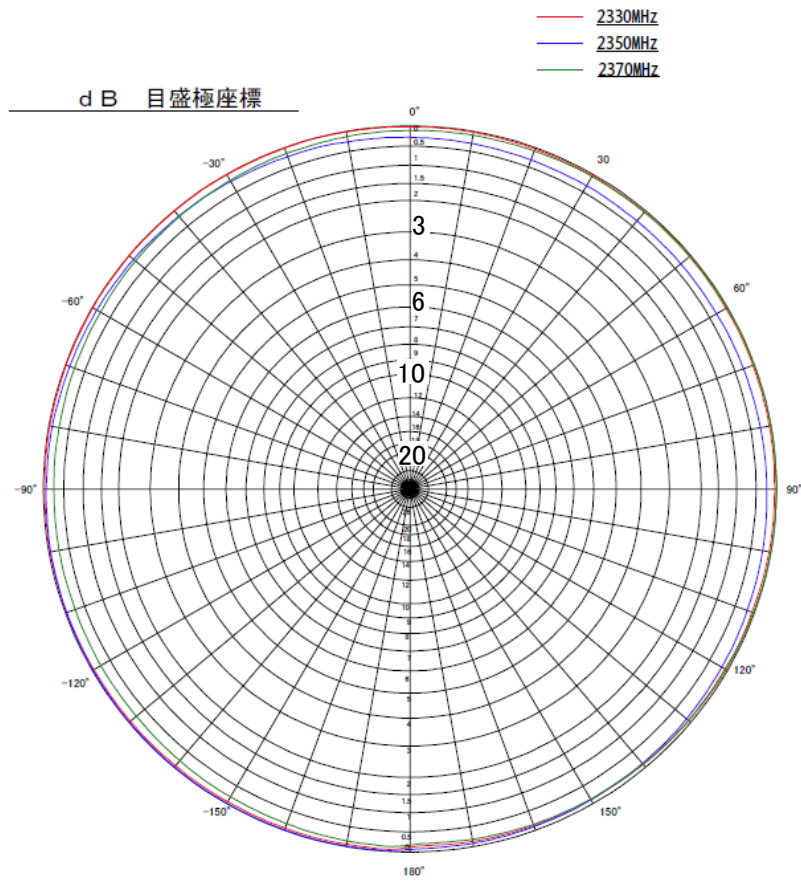
2. 3GHz帯2段コリニア空中線
垂直偏波水平面指向性(実測代表値)



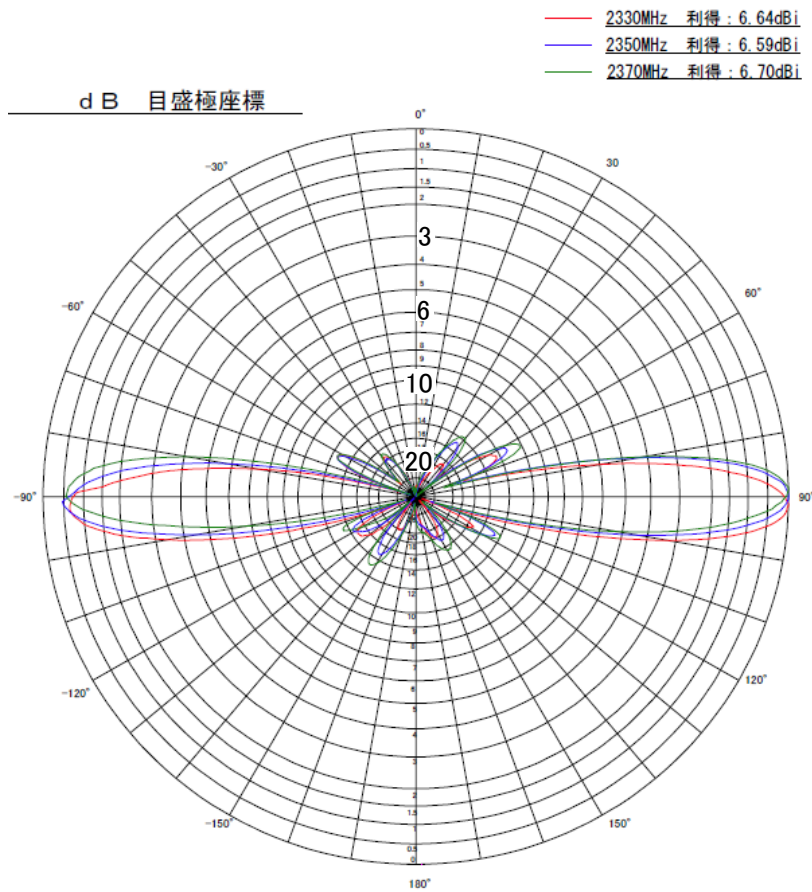
2. 3GHz帯2段コリニア空中線
垂直偏波垂直面指向性(実測代表値)



2.3GHz帯4段コリ-7空中線
 垂直偏波水平面指向性(実測代表値)



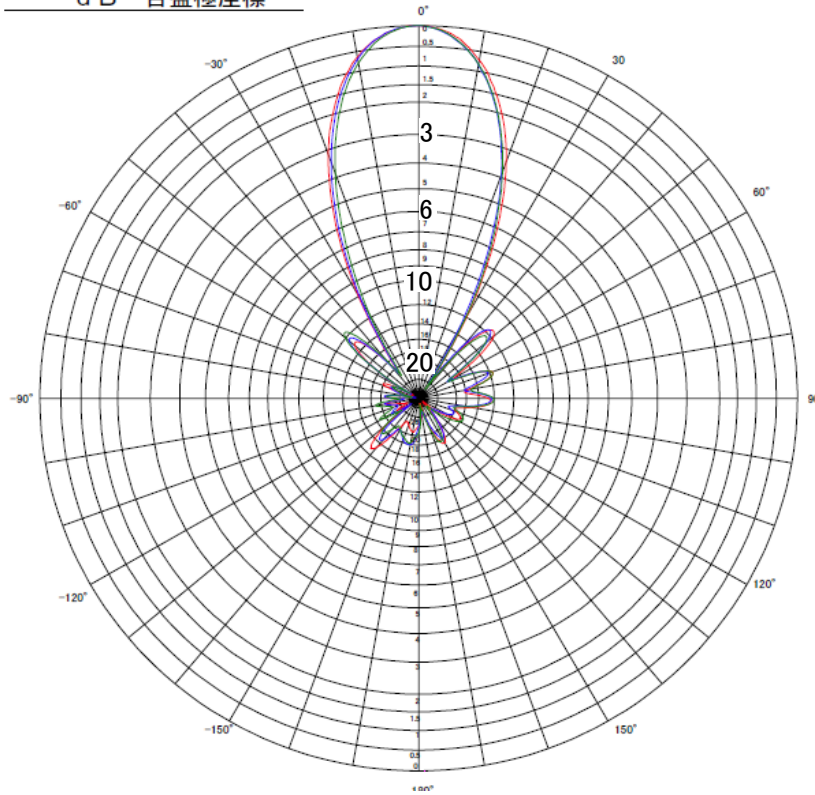
2.3GHz帯4段コリ-7空中線
 垂直偏波垂直面指向性(実測代表値)



2.3GHz帯8素子八木空中線
垂直偏波水平面指向性(実測代表値)

- 2330MHz 利得: 12.21dBi
- 2350MHz 利得: 12.42dBi
- 2370MHz 利得: 12.41dBi

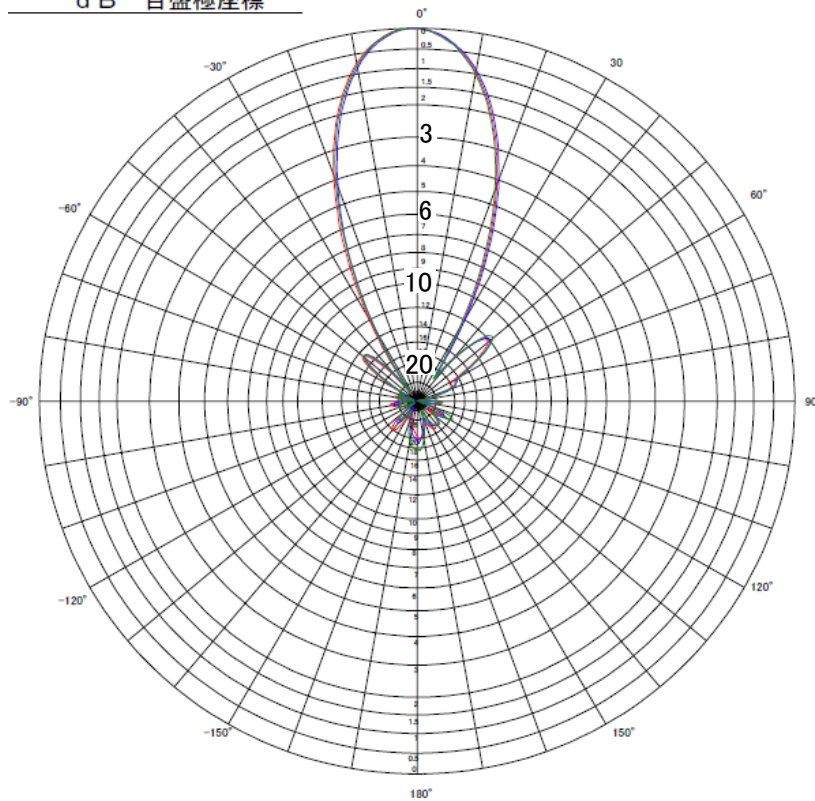
d B 目盛極座標



2.3GHz帯8素子八木空中線
垂直偏波垂直面指向性(実測代表値)

- 2330MHz
- 2350MHz
- 2370MHz

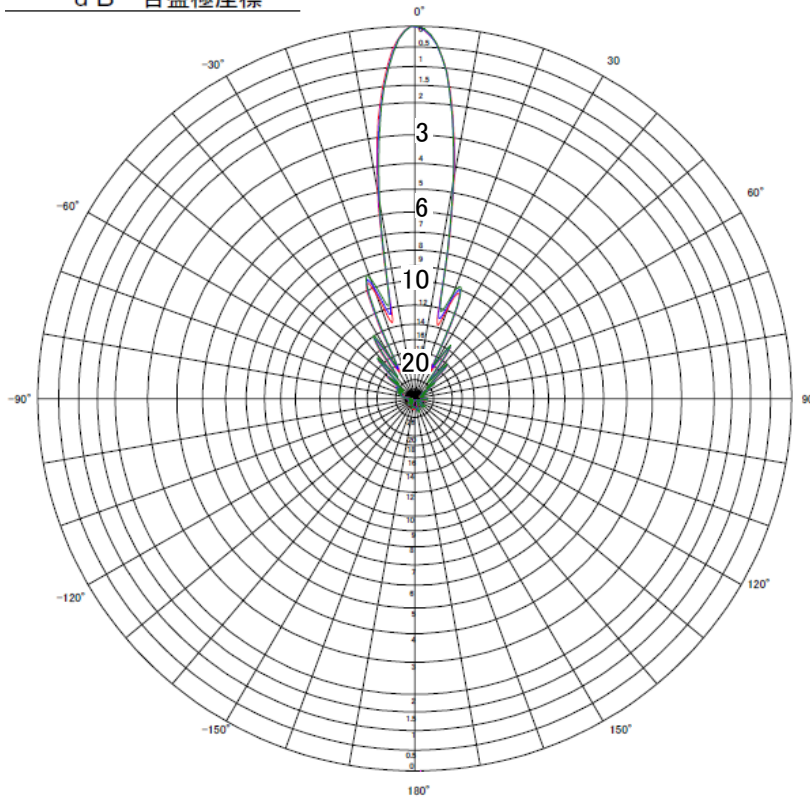
d B 目盛極座標



2.3GHz帯2.6素子八木空中線
 垂直偏波水平面指向性(実測代表値)

- 2330MHz 利得: 18.14dBi
- 2350MHz 利得: 18.18dBi
- 2370MHz 利得: 18.12dBi

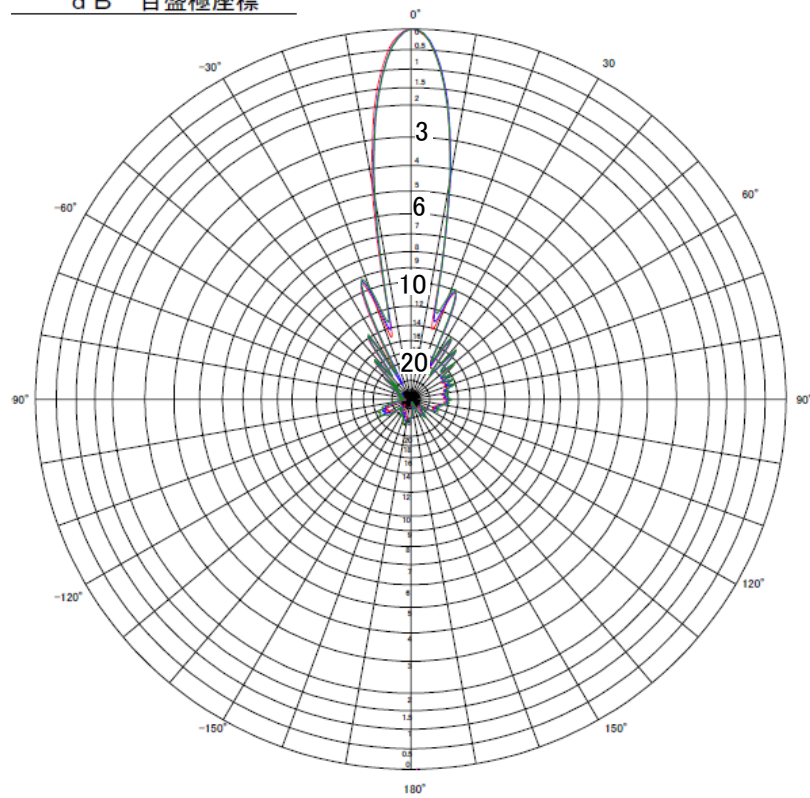
d B 目盛極座標



2.3GHz帯2.6素子八木空中線
 垂直偏波垂直面指向性(実測代表値)

- 2330MHz
- 2350MHz
- 2370MHz

d B 目盛極座標



参考資料9 所要フェージングマージンの算出方法

1 所要フェージングマージンの算出

(1) 固定中継

目標回線品質を満足するための所要フェージングマージン F_{mr} は、次式により求める。

$$F_{mr} = 10 \log [k \cdot P_R / \{P_{is} (d/D) \cdot A\}]$$

ただし、 $F_{mr} < 5\text{dB}$ の場合は、 $F_{mr} = 5\text{dB}$ とする。

k : 年変動による増加係数 2

P_R : レーレーフェージング発生確率

P_{is} : 回線瞬断率規格 5×10^{-5}

d : 区間距離 (km)

D : 伝送区間の距離 (km)

FPU においては一区間伝送であり、 $d=D$

A : スペースダイバーシチ方式による改善率。単一受信時は 1

P_R は次式により求める。

$$P_R = (f/4)^{1.2} \cdot d^{3.5} \cdot Q$$

f : 周波数 (GHz)

d : 伝搬路長 (km)

Q : 伝搬路の状態によって決まる係数 (次表)

分類	伝搬路	平均伝搬路高 h (m)	伝搬路係数 Q
山岳	山岳地帯が大部分を占めている場合	—	2.1×10^{-9}
平野	1 平野が大部分を占めている場合	$h \geq 100$	5.1×10^{-9}
	2 山岳地帯であるが、湾や入江があつて海岸 (水際より 10km 程度までを含む。) あるいは海上が含まれる場合	$h < 100$	$2.35 \times 10^{-8} h^{-1/3}$
海	1 海上	$h \geq 100$	$3.7 \times 10^{-7} h^{-1/2}$
	2 海岸 (水際より 10km 程度までを含む。) で平野	$h < 100$	$3.7 \times 10^{-6} h^{-1}$

表中の平均伝搬路高 (h) は、次式により求める。

$$h = (h_1 + h_2) / 2 - h_m$$

h_1, h_2 : 両局の空中線の海拔高 (m)

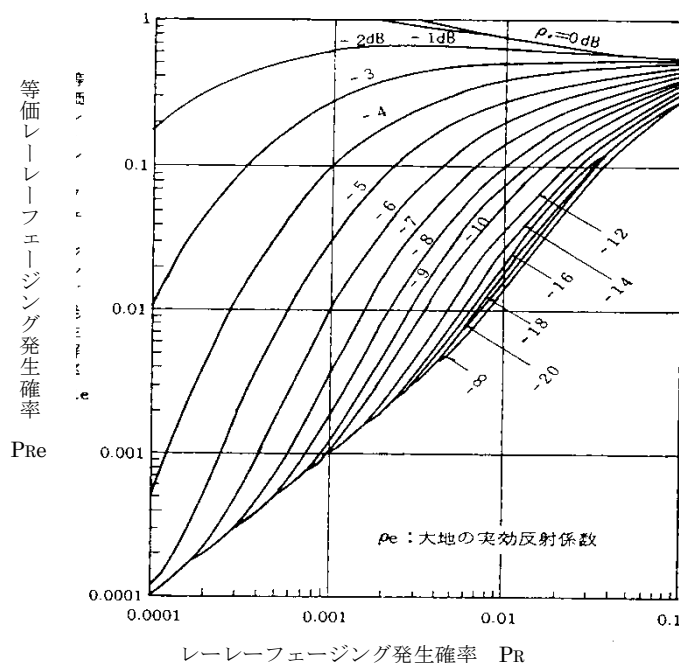
h_m : 平均地表高 (m) ただし、伝搬路が海上の場合には 0 とする。

また、反射がある場合で、実効反射減衰量 (D/U_r) が、 $D/U_r \leq 20\text{dB}$ のときは、 P_R の代わりに下図に示す等価レーレーフェージング発生確率 P_{Re} を用いる。なお、 D/U_r (実効反射減衰量 [dB]) は、下表に示す反射減衰量に送受アンテナの指向減衰量及び反射リッジ損失を加えた値とする。ただし、リッジ損失が 6 dB 以上の場合は、反射波がないものとし、 $D/U_r = \infty$ とする。

反射減衰量

反射点	水面	水田	畑、乾田	都市、森林、山岳
反射減衰量	0dB	2dB	6dB	14dB

反射波がある場合の等価レーレーフェージング発生確率

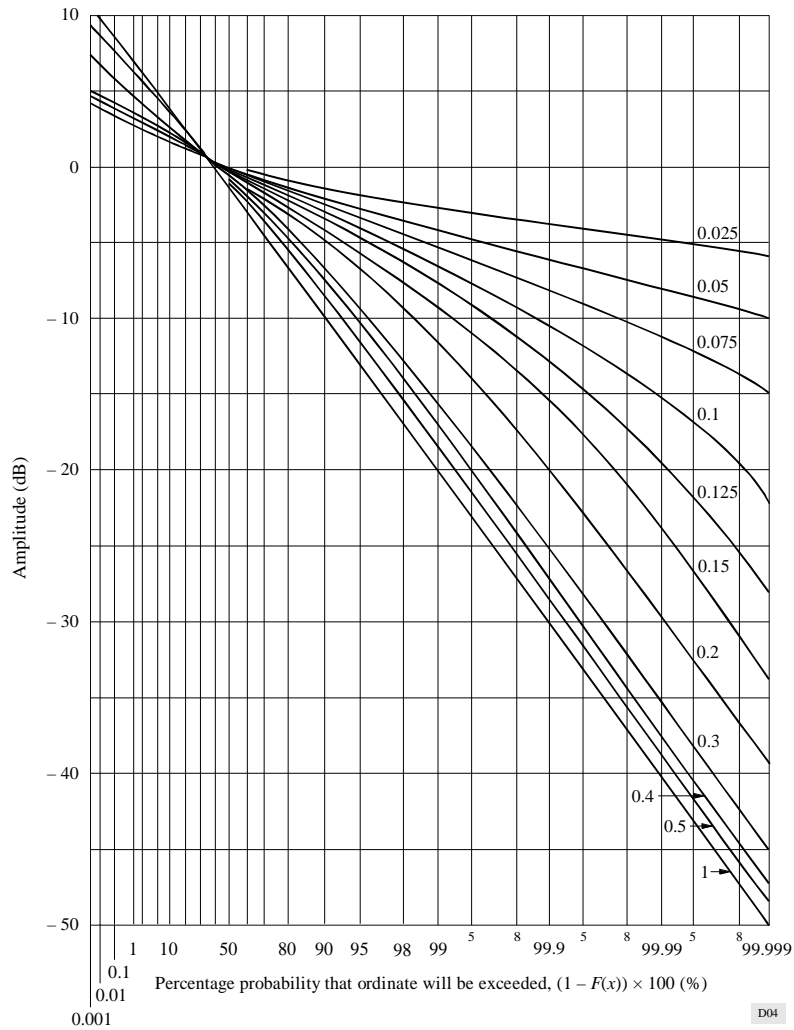


(2) 移動中継

フェージングマージンを算出するための標準回線モデルには、仲上ーライスフェージングモデルを用いる。上記モデルの受信電界（縦軸）と縦軸の値以上となる確率（横軸）の関係を下図に示す。パラメータは直接波と反射波（フェージング波）の CMR (Carrier to Multipath Ratio) である。このパラメータは都市構造など伝搬環境によって定まる値である。ここでは、ある程度の見通しが得られる場合の一般的な値として、CMR を 0.125~0.15 (8dB~9dB) とする。

下図より、回線瞬断率が 0.5% 以下（下図では横軸の値が 99.5%）となる受信電界値は -10dB である。これより、所要フェージングマージンは 10dB となる。移動中継を行う場合の所要フェージングマージン F_{mr_rice} は、10dB を標準値とする。

FIGURE 4
Nakagami-Rice distribution for a constant total power (with the fraction of power carried by the random vector as parameter)



引用文献： Rec. ITU-R P. 1057, “Probability distributions relevant to radioWave propagation modelling”, 1994

2 所要フェージングマージンの算出例

伝搬路条件を平野とした場合の所要フェージングマージンを下表に示す。

(a) 固定中継

伝搬路条件を平野（平均伝搬路高 100m 以上）とした場合の所要フェージングマージン

	10km	20km	30km	40km	50km	60km
1. 2GHz 帯	5. 0dB	5. 0dB	5. 0dB	5. 0dB	5. 1dB	7. 9dB
2. 3GHz 帯						

(b) 移動中継

仲上ーライスフェージングモデル (CMR=8.5) を用いた場合の所要フェージングマージン

	0.1~10km
1. 2GHz 帯	10.0dB
2. 3GHz 帯	

参考資料 10 空中線電力算出回線設計例

(1) フルモードの空中線電力算出のための回線設計例を以下に示す。

表 10-1 モデル 1 (中継車から受信基地局へ固定中継 : 50km) 1.2GHz 帯

周波数帯	800MHz	1.2GHz				
		フルモード	フルモード	フルモード	フルモード	フルモード
送信周波数f[GHz]	0.788	1.27	1.27	1.27	1.27	1.27
送信出力W[W]／アンテナ	5.00	22.44	28.25	28.25	39.90	53.82
送信出力W[dBm]	37.0	43.5	44.5	44.5	46.0	47.3
送信アンテナ利得Gt[dBi](8素子)	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0
送信給電線損失Lt[dB]	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
実効放射電力(WGt/Lt)[dBm]	47.5	54.0	55.0	55.0	56.5	57.8
伝送距離d[km]	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0
自由空間伝搬損失($\lambda / 4\pi d$) ² [dB]	124.3	128.5	128.5	128.5	128.5	128.5
障害物透過損マージン[dB]	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
一区間瞬断時間率[%]	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
所要フェージングマージンFmr[dB]	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1
受信アンテナ利得Gr[dBi](26素子)	18.1	18.1	18.1	18.1	18.1	18.1
受信給電線損失Lr[dB]	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
受信電力Ci[dBm]	-65.3	-62.9	-61.9	-61.9	-60.4	-59.1
ボルツマン定数k[W/(Hz・K)]	1.38E-23	1.38E-23	1.38E-23	1.38E-23	1.38E-23	1.38E-23
ボルツマン定数k[dBm/(Hz・K)]	-198.6	-198.6	-198.6	-198.6	-198.6	-198.6
標準温度T0[dBK]	24.8	24.8	24.8	24.8	24.8	24.8
信号帯域幅B[MHz]	8.5	17.2	17.2	17.2	17.2	17.2
信号帯域幅B[dBHz]	69.3	72.4	72.4	72.4	72.4	72.4
受信機雑音指数F[dB]	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
受信機熱雑音Ni=kT0BF[dBm]	-100.5	-97.4	-97.4	-97.4	-97.4	-97.4
受信機熱雑音C/N[dB]	35.2	34.5	35.5	35.5	37.0	38.3
所要C/N[dB]	15.0	19.5	20.5	20.5	22.0	23.3
伝送マージン[dB]	20.2	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0
伝送方式	SISO	○ SISO	○ SISO	○ SISO	○ SISO	○ SISO
変調方式	16QAM	32QAM	32QAM	64QAM	64QAM	64QAM
誤り訂正(内符号)	畳込み 2/3	3/4	5/6	2/3	3/4	5/6
誤り訂正(外符号)	RS(204,188)	RS(204,188)	RS(204,188)	RS(204,188)	RS(204,188)	RS(204,188)
TSレート (Mbps)	15.9	44.736	49.707	47.718	53.683	56.648

表 10-2 モデル 1 (中継車から受信基地局へ固定中継 : 50km) 2.3GHz 帯

周波数帯	800MHz	2.3GHz				
		フルモード	フルモード	フルモード	フルモード	フルモード
送信周波数f[GHz]	0.788	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35
送信出力W[W]／アンテナ	5.00	37.63	47.37	47.37	66.91	90.26
送信出力W[dBm]	37.0	45.8	46.8	46.8	48.3	49.6
送信アンテナ利得Gr[dBi](8素子)	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0
送信給電線損失Lt[dB]	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4
実効放射電力(WGt/Lt)[dBm]	47.6	56.4	57.4	57.4	58.9	60.2
伝送距離d[km]	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0
自由空間伝搬損失($\lambda / 4\pi d$) ² [dB]	124.3	133.8	133.8	133.8	133.8	133.8
障害物透過損マージン[dB]	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
一区間瞬断時間率[%]	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
所要フェージングマージンFmr[dB]	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1
受信アンテナ利得Gr[dBi](26素子2スタック)	21.1	21.1	21.1	21.1	21.1	21.1
受信給電線損失Lr[dB]	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
受信電力Ci[dBm]	-62.2	-62.9	-61.9	-61.9	-60.4	-59.1
ボルツマン定数k[W/(Hz・K)]	1.38E-23	1.38E-23	1.38E-23	1.38E-23	1.38E-23	1.38E-23
ボルツマン定数k[dBm/(Hz・K)]	-198.6	-198.6	-198.6	-198.6	-198.6	-198.6
標準温度T0[dBK]	24.8	24.8	24.8	24.8	24.8	24.8
信号帯域幅B[MHz]	8.5	17.2	17.2	17.2	17.2	17.2
信号帯域幅B[dBHz]	69.3	72.4	72.4	72.4	72.4	72.4
受信機雑音指数F[dB]	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
受信機熱雑音Ni=kT0BF[dBm]	-100.5	-97.4	-97.4	-97.4	-97.4	-97.4
受信機熱雑音C/N[dB]	38.3	34.5	35.5	35.5	37.0	38.3
所要C/N[dB]	15.0	19.5	20.5	20.5	22.0	23.3
伝送マージン[dB]	23.3	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0
伝送方式	SISO	○ SISO	○ SISO	○ SISO	○ SISO	○ SISO
変調方式	16QAM	32QAM	32QAM	64QAM	64QAM	64QAM
誤り訂正(内符号)	畳込み 2/3	3/4	5/6	2/3	3/4	5/6
誤り訂正(外符号)	RS(204,188)	RS(204,188)	RS(204,188)	RS(204,188)	RS(204,188)	RS(204,188)
TSレート (Mbps)	15.9	44.736	49.707	47.718	53.683	56.648

表 10-3 モデル 2 (中継車から受信基地局へ移動中継 : 10km) 1.2GHz 帯

周波数帯	800MHz	1.2GHz											
		フルモード	フルモード	フルモード	フルモード	フルモード	フルモード	フルモード	フルモード	フルモード	フルモード	フルモード	フルモード
送信周波数f[GHz]	0.788	1.27	1.27	1.27	1.27	1.27	1.27	1.27	1.27	1.27	1.27	1.27	1.27
送信出力W[W]/アンテナ	5.00	24.16	33.34	41.98	28.38	48.20	66.53	83.76	51.64	83.76	118.31	159.59	
送信出力W[dBm]	37.0	43.8	45.2	46.2	44.5	46.8	48.2	49.2	47.1	49.2	50.7	52.0	
送信アンテナ利得G[dBi](4段コーリニア)	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	
送信給電線損失Ll[dB]	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	
実効放射電力(WGt/Lt)[dBm]	42.8	49.6	51.0	52.0	50.3	52.6	54.0	55.0	52.9	55.0	56.5	57.8	
伝送距離d[km]	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	
自由空間伝搬損失($\lambda/4\pi d$)2[dB]	110.3	114.5	114.5	114.5	114.5	114.5	114.5	114.5	114.5	114.5	114.5	114.5	
障害物透過損失マージン[dB]	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	
一区間瞬断時間率[%]	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	
所要フェージングマージンF _{mr rice} [dB]	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	
受信アンテナ利得Gr[dBi](12素子)	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	
受信給電線損失Lr[dB]	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	
受信電力Cr[dBm]	-70.0	-67.3	-65.9	-64.9	-66.6	-64.3	-62.9	-61.9	-64.0	-61.9	-60.4	-59.1	
ボルツマン定数k[W/(Hz·K)]	1.38E-23	1.38E-23	1.38E-23	1.38E-23	1.38E-23	1.38E-23	1.38E-23	1.38E-23	1.38E-23	1.38E-23	1.38E-23	1.38E-23	
ボルツマン定数k[dBm/(Hz·K)]	-198.6	-198.6	-198.6	-198.6	-198.6	-198.6	-198.6	-198.6	-198.6	-198.6	-198.6	-198.6	
標準温度T0[dBk]	24.8	24.8	24.8	24.8	24.8	24.8	24.8	24.8	24.8	24.8	24.8	24.8	
信号帯域幅B[MHz]	8.5	17.2	17.2	17.2	17.2	17.2	17.2	17.2	17.2	17.2	17.2	17.2	
信号帯域幅B[dBHz]	69.3	72.4	72.4	72.4	72.4	72.4	72.4	72.4	72.4	72.4	72.4	72.4	
受信機雑音指数F[dB]	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	
受信機熱雑音Ni=kT0BFB[dBm]	-100.5	-97.4	-97.4	-97.4	-97.4	-97.4	-97.4	-97.4	-97.4	-97.4	-97.4	-97.4	
受信機熱雑音C/N[dB]	30.5	30.1	31.5	32.5	30.8	33.1	34.5	35.5	33.4	35.5	37.0	38.3	
所要C/N[dB]	15.0	15.1	16.5	17.5	15.8	18.1	19.5	20.5	18.4	20.5	22.0	23.3	
伝送マージン[dB]	15.5	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	
伝送方式	SISO	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	
変調方式	16QAM	SISO	SISO	SISO	SISO	SISO	SISO	SISO	SISO	SISO	SISO	SISO	
誤り訂正(内符号)	畳込み 2/3	2/3	3/4	5/6	1/2	2/3	3/4	5/6	1/2	2/3	3/4	5/6	
誤り訂正(外符号)	RS(204,188)	RS(204,188)	RS(204,188)	RS(204,188)	RS(204,188)	RS(204,188)	RS(204,188)	RS(204,188)	RS(204,188)	RS(204,188)	RS(204,188)	RS(204,188)	
TSレート (Mbps)	15.9	31.812	35.789	39.765	29.824	39.765	44.736	49.707	35.789	47.718	53.683	56.648	

表 10-4 モデル 2 (中継車から受信基地局へ移動中継 : 10km) 2.3GHz 帯

周波数帯	800MHz	2.3GHz											
		フルモード	フルモード	フルモード	フルモード	フルモード	フルモード	フルモード	フルモード	フルモード	フルモード	フルモード	フルモード
送信周波数f[GHz]	0.788	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	
送信出力W[W]/アンテナ	5.00	32.18	44.42	55.92	37.80	64.20	88.62	111.57	68.79	111.57	157.60	212.59	
送信出力W[dBm]	37.0	45.1	46.5	47.5	45.8	48.1	49.5	50.5	48.4	50.5	52.0	53.3	
送信アンテナ利得G[dBi](4段コーリニア)	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	
送信給電線損失Ll[dB]	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	
実効放射電力(WGt/Lt)[dBm]	42.8	50.9	52.3	53.3	51.6	53.9	55.3	56.3	54.2	56.3	57.8	59.1	
伝送距離d[km]	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	
自由空間伝搬損失($\lambda/4\pi d$)2[dB]	110.3	119.8	119.8	119.8	119.8	119.8	119.8	119.8	119.8	119.8	119.8	119.8	
障害物透過損失マージン[dB]	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	
一区間瞬断時間率[%]	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	
所要フェージングマージンF _{mr rice} [dB]	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	
受信アンテナ利得Gr[dBi](26素子)	18.1	18.1	18.1	18.1	18.1	18.1	18.1	18.1	18.1	18.1	18.1	18.1	
受信給電線損失Lr[dB]	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	
受信電力Cr[dBm]	-65.9	-67.3	-65.9	-64.9	-66.6	-64.3	-62.9	-61.9	-64.0	-61.9	-60.4	-59.1	
ボルツマン定数k[W/(Hz·K)]	1.38E-23	1.38E-23	1.38E-23	1.38E-23	1.38E-23	1.38E-23	1.38E-23	1.38E-23	1.38E-23	1.38E-23	1.38E-23	1.38E-23	
ボルツマン定数k[dBm/(Hz·K)]	-198.6	-198.6	-198.6	-198.6	-198.6	-198.6	-198.6	-198.6	-198.6	-198.6	-198.6	-198.6	
標準温度T0[dBk]	24.8	24.8	24.8	24.8	24.8	24.8	24.8	24.8	24.8	24.8	24.8	24.8	
信号帯域幅B[MHz]	8.5	17.2	17.2	17.2	17.2	17.2	17.2	17.2	17.2	17.2	17.2	17.2	
信号帯域幅B[dBHz]	69.3	72.4	72.4	72.4	72.4	72.4	72.4	72.4	72.4	72.4	72.4	72.4	
受信機雑音指数F[dB]	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	
受信機熱雑音Ni=kT0BFB[dBm]	-100.5	-97.4	-97.4	-97.4	-97.4	-97.4	-97.4	-97.4	-97.4	-97.4	-97.4	-97.4	
受信機熱雑音C/N[dB]	34.6	30.1	31.5	32.5	30.8	33.1	34.5	35.5	33.4	35.5	37.0	38.3	
所要C/N[dB]	15.0	15.1	16.5	17.5	15.8	18.1	19.5	20.5	18.4	20.5	22.0	23.3	
伝送マージン[dB]	19.6	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	
伝送方式	SISO	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	
変調方式	16QAM	SISO	SISO	SISO	SISO	SISO	SISO	SISO	SISO	SISO	SISO	SISO	
誤り訂正(内符号)	畳込み 2/3	2/3	3/4	5/6	1/2	2/3	3/4	5/6	1/2	2/3	3/4	5/6	
誤り訂正(外符号)	RS(204,188)	RS(204,188)	RS(204,188)	RS(204,188)	RS(204,188)	RS(204,188)	RS(204,188)	RS(204,188)	RS(204,188)	RS(204,188)	RS(204,188)	RS(204,188)	
TSレート (Mbps)	15.9	31.812	35.789	39.765	29.824	39.765	44.736	49.707	35.789	47.718	53.683	56.648	

表 10-5 モデル 3 (市街地中継車から受信基地局へ移動中継 : 3km) 1.2GHz 帯

周波数帯	800MHz	1.2GHz										
		フルモード	フルモード	フルモード	フルモード	フルモード	フルモード	フルモード	フルモード	フルモード	フルモード	フルモード
送信周波数f[GHz]	0.788	1.27	1.27	1.27	1.27	1.27	1.27	1.27	1.27	1.27	1.27	1.27
送信出力W[W]/アンテナ	5.00	4.54	6.27	7.89	5.34	9.06	12.51	15.75	9.71	15.75	22.25	30.01
送信出力W[dBm]	37.0	36.6	38.0	39.0	37.3	39.6	41.0	42.0	39.9	42.0	43.5	44.8
送信アンテナ利得G[dBi](3段コーリニア)	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0
送信給電線損失L[dB]	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4
実効放射電力(WGt/Lt)[dBm]	41.6	41.2	42.6	43.6	41.9	44.2	45.6	46.6	44.5	46.6	48.1	49.4
伝送距離d[km]	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
自由空間伝搬損失($\lambda/4\pi d$) ² [dB]	99.9	104.0	104.0	104.0	104.0	104.0	104.0	104.0	104.0	104.0	104.0	104.0
障害物透過損失マージン[dB]	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
一区間中断時間率[%]	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
所要フェージングマージンF _{mr rice} [dB]	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
受信アンテナ利得G[dBi](8素子)	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0
受信給電線損失L[dB]	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
受信電力C[dBm]	-62.8	-67.3	-65.9	-64.9	-66.6	-64.3	-62.9	-61.9	-64.0	-61.9	-60.4	-59.1
ボルツマン定数k[W/(Hz·K)]	1.38E-23	1.38E-23	1.38E-23	1.38E-23	1.38E-23	1.38E-23	1.38E-23	1.38E-23	1.38E-23	1.38E-23	1.38E-23	1.38E-23
ボルツマン定数k[dBm/(Hz·K)]	-198.6	-198.6	-198.6	-198.6	-198.6	-198.6	-198.6	-198.6	-198.6	-198.6	-198.6	-198.6
標準温度T0[dBK]	24.8	24.8	24.8	24.8	24.8	24.8	24.8	24.8	24.8	24.8	24.8	24.8
信号帯域幅B[MHz]	8.5	17.2	17.2	17.2	17.2	17.2	17.2	17.2	17.2	17.2	17.2	17.2
信号帯域幅B[dBHz]	69.3	72.4	72.4	72.4	72.4	72.4	72.4	72.4	72.4	72.4	72.4	72.4
受信機雑音指数F[dB]	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
受信機熱雑音Ni=kT0BF[dBm]	-100.5	-97.4	-97.4	-97.4	-97.4	-97.4	-97.4	-97.4	-97.4	-97.4	-97.4	-97.4
受信機熱雑音C/N[dB]	37.7	30.1	31.5	32.5	30.8	33.1	34.5	35.5	33.4	35.5	37.0	38.3
所要C/N[dB]	15.0	15.1	16.5	17.5	15.8	18.1	19.5	20.5	18.4	20.5	22.0	23.3
伝送マージン[dB]	22.7	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0
伝送方式	SISO	SISO	SISO	SISO	SISO	SISO	SISO	SISO	SISO	SISO	SISO	SISO
変調方式	16QAM	16QAM	16QAM	16QAM	32QAM	32QAM	32QAM	32QAM	64QAM	64QAM	64QAM	64QAM
誤り訂正(内符号)	畳込み 2/3	2/3	3/4	5/6	1/2	2/3	3/4	5/6	1/2	2/3	3/4	5/6
誤り訂正(外符号)	RS(204,188)	RS(204,188)	RS(204,188)	RS(204,188)	RS(204,188)	RS(204,188)	RS(204,188)	RS(204,188)	RS(204,188)	RS(204,188)	RS(204,188)	RS(204,188)
TSLレート (Mbps)	15.9	31.812	35.789	39.765	29.824	39.765	44.736	49.707	35.789	47.718	53.683	56.648

表 10-6 モデル 3 (市街地中継車から受信基地局へ移動中継 : 3km) 2.3GHz 帯

周波数帯	800MHz	2.3GHz										
		フルモード	フルモード	フルモード	フルモード	フルモード	フルモード	フルモード	フルモード	フルモード	フルモード	フルモード
送信周波数f[GHz]	0.788	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35
送信出力W[W]/アンテナ	5.00	7.44	10.28	12.94	8.75	14.85	20.50	25.81	15.91	25.81	36.46	49.18
送信出力W[dBm]	37.0	38.7	40.1	41.1	39.4	41.7	43.1	44.1	42.0	44.1	45.6	46.9
送信アンテナ利得G[dBi](4段コーリニア)	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2
送信給電線損失L[dB]	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4
実効放射電力(WGt/Lt)[dBm]	42.8	44.5	45.9	46.9	45.2	47.5	48.9	49.9	47.8	49.9	51.4	52.7
伝送距離d[km]	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
自由空間伝搬損失($\lambda/4\pi d$) ² [dB]	99.9	109.4	109.4	109.4	109.4	109.4	109.4	109.4	109.4	109.4	109.4	109.4
障害物透過損失マージン[dB]	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
一区間中断時間率[%]	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
所要フェージングマージンF _{mr rice} [dB]	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
受信アンテナ利得G[dBi](12素子)	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0
受信給電線損失L[dB]	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
受信電力C[dBm]	-59.6	-67.3	-65.9	-64.9	-66.6	-64.3	-62.9	-61.9	-64.0	-61.9	-60.4	-59.1
ボルツマン定数k[W/(Hz·K)]	1.38E-23	1.38E-23	1.38E-23	1.38E-23	1.38E-23	1.38E-23	1.38E-23	1.38E-23	1.38E-23	1.38E-23	1.38E-23	1.38E-23
ボルツマン定数k[dBm/(Hz·K)]	-198.6	-198.6	-198.6	-198.6	-198.6	-198.6	-198.6	-198.6	-198.6	-198.6	-198.6	-198.6
標準温度T0[dBK]	24.8	24.8	24.8	24.8	24.8	24.8	24.8	24.8	24.8	24.8	24.8	24.8
信号帯域幅B[MHz]	8.5	17.2	17.2	17.2	17.2	17.2	17.2	17.2	17.2	17.2	17.2	17.2
信号帯域幅B[dBHz]	69.3	72.4	72.4	72.4	72.4	72.4	72.4	72.4	72.4	72.4	72.4	72.4
受信機雑音指数F[dB]	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
受信機熱雑音Ni=kT0BF[dBm]	-100.5	-97.4	-97.4	-97.4	-97.4	-97.4	-97.4	-97.4	-97.4	-97.4	-97.4	-97.4
受信機熱雑音C/N[dB]	40.9	30.1	31.5	32.5	30.8	33.1	34.5	35.5	33.4	35.5	37.0	38.3
所要C/N[dB]	15.0	15.1	16.5	17.5	15.8	18.1	19.5	20.5	18.4	20.5	22.0	23.3
伝送マージン[dB]	25.9	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0
伝送方式	SISO	SISO	SISO	SISO	SISO	SISO	SISO	SISO	SISO	SISO	SISO	SISO
変調方式	16QAM	16QAM	16QAM	16QAM	32QAM	32QAM	32QAM	32QAM	64QAM	64QAM	64QAM	64QAM
誤り訂正(内符号)	畳込み 2/3	2/3	3/4	5/6	1/2	2/3	3/4	5/6	1/2	2/3	3/4	5/6
誤り訂正(外符号)	RS(204,188)	RS(204,188)	RS(204,188)	RS(204,188)	RS(204,188)	RS(204,188)	RS(204,188)	RS(204,188)	RS(204,188)	RS(204,188)	RS(204,188)	RS(204,188)
TSLレート (Mbps)	15.9	31.812	35.789	39.765	29.824	39.765	44.736	49.707	35.789	47.718	53.683	56.648

表 10-7 モデル 4 (中継車からヘリへ移動中継 : 2km) 1.2GHz 帯

周波数帯	800MHz	1.2GHz										
		フルモード	フルモード	フルモード	フルモード	フルモード	フルモード	フルモード	フルモード	フルモード	フルモード	フルモード
送信周波数f[GHz]	0.788	1.27	1.27	1.27	1.27	1.27	1.27	1.27	1.27	1.27	1.27	1.27
送信出力W[W]/アンテナ	5.00	7.67	10.59	13.34	9.02	15.31	21.14	26.61	16.41	26.61	37.59	50.71
送信出力W[dBm]	37.0	38.9	40.3	41.3	39.6	41.9	43.3	44.3	42.2	44.3	45.8	47.1
送信アンテナ利得G[dBi](2段コーリニア:垂直)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
送信給電線損失L[dB]	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4
実効放射電力(WGt/Lt)[dBm]	35.6	37.5	38.9	39.9	38.2	40.5	41.9	42.9	40.8	42.9	44.4	45.7
伝送距離d[km]	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
自由空間伝搬損失($\lambda/4\pi d$)2[dB]	96.4	100.5	100.5	100.5	100.5	100.5	100.5	100.5	100.5	100.5	100.5	100.5
障害物透過損失マージン[dB]	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
一区間断続時間率[%]	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
所要フェージングマージンFmr rice[dB]	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
受信アンテナ利得G[dBi](平面)	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2
受信給電線損失L[dB]	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
受信電力Ci[dBm]	-65.1	-67.3	-65.9	-64.9	-66.6	-64.3	-62.9	-61.9	-64.0	-61.9	-60.4	-59.1
ボルツマン定数k[W/(Hz·K)]	1.38E-23	1.38E-23	1.38E-23	1.38E-23	1.38E-23	1.38E-23	1.38E-23	1.38E-23	1.38E-23	1.38E-23	1.38E-23	1.38E-23
ボルツマン定数k[dBm/(Hz·K)]	-198.6	-198.6	-198.6	-198.6	-198.6	-198.6	-198.6	-198.6	-198.6	-198.6	-198.6	-198.6
標準温度T0[dBK]	24.8	24.8	24.8	24.8	24.8	24.8	24.8	24.8	24.8	24.8	24.8	24.8
信号帯域幅B[MHz]	8.5	17.2	17.2	17.2	17.2	17.2	17.2	17.2	17.2	17.2	17.2	17.2
信号帯域幅B[dBHz]	69.3	72.4	72.4	72.4	72.4	72.4	72.4	72.4	72.4	72.4	72.4	72.4
受信機雑音指数F[dB]	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
受信機熱雑音Ni=kT0BF[dBm]	-100.5	-97.4	-97.4	-97.4	-97.4	-97.4	-97.4	-97.4	-97.4	-97.4	-97.4	-97.4
受信機熱雑音C/N[dB]	35.4	30.1	31.5	32.5	30.8	33.1	34.5	35.5	33.4	35.5	37.0	38.3
所要C/N[dB]	15.0	15.1	16.5	17.5	15.8	18.1	19.5	20.5	18.4	20.5	22.0	23.3
伝送マージン[dB]	20.4	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0
伝送方式	SISO	SISO	SISO	SISO	SISO	SISO	SISO	SISO	SISO	SISO	SISO	SISO
変調方式	16QAM	16QAM	16QAM	16QAM	32QAM	32QAM	32QAM	32QAM	64QAM	64QAM	64QAM	64QAM
誤り訂正(内符号)	畳込み 2/3	2/3	3/4	5/6	1/2	2/3	3/4	5/6	1/2	2/3	3/4	5/6
誤り訂正(外符号)	RS(204,188)	RS(204,188)	RS(204,188)	RS(204,188)	RS(204,188)	RS(204,188)	RS(204,188)	RS(204,188)	RS(204,188)	RS(204,188)	RS(204,188)	RS(204,188)
TSレート (Mbps)	15.9	31.812	35.789	39.765	29.824	39.765	44.736	49.707	35.789	47.718	53.683	56.648

表 10-8 モデル 4 (中継車からヘリへ移動中継 : 2km) 2.3GHz 帯

周波数帯	800MHz	2.3GHz										
		フルモード	フルモード	フルモード	フルモード	フルモード	フルモード	フルモード	フルモード	フルモード	フルモード	フルモード
送信周波数f[GHz]	0.788	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35
送信出力W[W]/アンテナ	5.00	26.28	36.27	45.67	30.87	52.43	72.38	91.12	56.18	91.12	128.71	173.62
送信出力W[dBm]	37.0	44.2	45.6	46.6	44.9	47.2	48.6	49.6	47.5	49.6	51.1	52.4
送信アンテナ利得G[dBi](2段コーリニア:垂直)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
送信給電線損失L[dB]	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4
実効放射電力(WGt/Lt)[dBm]	35.6	42.8	44.2	45.2	43.5	45.8	47.2	48.2	46.1	48.2	49.7	51.0
伝送距離d[km]	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
自由空間伝搬損失($\lambda/4\pi d$)2[dB]	96.4	105.8	105.8	105.8	105.8	105.8	105.8	105.8	105.8	105.8	105.8	105.8
障害物透過損失マージン[dB]	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
一区間断続時間率[%]	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
所要フェージングマージンFmr rice[dB]	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
受信アンテナ利得G[dBi](平面)	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2
受信給電線損失L[dB]	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
受信電力Ci[dBm]	-65.1	-67.3	-65.9	-64.9	-66.6	-64.3	-62.9	-61.9	-64.0	-61.9	-60.4	-59.1
ボルツマン定数k[W/(Hz·K)]	1.38E-23	1.38E-23	1.38E-23	1.38E-23	1.38E-23	1.38E-23	1.38E-23	1.38E-23	1.38E-23	1.38E-23	1.38E-23	1.38E-23
ボルツマン定数k[dBm/(Hz·K)]	-198.6	-198.6	-198.6	-198.6	-198.6	-198.6	-198.6	-198.6	-198.6	-198.6	-198.6	-198.6
標準温度T0[dBK]	24.8	24.8	24.8	24.8	24.8	24.8	24.8	24.8	24.8	24.8	24.8	24.8
信号帯域幅B[MHz]	8.5	17.2	17.2	17.2	17.2	17.2	17.2	17.2	17.2	17.2	17.2	17.2
信号帯域幅B[dBHz]	69.3	72.4	72.4	72.4	72.4	72.4	72.4	72.4	72.4	72.4	72.4	72.4
受信機雑音指数F[dB]	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
受信機熱雑音Ni=kT0BF[dBm]	-100.5	-97.4	-97.4	-97.4	-97.4	-97.4	-97.4	-97.4	-97.4	-97.4	-97.4	-97.4
受信機熱雑音C/N[dB]	35.4	30.1	31.5	32.5	30.8	33.1	34.5	35.5	33.4	35.5	37.0	38.3
所要C/N[dB]	15.0	15.1	16.5	17.5	15.8	18.1	19.5	20.5	18.4	20.5	22.0	23.3
伝送マージン[dB]	20.4	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0
伝送方式	SISO	SISO	SISO	SISO	SISO	SISO	SISO	SISO	SISO	SISO	SISO	SISO
変調方式	16QAM	16QAM	16QAM	16QAM	32QAM	32QAM	32QAM	32QAM	64QAM	64QAM	64QAM	64QAM
誤り訂正(内符号)	畳込み 2/3	2/3	3/4	5/6	1/2	2/3	3/4	5/6	1/2	2/3	3/4	5/6
誤り訂正(外符号)	RS(204,188)	RS(204,188)	RS(204,188)	RS(204,188)	RS(204,188)	RS(204,188)	RS(204,188)	RS(204,188)	RS(204,188)	RS(204,188)	RS(204,188)	RS(204,188)
TSレート (Mbps)	15.9	31.812	35.789	39.765	29.824	39.765	44.736	49.707	35.789	47.718	53.683	56.648

表 10-9 モデル5 (背負子から中継車へ移動中継 : 1km) 1.2GHz 帯

周波数帯	800MHz	1.2GHz											
		フルモード	フルモード	フルモード	フルモード	フルモード	フルモード	フルモード	フルモード	フルモード	フルモード	フルモード	フルモード
送信周波数f[GHz]	0.788	1.27	1.27	1.27	1.27	1.27	1.27	1.27	1.27	1.27	1.27	1.27	1.27
送信出力W[W]/アンテナ	5.00	0.61	0.84	1.05	0.71	1.21	1.67	2.10	1.30	2.10	2.97	4.01	
送信出力W[dBm]	37.0	27.8	29.2	30.2	28.5	30.8	32.2	33.2	31.1	33.2	34.7	36.0	
送信アンテナ利得G[dBi](2段コーリニア)	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	
送信給電線損失Ll[dB]	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	
実効放射電力(WGt/Ll)[dBm]	40.8	31.6	33.0	34.0	32.3	34.6	36.0	37.0	34.9	37.0	38.5	39.8	
伝送距離d[km]	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
自由空間伝搬損失($\lambda/4\pi d$) ² [dB]	90.3	94.5	94.5	94.5	94.5	94.5	94.5	94.5	94.5	94.5	94.5	94.5	
障害物透過損マージン[dB]	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	
一区間断時間率[%]	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	
所要フェージングマージンF _{mr rice} [dB]	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	
受信アンテナ利得Gr[dBi](8素子)	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	
受信給電線損失Lr[dB]	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	
受信電力Cr[dBm]	-54.0	-67.3	-65.9	-64.9	-66.6	-64.3	-62.9	-61.9	-64.0	-61.9	-60.4	-59.1	
ボルツマン定数k[W/(Hz·K)]	1.38E-23	1.38E-23	1.38E-23	1.38E-23	1.38E-23	1.38E-23	1.38E-23	1.38E-23	1.38E-23	1.38E-23	1.38E-23	1.38E-23	
ボルツマン定数k[dBm/(Hz·K)]	-198.6	-198.6	-198.6	-198.6	-198.6	-198.6	-198.6	-198.6	-198.6	-198.6	-198.6	-198.6	
標準温度T0[dBK]	24.8	24.8	24.8	24.8	24.8	24.8	24.8	24.8	24.8	24.8	24.8	24.8	
信号帯域幅B[MHz]	8.5	17.2	17.2	17.2	17.2	17.2	17.2	17.2	17.2	17.2	17.2	17.2	
信号帯域幅B[dBHz]	69.3	72.4	72.4	72.4	72.4	72.4	72.4	72.4	72.4	72.4	72.4	72.4	
受信機雑音指数F[dB]	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	
受信機熱雑音Ni=kT0BF[dBm]	-100.5	-97.4	-97.4	-97.4	-97.4	-97.4	-97.4	-97.4	-97.4	-97.4	-97.4	-97.4	
受信機熱雑音C/N[dB]	46.5	30.1	31.5	32.5	30.8	33.1	34.5	35.5	33.4	35.5	37.0	38.3	
所要C/N[dB]	15.0	15.1	16.5	17.5	15.8	18.1	19.5	20.5	18.4	20.5	22.0	23.3	
伝送マージン[dB]	31.5	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	
伝送方式	SISO	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	
変調方式	16QAM	16QAM	16QAM	16QAM	32QAM	32QAM	32QAM	32QAM	64QAM	64QAM	64QAM	64QAM	
誤り訂正(内符号)	畳込み 2/3	2/3	3/4	5/6	1/2	2/3	3/4	5/6	1/2	2/3	3/4	5/6	
誤り訂正(外符号)	RS(204,188)	RS(204,188)	RS(204,188)	RS(204,188)	RS(204,188)	RS(204,188)	RS(204,188)	RS(204,188)	RS(204,188)	RS(204,188)	RS(204,188)	RS(204,188)	
TSLレート (Mbps)	15.9	31.812	35.789	39.765	29.824	39.765	44.736	49.707	35.789	47.718	53.683	56.648	

表 10-10 モデル5 (背負子から中継車へ移動中継 : 1km) 2.3GHz 帯

周波数帯	800MHz	2.3GHz											
		フルモード	フルモード	フルモード	フルモード	フルモード	フルモード	フルモード	フルモード	フルモード	フルモード	フルモード	フルモード
送信周波数f[GHz]	0.788	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	
送信出力W[W]/アンテナ	5.00	2.08	2.87	3.61	2.44	4.15	5.72	7.20	4.44	7.20	10.18	13.73	
送信出力W[dBm]	37.0	33.2	34.6	35.6	33.9	36.2	37.6	38.6	36.5	38.6	40.1	41.4	
送信アンテナ利得G[dBi](2段コーリニア)	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	
送信給電線損失Ll[dB]	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	
実効放射電力(WGt/Ll)[dBm]	40.8	37.0	38.4	39.4	37.7	40.0	41.4	42.4	40.3	42.4	43.9	45.2	
伝送距離d[km]	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
自由空間伝搬損失($\lambda/4\pi d$) ² [dB]	90.3	99.8	99.8	99.8	99.8	99.8	99.8	99.8	99.8	99.8	99.8	99.8	
障害物透過損マージン[dB]	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	
一区間断時間率[%]	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	
所要フェージングマージンF _{mr rice} [dB]	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	
受信アンテナ利得Gr[dBi](8素子)	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	
受信給電線損失Lr[dB]	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	
受信電力Cr[dBm]	-54.0	-67.3	-65.9	-64.9	-66.6	-64.3	-62.9	-61.9	-64.0	-61.9	-60.4	-59.1	
ボルツマン定数k[W/(Hz·K)]	1.38E-23	1.38E-23	1.38E-23	1.38E-23	1.38E-23	1.38E-23	1.38E-23	1.38E-23	1.38E-23	1.38E-23	1.38E-23	1.38E-23	
ボルツマン定数k[dBm/(Hz·K)]	-198.6	-198.6	-198.6	-198.6	-198.6	-198.6	-198.6	-198.6	-198.6	-198.6	-198.6	-198.6	
標準温度T0[dBK]	24.8	24.8	24.8	24.8	24.8	24.8	24.8	24.8	24.8	24.8	24.8	24.8	
信号帯域幅B[MHz]	8.5	17.2	17.2	17.2	17.2	17.2	17.2	17.2	17.2	17.2	17.2	17.2	
信号帯域幅B[dBHz]	69.3	72.4	72.4	72.4	72.4	72.4	72.4	72.4	72.4	72.4	72.4	72.4	
受信機雑音指数F[dB]	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	
受信機熱雑音Ni=kT0BF[dBm]	-100.5	-97.4	-97.4	-97.4	-97.4	-97.4	-97.4	-97.4	-97.4	-97.4	-97.4	-97.4	
受信機熱雑音C/N[dB]	46.5	30.1	31.5	32.5	30.8	33.1	34.5	35.5	33.4	35.5	37.0	38.3	
所要C/N[dB]	15.0	15.1	16.5	17.5	15.8	18.1	19.5	20.5	18.4	20.5	22.0	23.3	
伝送マージン[dB]	31.5	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	
伝送方式	SISO	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	
変調方式	16QAM	16QAM	16QAM	16QAM	32QAM	32QAM	32QAM	32QAM	64QAM	64QAM	64QAM	64QAM	
誤り訂正(内符号)	畳込み 2/3	2/3	3/4	5/6	1/2	2/3	3/4	5/6	1/2	2/3	3/4	5/6	
誤り訂正(外符号)	RS(204,188)	RS(204,188)	RS(204,188)	RS(204,188)	RS(204,188)	RS(204,188)	RS(204,188)	RS(204,188)	RS(204,188)	RS(204,188)	RS(204,188)	RS(204,188)	
TSLレート (Mbps)	15.9	31.812	35.789	39.765	29.824	39.765	44.736	49.707	35.789	47.718	53.683	56.648	

表 10-11 モデル 6 (バイクから中継車へ移動中継 : 1km) 1.2GHz 帯

周波数帯	800MHz	1.2GHz										
		フルモード	フルモード	フルモード	フルモード	フルモード	フルモード	フルモード	フルモード	フルモード	フルモード	フルモード
送信周波数f[GHz]	0.788	1.27	1.27	1.27	1.27	1.27	1.27	1.27	1.27	1.27	1.27	1.27
送信出力W[W]/アンテナ	5.00	2.90	4.01	5.05	3.41	5.79	8.00	10.07	6.21	10.07	14.22	19.19
送信出力W[dBm]	37.0	34.6	36.0	37.0	35.3	37.6	39.0	40.0	37.9	40.0	41.5	42.8
送信アンテナ利得Gt[dBi](2段コーリニア)	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2
送信給電線損失Ll[dB]	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4
実効放射電力(WGt/Lt)[dBm]	40.8	38.4	39.8	40.8	39.1	41.4	42.8	43.8	41.7	43.8	45.3	46.6
伝送距離d[km]	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
自由空間伝搬損失($\lambda/4\pi d$)[dB]	90.3	94.5	94.5	94.5	94.5	94.5	94.5	94.5	94.5	94.5	94.5	94.5
障害物透過マージン[dB]	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
一区間断時間率[%]	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
所要フェージングマージンFmr_rice[dB]	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
受信アンテナ利得Gt[dBi](2段コーリニア)	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2
受信給電線損失Lr[dB]	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
受信電力Cr[dBm]	-60.8	-67.3	-65.9	-64.9	-66.6	-64.3	-62.9	-61.9	-64.0	-61.9	-60.4	-59.1
ボルツマン定数k[W/(Hz·K)]	1.38E-23	1.38E-23	1.38E-23	1.38E-23	1.38E-23	1.38E-23	1.38E-23	1.38E-23	1.38E-23	1.38E-23	1.38E-23	1.38E-23
ボルツマン定数k[dBm/(Hz·K)]	-198.6	-198.6	-198.6	-198.6	-198.6	-198.6	-198.6	-198.6	-198.6	-198.6	-198.6	-198.6
標準温度T0[dBK]	24.8	24.8	24.8	24.8	24.8	24.8	24.8	24.8	24.8	24.8	24.8	24.8
信号帯域幅B[MHz]	8.5	17.2	17.2	17.2	17.2	17.2	17.2	17.2	17.2	17.2	17.2	17.2
信号帯域幅B[dBHz]	69.3	72.4	72.4	72.4	72.4	72.4	72.4	72.4	72.4	72.4	72.4	72.4
受信機雑音指数F[dB]	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
受信機熱雑音Ni=kT0BF[dBm]	-100.5	-97.4	-97.4	-97.4	-97.4	-97.4	-97.4	-97.4	-97.4	-97.4	-97.4	-97.4
受信機熱雑音C/N[dB]	39.7	30.1	31.5	32.5	30.8	33.1	34.5	35.5	33.4	35.5	37.0	38.3
所要C/N[dB]	15.0	15.1	16.5	17.5	15.8	18.1	19.5	20.5	18.4	20.5	22.0	23.3
伝送マージン[dB]	24.7	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0
		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
伝送方式	SISO	SISO	SISO	SISO	SISO	SISO	SISO	SISO	SISO	SISO	SISO	SISO
変調方式	16QAM	16QAM	16QAM	16QAM	32QAM	32QAM	32QAM	32QAM	64QAM	64QAM	64QAM	64QAM
誤り訂正(内符号)	畳込み 2/3	2/3	3/4	5/6	1/2	2/3	3/4	5/6	1/2	2/3	3/4	5/6
誤り訂正(外符号)	RS(204,188)	RS(204,188)	RS(204,188)	RS(204,188)	RS(204,188)	RS(204,188)	RS(204,188)	RS(204,188)	RS(204,188)	RS(204,188)	RS(204,188)	RS(204,188)
TSLレート (Mbps)	15.9	31.812	35.789	39.765	29.824	39.765	44.736	49.707	35.789	47.718	53.683	56.648

表 10-12 モデル 6 (バイクから中継車へ移動中継 : 1km) 2.3GHz 帯

周波数帯	800MHz	2.3GHz										
		フルモード	フルモード	フルモード	フルモード	フルモード	フルモード	フルモード	フルモード	フルモード	フルモード	フルモード
送信周波数f[GHz]	0.788	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35
送信出力W[W]/アンテナ	5.00	9.94	13.73	17.28	11.68	19.84	27.39	34.48	21.26	34.48	48.70	65.70
送信出力W[dBm]	37.0	40.0	41.4	42.4	40.7	43.0	44.4	45.4	43.3	45.4	46.9	48.2
送信アンテナ利得Gt[dBi](2段コーリニア)	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2
送信給電線損失Ll[dB]	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4
実効放射電力(WGt/Lt)[dBm]	40.8	43.8	45.2	46.2	44.5	46.8	48.2	49.2	47.1	49.2	50.7	52.0
伝送距離d[km]	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
自由空間伝搬損失($\lambda/4\pi d$)[dB]	90.3	99.8	99.8	99.8	99.8	99.8	99.8	99.8	99.8	99.8	99.8	99.8
障害物透過マージン[dB]	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
一区間断時間率[%]	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
所要フェージングマージンFmr_rice[dB]	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
受信アンテナ利得Gt[dBi](2段コーリニア)	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2
受信給電線損失Lr[dB]	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
受信電力Cr[dBm]	-60.8	-67.3	-65.9	-64.9	-66.6	-64.3	-62.9	-61.9	-64.0	-61.9	-60.4	-59.1
ボルツマン定数k[W/(Hz·K)]	1.38E-23	1.38E-23	1.38E-23	1.38E-23	1.38E-23	1.38E-23	1.38E-23	1.38E-23	1.38E-23	1.38E-23	1.38E-23	1.38E-23
ボルツマン定数k[dBm/(Hz·K)]	-198.6	-198.6	-198.6	-198.6	-198.6	-198.6	-198.6	-198.6	-198.6	-198.6	-198.6	-198.6
標準温度T0[dBK]	24.8	24.8	24.8	24.8	24.8	24.8	24.8	24.8	24.8	24.8	24.8	24.8
信号帯域幅B[MHz]	8.5	17.2	17.2	17.2	17.2	17.2	17.2	17.2	17.2	17.2	17.2	17.2
信号帯域幅B[dBHz]	69.3	72.4	72.4	72.4	72.4	72.4	72.4	72.4	72.4	72.4	72.4	72.4
受信機雑音指数F[dB]	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
受信機熱雑音Ni=kT0BF[dBm]	-100.5	-97.4	-97.4	-97.4	-97.4	-97.4	-97.4	-97.4	-97.4	-97.4	-97.4	-97.4
受信機熱雑音C/N[dB]	39.7	30.1	31.5	32.5	30.8	33.1	34.5	35.5	33.4	35.5	37.0	38.3
所要C/N[dB]	15.0	15.1	16.5	17.5	15.8	18.1	19.5	20.5	18.4	20.5	22.0	23.3
伝送マージン[dB]	24.7	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0
		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
伝送方式	SISO	SISO	SISO	SISO	SISO	SISO	SISO	SISO	SISO	SISO	SISO	SISO
変調方式	16QAM	16QAM	16QAM	16QAM	32QAM	32QAM	32QAM	32QAM	64QAM	64QAM	64QAM	64QAM
誤り訂正(内符号)	畳込み 2/3	2/3	3/4	5/6	1/2	2/3	3/4	5/6	1/2	2/3	3/4	5/6
誤り訂正(外符号)	RS(204,188)	RS(204,188)	RS(204,188)	RS(204,188)	RS(204,188)	RS(204,188)	RS(204,188)	RS(204,188)	RS(204,188)	RS(204,188)	RS(204,188)	RS(204,188)
TSLレート (Mbps)	15.9	31.812	35.789	39.765	29.824	39.765	44.736	49.707	35.789	47.718	53.683	56.648

すべての運用モデルで回線が構成できる空中線電力はフルモードで 1.2GHz 帯で 24.2W、2.3GHz 帯で 37.6W となった。

(2) ハーフモードの空中線電力算出のための回線設計例を以下に示す。

表 10-13 モデル 2 (中継車から受信基地局へ移動中継 : 10km) 1.2GHz 帯、2.3GHz 帯

周波数帯	1.2GHz			周波数帯	2.3GHz		
	800MHz	ハーフモード	ハーフモード		800MHz	ハーフモード	ハーフモード
送信周波数f[GHz]	0.788	1.27	1.27	送信周波数f[GHz]	0.788	2.35	2.35
送信出力W[W]/アンテナ	5.00	58.47	78.87	送信出力W[W]/アンテナ	5.00	77.88	105.06
送信出力W[dBm]	37.0	47.7	49.0	送信出力W[dBm]	37.0	48.9	50.2
送信アンテナ利得Gt[dBi](4段コーリニア)	7.2	7.2	7.2	送信アンテナ利得Gt[dBi](4段コーリニア)	7.2	7.2	7.2
送信給電線損失Lt[dB]	1.4	1.4	1.4	送信給電線損失Lt[dB]	1.4	1.4	1.4
実効放射電力(WGt/Lt)[dBm]	42.8	53.5	54.8	実効放射電力(WGt/Lt)[dBm]	42.8	54.7	56.0
伝送距離d[km]	10.0	10.0	10.0	伝送距離d[km]	10.0	10.0	10.0
自由空間伝搬損失($\lambda/4\pi d$)2[dB]	110.3	114.5	114.5	自由空間伝搬損失($\lambda/4\pi d$)2[dB]	110.3	119.8	119.8
障害物透過損失マージン[dB]	5.0	5.0	5.0	障害物透過損失マージン[dB]	5.0	5.0	5.0
一区間瞬断時間率[%]	0.5	0.5	0.5	一区間瞬断時間率[%]	0.5	0.5	0.5
所要フェージングマージンFmr_rice[dB]	10.0	10.0	10.0	所要フェージングマージンFmr_rice[dB]	10.0	10.0	10.0
受信アンテナ利得Gr[dBi](12素子)	14.0	14.0	14.0	受信アンテナ利得Gr[dBi](26素子)	18.1	18.1	18.1
受信給電線損失Lr[dB]	1.5	1.5	1.5	受信給電線損失Lr[dB]	1.5	1.5	1.5
受信電力Ci[dBm]	-70.0	-63.5	-62.2	受信電力Ci[dBm]	-65.9	-63.5	-62.2
ボルツマン定数k[W/(Hz·K)]	1.38E-23	1.38E-23	1.38E-23	ボルツマン定数k[W/(Hz·K)]	1.38E-23	1.38E-23	1.38E-23
ボルツマン定数k[dBm/(Hz·K)]	-198.6	-198.6	-198.6	ボルツマン定数k[dBm/(Hz·K)]	-198.6	-198.6	-198.6
標準温度T0[dBK]	24.8	24.8	24.8	標準温度T0[dBK]	24.8	24.8	24.8
信号帯域幅B[MHz]	8.5	8.5	8.5	信号帯域幅B[MHz]	8.5	8.5	8.5
信号帯域幅B[dBHz]	69.3	69.3	69.3	信号帯域幅B[dBHz]	69.3	69.3	69.3
受信機雑音指数F[dB]	4.0	4.0	4.0	受信機雑音指数F[dB]	4.0	4.0	4.0
受信機熱雑音Ni=kT0BF[dBm]	-100.5	-100.5	-100.5	受信機熱雑音Ni=kT0BF[dBm]	-100.5	-100.5	-100.5
受信機熱雑音C/N[dB]	30.5	37.0	38.3	受信機熱雑音C/N[dB]	34.6	37.0	38.3
所要C/N[dB]	15.0	22.0	23.3	所要C/N[dB]	15.0	22.0	23.3
伝送マージン[dB]	15.5	15.0	15.0	伝送マージン[dB]	19.6	15.0	15.0
伝送方式	x	○	○	伝送方式	x	○	○
変調方式	SISO	SISO	SISO	変調方式	SISO	SISO	SISO
誤り訂正(内符号)	16QAM	64QAM	64QAM	誤り訂正(内符号)	16QAM	64QAM	64QAM
誤り訂正(外符号)	畳込み 2/3	3/4	5/6	誤り訂正(外符号)	畳込み 2/3	3/4	5/6
TSレート (Mbps)	RS(204,188)	RS(204,188)	RS(204,188)	TSレート (Mbps)	RS(204,188)	RS(204,188)	RS(204,188)
	15.9	26.842	29.824		15.9	26.842	29.824

表 10-14 モデル 3 (市街地中継車から受信基地局へ移動中継 : 3km)

周波数帯	1.2GHz			周波数帯	2.3GHz		
	800MHz	ハーフモード	ハーフモード		800MHz	ハーフモード	ハーフモード
送信周波数f[GHz]	0.788	1.27	1.27	送信周波数f[GHz]	0.788	2.35	2.35
送信出力W[W]/アンテナ	5.00	10.99	14.83	送信出力W[W]/アンテナ	5.00	18.02	24.30
送信出力W[dBm]	37.0	40.4	41.7	送信出力W[dBm]	37.0	42.6	43.9
送信アンテナ利得Gt[dBi](3段コーリニア)	6.0	6.0	6.0	送信アンテナ利得Gt[dBi](4段コーリニア)	7.2	7.2	7.2
送信給電線損失Lt[dB]	1.4	1.4	1.4	送信給電線損失Lt[dB]	1.4	1.4	1.4
実効放射電力(WGt/Lt)[dBm]	41.6	45.0	46.3	実効放射電力(WGt/Lt)[dBm]	42.8	48.4	49.7
伝送距離d[km]	3.0	3.0	3.0	伝送距離d[km]	3.0	3.0	3.0
自由空間伝搬損失($\lambda/4\pi d$)2[dB]	99.9	104.0	104.0	自由空間伝搬損失($\lambda/4\pi d$)2[dB]	99.9	109.4	109.4
障害物透過損失マージン[dB]	5.0	5.0	5.0	障害物透過損失マージン[dB]	5.0	5.0	5.0
一区間瞬断時間率[%]	0.5	0.5	0.5	一区間瞬断時間率[%]	0.5	0.5	0.5
所要フェージングマージンFmr_rice[dB]	10.0	10.0	10.0	所要フェージングマージンFmr_rice[dB]	10.0	10.0	10.0
受信アンテナ利得Gr[dBi](8素子)	12.0	12.0	12.0	受信アンテナ利得Gr[dBi](12素子)	14.0	14.0	14.0
受信給電線損失Lr[dB]	1.5	1.5	1.5	受信給電線損失Lr[dB]	1.5	1.5	1.5
受信電力Ci[dBm]	-62.8	-63.5	-62.2	受信電力Ci[dBm]	-59.6	-63.5	-62.2
ボルツマン定数k[W/(Hz·K)]	1.38E-23	1.38E-23	1.38E-23	ボルツマン定数k[W/(Hz·K)]	1.38E-23	1.38E-23	1.38E-23
ボルツマン定数k[dBm/(Hz·K)]	-198.6	-198.6	-198.6	ボルツマン定数k[dBm/(Hz·K)]	-198.6	-198.6	-198.6
標準温度T0[dBK]	24.8	24.8	24.8	標準温度T0[dBK]	24.8	24.8	24.8
信号帯域幅B[MHz]	8.5	8.5	8.5	信号帯域幅B[MHz]	8.5	8.5	8.5
信号帯域幅B[dBHz]	69.3	69.3	69.3	信号帯域幅B[dBHz]	69.3	69.3	69.3
受信機雑音指数F[dB]	4.0	4.0	4.0	受信機雑音指数F[dB]	4.0	4.0	4.0
受信機熱雑音Ni=kT0BF[dBm]	-100.5	-100.5	-100.5	受信機熱雑音Ni=kT0BF[dBm]	-100.5	-100.5	-100.5
受信機熱雑音C/N[dB]	37.7	37.0	38.3	受信機熱雑音C/N[dB]	40.9	37.0	38.3
所要C/N[dB]	15.0	22.0	23.3	所要C/N[dB]	15.0	22.0	23.3
伝送マージン[dB]	22.7	15.0	15.0	伝送マージン[dB]	25.9	15.0	15.0
伝送方式	x	○	○	伝送方式	x	○	○
変調方式	SISO	SISO	SISO	変調方式	SISO	SISO	SISO
誤り訂正(内符号)	16QAM	64QAM	64QAM	誤り訂正(内符号)	16QAM	64QAM	64QAM
誤り訂正(外符号)	畳込み 2/3	3/4	5/6	誤り訂正(外符号)	畳込み 2/3	3/4	5/6
TSレート (Mbps)	RS(204,188)	RS(204,188)	RS(204,188)	TSレート (Mbps)	RS(204,188)	RS(204,188)	RS(204,188)
	15.9	26.842	29.824		15.9	26.842	29.824

表 10-15 モデル 4 (中継車からヘリへ移動中継 : 2km) 1.2GHz 帯、2.3GHz 帯

周波数帯	800MHz			1.2GHz			周波数帯	800MHz			2.3GHz		
		ハーフモード	ハーフモード		ハーフモード	ハーフモード			ハーフモード	ハーフモード		ハーフモード	ハーフモード
送信周波数f[GHz]	0.788	1.27	1.27	送信周波数f[GHz]	0.788	2.35	2.35						
送信出力W[W]/アンテナ	5.00	18.58	25.06	送信出力W[W]/アンテナ	5.00	63.61	85.80						
送信出力W[dBm]	37.0	42.7	44.0	送信出力W[dBm]	37.0	48.0	49.3						
送信アンテナ利得Gt[dBi](2段コーリニア:垂直)	0.0	0.0	0.0	送信アンテナ利得Gt[dBi](2段コーリニア:垂直)	0.0	0.0	0.0						
送信給電線損失Lt[dB]	1.4	1.4	1.4	送信給電線損失Lt[dB]	1.4	1.4	1.4						
実効放射電力(WGt/Lt)[dBm]	35.6	41.3	42.6	実効放射電力(WGt/Lt)[dBm]	35.6	46.6	47.9						
伝送距離d[km]	2.0	2.0	2.0	伝送距離d[km]	2.0	2.0	2.0						
自由空間伝搬損失($\lambda/4\pi d$) ² [dB]	96.4	100.5	100.5	自由空間伝搬損失($\lambda/4\pi d$) ² [dB]	96.4	105.8	105.8						
障害物透過損マージン[dB]	5.0	5.0	5.0	障害物透過損マージン[dB]	5.0	5.0	5.0						
一区間瞬断時間率[%]	0.5	0.5	0.5	一区間瞬断時間率[%]	0.5	0.5	0.5						
所要フェージングマージンFmr_rice[dB]	5.0	5.0	5.0	所要フェージングマージンFmr_rice[dB]	5.0	5.0	5.0						
受信アンテナ利得Gr[dBi](平面)	7.2	7.2	7.2	受信アンテナ利得Gr[dBi](平面)	7.2	7.2	7.2						
受信給電線損失Lr[dB]	1.5	1.5	1.5	受信給電線損失Lr[dB]	1.5	1.5	1.5						
受信電力Ci[dBm]	-65.1	-63.5	-62.2	受信電力Ci[dBm]	-65.1	-63.5	-62.2						
ボルツマン定数k[W/(Hz·K)]	1.38E-23	1.38E-23	1.38E-23	ボルツマン定数k[W/(Hz·K)]	1.38E-23	1.38E-23	1.38E-23						
ボルツマン定数k[dBm/(Hz·K)]	-198.6	-198.6	-198.6	ボルツマン定数k[dBm/(Hz·K)]	-198.6	-198.6	-198.6						
標準温度T0[dBK]	24.8	24.8	24.8	標準温度T0[dBK]	24.8	24.8	24.8						
信号帯域幅B[MHz]	8.5	8.5	8.5	信号帯域幅B[MHz]	8.5	8.5	8.5						
信号帯域幅B[dBHz]	69.3	69.3	69.3	信号帯域幅B[dBHz]	69.3	69.3	69.3						
受信機雑音指数F[dB]	4.0	4.0	4.0	受信機雑音指数F[dB]	4.0	4.0	4.0						
受信機熱雑音Ni=kT0BF[dBm]	-100.5	-100.5	-100.5	受信機熱雑音Ni=kT0BF[dBm]	-100.5	-100.5	-100.5						
受信機熱雑音C/N[dB]	35.4	37.0	38.3	受信機熱雑音C/N[dB]	35.4	37.0	38.3						
所要C/N[dB]	15.0	22.0	23.3	所要C/N[dB]	15.0	22.0	23.3						
伝送マージン[dB]	20.4	15.0	15.0	伝送マージン[dB]	20.4	15.0	15.0						
	x	○	○		x	○	○						
伝送方式	SISO	SISO	SISO	伝送方式	SISO	SISO	SISO						
変調方式	16QAM	64QAM	64QAM	変調方式	16QAM	64QAM	64QAM						
誤り訂正(内符号)	畳込み 2/3	3/4	5/6	誤り訂正(内符号)	畳込み 2/3	3/4	5/6						
誤り訂正(外符号)	RS(204,188)	RS(204,188)	RS(204,188)	誤り訂正(外符号)	RS(204,188)	RS(204,188)	RS(204,188)						
TSLレート (Mbps)	15.9	26.842	29.824	TSLレート (Mbps)	15.9	26.842	29.824						

表 10-16 モデル 5 (背負子から中継車へ移動中継 : 1km) 1.2GHz 帯、2.3GHz 帯

周波数帯	800MHz			1.2GHz			周波数帯	800MHz			2.3GHz		
		ハーフモード	ハーフモード		ハーフモード	ハーフモード			ハーフモード	ハーフモード		ハーフモード	ハーフモード
送信周波数f[GHz]	0.788	1.27	1.27	送信周波数f[GHz]	0.788	2.35	2.35						
送信出力W[W]/アンテナ	5.00	1.47	1.98	送信出力W[W]/アンテナ	5.00	5.03	6.78						
送信出力W[dBm]	37.0	31.7	33.0	送信出力W[dBm]	37.0	37.0	38.3						
送信アンテナ利得Gt[dBi](2段コーリニア)	5.2	5.2	5.2	送信アンテナ利得Gt[dBi](2段コーリニア)	5.2	5.2	5.2						
送信給電線損失Lt[dB]	1.4	1.4	1.4	送信給電線損失Lt[dB]	1.4	1.4	1.4						
実効放射電力(WGt/Lt)[dBm]	40.8	35.5	36.8	実効放射電力(WGt/Lt)[dBm]	40.8	40.8	42.1						
伝送距離d[km]	1.0	1.0	1.0	伝送距離d[km]	1.0	1.0	1.0						
自由空間伝搬損失($\lambda/4\pi d$) ² [dB]	90.3	94.5	94.5	自由空間伝搬損失($\lambda/4\pi d$) ² [dB]	90.3	99.8	99.8						
障害物透過損マージン[dB]	5.0	5.0	5.0	障害物透過損マージン[dB]	5.0	5.0	5.0						
一区間瞬断時間率[%]	0.5	0.5	0.5	一区間瞬断時間率[%]	0.5	0.5	0.5						
所要フェージングマージンFmr_rice[dB]	10.0	10.0	10.0	所要フェージングマージンFmr_rice[dB]	10.0	10.0	10.0						
受信アンテナ利得Gr[dBi](8素子)	12.0	12.0	12.0	受信アンテナ利得Gr[dBi](8素子)	12.0	12.0	12.0						
受信給電線損失Lr[dB]	1.5	1.5	1.5	受信給電線損失Lr[dB]	1.5	1.5	1.5						
受信電力Ci[dBm]	-54.0	-63.5	-62.2	受信電力Ci[dBm]	-54.0	-63.5	-62.2						
ボルツマン定数k[W/(Hz·K)]	1.38E-23	1.38E-23	1.38E-23	ボルツマン定数k[W/(Hz·K)]	1.38E-23	1.38E-23	1.38E-23						
ボルツマン定数k[dBm/(Hz·K)]	-198.6	-198.6	-198.6	ボルツマン定数k[dBm/(Hz·K)]	-198.6	-198.6	-198.6						
標準温度T0[dBK]	24.8	24.8	24.8	標準温度T0[dBK]	24.8	24.8	24.8						
信号帯域幅B[MHz]	8.5	8.5	8.5	信号帯域幅B[MHz]	8.5	8.5	8.5						
信号帯域幅B[dBHz]	69.3	69.3	69.3	信号帯域幅B[dBHz]	69.3	69.3	69.3						
受信機雑音指数F[dB]	4.0	4.0	4.0	受信機雑音指数F[dB]	4.0	4.0	4.0						
受信機熱雑音Ni=kT0BF[dBm]	-100.5	-100.5	-100.5	受信機熱雑音Ni=kT0BF[dBm]	-100.5	-100.5	-100.5						
受信機熱雑音C/N[dB]	46.5	37.0	38.3	受信機熱雑音C/N[dB]	46.5	37.0	38.3						
所要C/N[dB]	15.0	22.0	23.3	所要C/N[dB]	15.0	22.0	23.3						
伝送マージン[dB]	31.5	15.0	15.0	伝送マージン[dB]	31.5	15.0	15.0						
	x	○	○		x	○	○						
伝送方式	SISO	SISO	SISO	伝送方式	SISO	SISO	SISO						
変調方式	16QAM	64QAM	64QAM	変調方式	16QAM	64QAM	64QAM						
誤り訂正(内符号)	畳込み 2/3	3/4	5/6	誤り訂正(内符号)	畳込み 2/3	3/4	5/6						
誤り訂正(外符号)	RS(204,188)	RS(204,188)	RS(204,188)	誤り訂正(外符号)	RS(204,188)	RS(204,188)	RS(204,188)						
TSLレート (Mbps)	15.9	26.842	29.824	TSLレート (Mbps)	15.9	26.842	29.824						

表 10-17 モデル 6 (バイクから中継車へ移動中継 : 1km) 1.2GHz 帯、2.3GHz 帯

周波数帯	800MHz			1.2GHz			周波数帯	800MHz			2.3GHz		
		ハーフモード	ハーフモード	ハーフモード	ハーフモード			ハーフモード	ハーフモード		ハーフモード	ハーフモード	
送信周波数f[GHz]	0.788	1.27	1.27	送信周波数f[GHz]	0.788	2.35	2.35						
送信出力W[W]/アンテナ	5.00	7.03	9.48	送信出力W[W]/アンテナ	5.00	24.07	32.47						
送信出力W[dBm]	37.0	38.5	39.8	送信出力W[dBm]	37.0	43.8	45.1						
送信アンテナ利得Gt[dBi](2段コーリニア)	5.2	5.2	5.2	送信アンテナ利得Gt[dBi](2段コーリニア)	5.2	5.2	5.2						
送信給電線損失Lt[dB]	1.4	1.4	1.4	送信給電線損失Lt[dB]	1.4	1.4	1.4						
実効放射電力(WGt/Lt)[dBm]	40.8	42.3	43.6	実効放射電力(WGt/Lt)[dBm]	40.8	47.6	48.9						
伝送距離d[km]	1.0	1.0	1.0	伝送距離d[km]	1.0	1.0	1.0						
自由空間伝搬損失($\lambda/4\pi d$) ² [dB]	90.3	94.5	94.5	自由空間伝搬損失($\lambda/4\pi d$) ² [dB]	90.3	99.8	99.8						
障害物透過損失マージン[dB]	5.0	5.0	5.0	障害物透過損失マージン[dB]	5.0	5.0	5.0						
一区間瞬断時間率[%]	0.5	0.5	0.5	一区間瞬断時間率[%]	0.5	0.5	0.5						
所要フェージングマージンFmr_rice[dB]	10.0	10.0	10.0	所要フェージングマージンFmr_rice[dB]	10.0	10.0	10.0						
受信アンテナ利得Gr[dBi](2段コーリニア)	5.2	5.2	5.2	受信アンテナ利得Gr[dBi](2段コーリニア)	5.2	5.2	5.2						
受信給電線損失Lr[dB]	1.5	1.5	1.5	受信給電線損失Lr[dB]	1.5	1.5	1.5						
受信電力Ci[dBm]	-60.8	-63.5	-62.2	受信電力Ci[dBm]	-60.8	-63.5	-62.2						
ボルツマン定数k[W/(Hz·K)]	1.38E-23	1.38E-23	1.38E-23	ボルツマン定数k[W/(Hz·K)]	1.38E-23	1.38E-23	1.38E-23						
ボルツマン定数k[dBm/(Hz·K)]	-198.6	-198.6	-198.6	ボルツマン定数k[dBm/(Hz·K)]	-198.6	-198.6	-198.6						
標準温度T0[°K]	24.8	24.8	24.8	標準温度T0[°K]	24.8	24.8	24.8						
信号帯域幅B[MHz]	8.5	8.5	8.5	信号帯域幅B[MHz]	8.5	8.5	8.5						
信号帯域幅B[dBHz]	69.3	69.3	69.3	信号帯域幅B[dBHz]	69.3	69.3	69.3						
受信機雑音指数F[dB]	4.0	4.0	4.0	受信機雑音指数F[dB]	4.0	4.0	4.0						
受信機熱雑音Ni=kT0BF[dBm]	-100.5	-100.5	-100.5	受信機熱雑音Ni=kT0BF[dBm]	-100.5	-100.5	-100.5						
受信機熱雑音C/Ni[dB]	39.7	37.0	38.3	受信機熱雑音C/Ni[dB]	39.7	37.0	38.3						
所要C/Ni[dB]	15.0	22.0	23.3	所要C/Ni[dB]	15.0	22.0	23.3						
伝送マージン[dB]	24.7	15.0	15.0	伝送マージン[dB]	24.7	15.0	15.0						
	x	O	O		x	O	O						
伝送方式	SISO	SISO	SISO	伝送方式	SISO	SISO	SISO						
変調方式	16QAM	64QAM	64QAM	変調方式	16QAM	64QAM	64QAM						
誤り訂正(内符号)	畳込み 2/3	3/4	5/6	誤り訂正(内符号)	畳込み 2/3	3/4	5/6						
誤り訂正(外符号)	RS(204,188)	RS(204,188)	RS(204,188)	誤り訂正(外符号)	RS(204,188)	RS(204,188)	RS(204,188)						
TSLレート (Mbps)	15.9	26.842	29.824	TSLレート (Mbps)	15.9	26.842	29.824						

モデル 2、モデル 4 は必要な空中線電力は非常に大きな値となりハーフモードでの HDTV 伝送は難しい。しかし、比較的近距離の伝送となるモデル 3・5 については 1.2GHz 帯で 11.0W、2.3GHz 帯で 18.0W で回線が構成できる。

参考資料 11 運用モデルで必要な空中線電力

参考資料 4 で HDTV 伝送に必要な TS レートを満たすキャリア変調方式について伝送マージンを 15dB とし、各モデルで使用されるアンテナと伝搬距離により必要な空中線電力を算出した（参考資料 10）。

1. 2GHz 帯のフルモード（17.5MHz）で必要な空中線電力を表 11-1、2. 3GHz 帯のフルモードで必要な空中線電力を表 11-2 に示す。

表 11-1 1. 2GHz 帯フルモードで必要な空中線電力

変調方式	畳込み符号化率	モデル1電力(W)	モデル2電力(W)	モデル3電力(W)	モデル4電力(W)	モデル5電力(W)	モデル6電力(W)
BPSK	1/2	×	×	×	×	×	×
	2/3	×	×	×	×	×	×
	3/4	×	×	×	×	×	×
	5/6	×	×	×	×	×	×
QPSK	1/2	×	×	×	×	×	×
	2/3	×	×	×	×	×	×
	3/4	×	×	×	×	×	×
	5/6	×	×	×	×	×	×
16QAM	1/2	×	×	×	×	×	×
	2/3	×	24.2	4.5	7.7	0.6	2.9
	3/4	×	33.3	6.3	10.6	0.8	4.0
	5/6	×	42.0	7.9	13.3	1.1	5.0
32QAM	1/2	×	28.4	5.3	9.0	0.7	3.4
	2/3	×	48.2	9.1	15.3	1.2	5.8
	3/4	22.4	66.5	12.5	21.1	1.7	8.0
	5/6	28.3	83.8	15.8	26.6	2.1	10.1
64QAM	1/2	×	51.6	9.7	16.4	1.3	6.2
	2/3	28.3	83.8	15.8	26.6	2.1	10.1
	3/4	39.9	118.3	22.3	37.6	3.0	14.2
	5/6	53.8	159.6	30.0	50.7	4.0	19.2
		固定伝送	移動伝送	移動伝送	移動伝送	移動伝送	移動伝送
		50km	10km	3km	2km	1km	1km
		中継車	中継車	中継車	中継車	背負子	バイク
		基地局	基地局	基地局	ヘリ	中継車	中継車
		8素子	4段コリニア	3段コリニア	2段コリニア	2段コリニア	2段コリニア
		26素子*2	12素子	8素子	平面	8素子	2段コリニア

表 11-2 2. 3GHz 帯フルモードで必要な空中線電力

変調方式	畳込み符号化率	モデル1電力(W)	モデル2電力(W)	モデル3電力(W)	モデル4電力(W)	モデル5電力(W)	モデル6電力(W)
BPSK	1/2	×	×	×	×	×	×
	2/3	×	×	×	×	×	×
	3/4	×	×	×	×	×	×
	5/6	×	×	×	×	×	×
QPSK	1/2	×	×	×	×	×	×
	2/3	×	×	×	×	×	×
	3/4	×	×	×	×	×	×
	5/6	×	×	×	×	×	×
16QAM	1/2	×	×	×	×	×	×
	2/3	×	32.2	7.4	26.3	2.1	9.9
	3/4	×	44.4	10.3	36.3	2.9	13.7
	5/6	×	55.9	12.9	45.7	3.6	17.3
32QAM	1/2	×	37.8	8.8	30.9	2.4	11.7
	2/3	×	64.2	14.9	52.4	4.1	19.8
	3/4	37.6	88.6	20.5	72.4	5.7	27.4
	5/6	47.4	111.6	25.8	91.1	7.2	34.5
64QAM	1/2	×	68.8	15.9	56.2	4.4	21.3
	2/3	47.4	111.6	25.8	91.1	7.2	34.5
	3/4	66.9	157.6	36.5	128.7	10.2	48.7
	5/6	90.3	212.6	49.2	173.6	13.7	65.7
		固定伝送	移動伝送	移動伝送	移動伝送	移動伝送	移動伝送
		50km	10km	3km	2km	1km	1km
		中継車	中継車	中継車	中継車	背負子	バイク
		基地局	基地局	基地局	ヘリ	中継車	中継車
		8素子	4段コリニア	4段コリニア	2段コリニア	2段コリニア	2段コリニア
		26素子*2	26素子	12素子	平面	8素子	2段コリニア

よって、フルモードですべての伝送モデルで回線が構成できる空中線電力は 1. 2GHz 帯で 24.2W、2. 3GHz 帯 37.6W となった。

表 11-3 1.2GHz 帯ハーフモード (8.5MHz) で必要な空中線電力

変調方式	畳込み 符号化率	モデル1 電力(W)	モデル2 電力(W)	モデル3 電力(W)	モデル4 電力(W)	モデル5 電力(W)	モデル6 電力(W)
BPSK	1/2	×	×	×	×	×	×
	2/3	×	×	×	×	×	×
	3/4	×	×	×	×	×	×
	5/6	×	×	×	×	×	×
QPSK	1/2	×	×	×	×	×	×
	2/3	×	×	×	×	×	×
	3/4	×	×	×	×	×	×
	5/6	×	×	×	×	×	×
16QAM	1/2	×	×	×	×	×	×
	2/3	×	×	×	×	×	×
	3/4	×	×	×	×	×	×
	5/6	×	×	×	×	×	×
32QAM	1/2	×	×	×	×	×	×
	2/3	×	×	×	×	×	×
	3/4	×	×	×	×	×	×
	5/6	×	×	×	×	×	×
64QAM	1/2	×	×	×	×	×	×
	2/3	×	×	×	×	×	×
	3/4	×	58.5	11.0	18.6	1.5	7.0
	5/6	×	78.9	14.8	25.1	2.0	9.5
		固定伝送	移動伝送	移動伝送	移動伝送	移動伝送	移動伝送
		50km	10km	3km	2km	1km	1km
		中継車 基地局	中継車 基地局	中継車 基地局	中継車 ヘリ	背負子 中継車	バイク 中継車
		8素子	4段コリニア	3段コリニア	2段コリニア	2段コリニア	2段コリニア
		26素子	12素子	8素子	平面	8素子	2段コリニア

表 11-4 2.3GHz 帯ハーフモードで必要な空中線電力

変調方式	畳込み 符号化率	モデル1 電力(W)	モデル2 電力(W)	モデル3 電力(W)	モデル4 電力(W)	モデル5 電力(W)	モデル6 電力(W)
BPSK	1/2	×	×	×	×	×	×
	2/3	×	×	×	×	×	×
	3/4	×	×	×	×	×	×
	5/6	×	×	×	×	×	×
QPSK	1/2	×	×	×	×	×	×
	2/3	×	×	×	×	×	×
	3/4	×	×	×	×	×	×
	5/6	×	×	×	×	×	×
16QAM	1/2	×	×	×	×	×	×
	2/3	×	×	×	×	×	×
	3/4	×	×	×	×	×	×
	5/6	×	×	×	×	×	×
32QAM	1/2	×	×	×	×	×	×
	2/3	×	×	×	×	×	×
	3/4	×	×	×	×	×	×
	5/6	×	×	×	×	×	×
64QAM	1/2	×	×	×	×	×	×
	2/3	×	×	×	×	×	×
	3/4	×	77.9	18.0	63.6	5.0	24.1
	5/6	×	105.1	24.3	85.8	6.8	32.5
		固定伝送	移動伝送	移動伝送	移動伝送	移動伝送	移動伝送
		50km	10km	3km	2km	1km	1km
		中継車 基地局	中継車 基地局	中継車 基地局	中継車 ヘリ	背負子 中継車	バイク 中継車
		8素子	4段コリニア	4段コリニア	2段コリニア	2段コリニア	2段コリニア
		26素子*2	26素子	12素子	平面	8素子	2段コリニア

ハーフモードで必要な空中線電力が非常に大きな値となるモデル 2・4 を除いたモデル 3・5 で回線が構成できる空中線電力は 1.2GHz 帯で 11.0W、2.3GHz 帯で 18.0W となった。

参考資料 12 隣接、隣々接干渉試験報告

1. まえがき

FPU システムの同一、隣接、隣々接チャンネルの混信保護比を求めることを目的に、試験装置を用いた室内試験により、干渉試験を行った結果は以下のとおりである。

2. 試験概要

FPU の自システムの混信保護比を求めるために必要な干渉試験の組み合わせを表 12-1 に示す。なお、2.3GHz 帯 FPU システムにより実施した。

- ・ FPU フルモードにて BER 値 $=2 \times 10^{-4}$ となる D/U の測定
- ・ パラメータ：希望信号の変調方式、受信入力レベル、受信 BPFon/off

FPU の変調方式は、16QAM2/3、16QAM1/2、QPSK2/3、QPSK1/2

受信入力レベルは標準受信電力 (-61dBm)、強電界 (-40dBm)、弱電界 (-80dBm)

表 12-1 チャンネル干渉の組み合わせ

	チャンネル関係	希望信号	妨害信号 1	妨害信号 2
試験 A	同一	試作機 1	試作機 2	なし
試験 B	上隣接	試作機 1	試作機 2	なし
試験 C	下隣接	試作機 1	試作機 2	なし
試験 D	上隣々接	試作機 1	信号発生器	なし
試験 E	下隣々接	試作機 1	信号発生器	なし
試験 F	両隣接	試作機 1	試作機 2	信号発生器

3. 試験日程・場所

(1) 日程

2012 年 9 月 10 日 - 12 日 測定

2012 年 9 月 13 日 公開試験

(2) 場所

NHK アイテック 第一会議室ほか

4. 試験系統

試験（両隣接チャンネル干渉）の系統を下記に示す。受信 BPF は FPU-RX 入力に on/off。

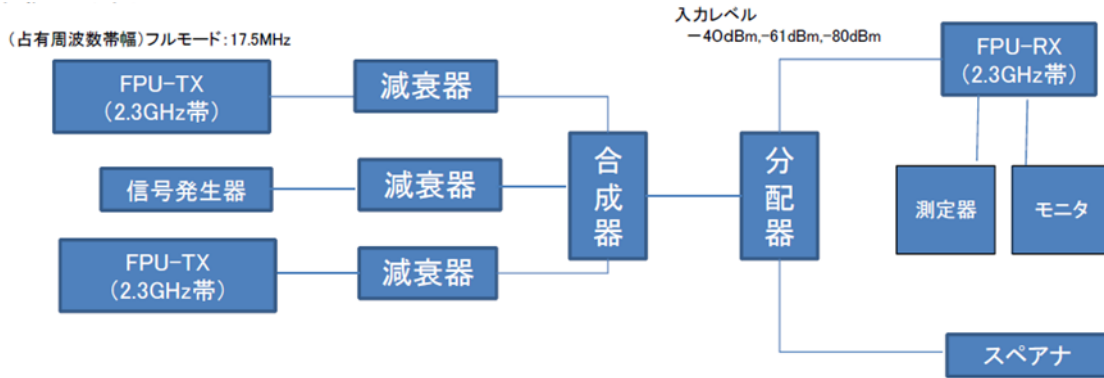


図 12-1 試験（両隣接チャンネル干渉） 系統図

5. 自システムの干渉試験結果まとめ

干渉試験（受信入力レベル-61dBm、BPF off）から、 2×10^{-4} となる D/U、D/U から計算した離隔距離を示す。受信入力に-61dBm の場合、希望波の伝送距離は、11.25km となる。

表 12-2 同一チャンネル干渉

チャンネル干渉	MOD	受信入力レベル	BPFoff D/U (dB)	BPFoff 離隔距離 (km)
同一	16QAM2/3	-61 dBm	13.9	55.74
	16QAM1/2	-61 dBm	12.0	44.79
	QPSK2/3	-61 dBm	7.8	27.62
	QPSK1/2	-61 dBm	6.4	23.51

表 12-3 隣接チャンネル干渉

チャンネル干渉	MOD	受信入力レベル	BPFoff D/U (dB)	BPFoff 離隔距離 (km)
隣接	16QAM2/3	-61 dBm	-26.6	0.53
	16QAM1/2	-61 dBm	-29.1	0.40
	QPSK2/3	-61 dBm	-30.9	0.32
	QPSK1/2	-61 dBm	-32.7	0.26

チャンネル 干渉	MOD	受信入力 レベル	BPFoff D/U (dB)	BPFoff 離隔距離 (km)
隣接	16QAM2/3	-40 dBm	-16.5	0.15
	16QAM1/2	-40 dBm	-17.4	0.14
	QPSK2/3	-40 dBm	-18.4	0.12
	QPSK1/2	-40 dBm	-19.3	0.11

表 12-4 隣々接チャンネル干渉

チャンネル 干渉	MOD	受信入力 レベル	BPFoff D/U (dB)	BPFoff 離隔距離 (km)
隣々接	16QAM2/3	-61 dBm	-37.5	0.15
	16QAM1/2	-61 dBm	-37.9	0.14
	QPSK2/3	-61 dBm	-39.7	0.12
	QPSK1/2	-61 dBm	-40.5	0.11

表 12-5 両隣接チャンネル干渉

チャンネル 干渉	MOD	受信入力 レベル	BPFoff D/U (dB)	BPFoff 離隔距離 (km)
両隣接	16QAM2/3	-61 dBm	-24.7	0.66
	16QAM1/2	-61 dBm	-27.4	0.48
	QPSK2/3	-61 dBm	-32.3 ^{*1}	0.27
	QPSK1/2	-61 dBm	-34.0 ^{*1}	0.22

*1: 16QAM1/2 を基準に BER 理論値から補正

なお、FPU 受信入力レベルが-40dBm のケースでは、混信保護比が悪くなる現象が見られた。妨害波のレベルが受信機の最大入力（-30dBm）を越えると、主に初段の LNA により発生した歪み成分が自帯域に入り込むことが原因と考えられる。1.2GHz 帯や 2.3GHz 帯 FPU では送信電力が従来より大きいため、隣接波を伝送している中継車が希望波を伝送する中継車より受信基地局の近傍にある時は、妨害波の受信電力が大きくなるため LNA の飽和により混信保護比が劣化してしまう。こうした混信保護比の劣化対策としては受信機が高ダイナミックレンジを有するよう検討が必要である。

参考資料13 電波防護指針について

各種無線設備から発射される電波が人体に与える影響については、電波防護指針（電気通信技術審議会平成2年諮問第38号及び平成9年諮問第89号答申）に基づき、電波法施行規則第21条の3及び無線設備規則第14条の2において規制されている。

電波法施行規則第21条の3別表2号の3の2において、電波の強度が以下の基準値を超える場所には、取扱者のほか容易に立ち入りすることができないように施設をしなければならないとされている。

1. 2GHz帯の周波数帯については

$$\left. \begin{array}{l} \text{電界強度 (V/m)} \quad 55.81 \sim 57.15 \quad 1.585\sqrt{f [\text{MHz}]} \\ \text{磁界強度 (A/m)} \quad 0.148 \sim 0.152 \quad \sqrt{f [\text{MHz}]} / 237.8 \\ \text{電力束密度 (mW/cm}^2) \quad 0.826 \sim 0.867 \quad f [\text{MHz}] / 1500 \end{array} \right\} (1)$$

2. 3GHz帯の周波数帯については

$$\left. \begin{array}{l} \text{電界強度 (V/m)} \quad 61.4 \\ \text{磁界強度 (A/m)} \quad 0.163 \\ \text{電力束密度 (mW/cm}^2) \quad 1 \end{array} \right\}$$

なお、この場合の電波の強度については、平成11年度郵政省告示第300号に示す計算方法及び測定方法に基づいて、電波防護のための基準への適合性確認を実施することとされている。

平成11年郵政省告示第300号における基本算出式（(2)式）を用いて逆算し、1.2GHz帯FPU及び2.3GHz帯FPUで電波防護指針を満たす空中線からの距離Rをいくつかの異なる利得の送信空中線の主輻射方向に対し求めた。

なお、1.2GHz帯FPUは空中線電力Pを25(W)とした場合の電力束密度Sの基準値0.826～0.867(mW/cm²)を満たす距離、2.3GHz帯FPUは空中線電力Pを40(W)とした場合の電力束密度Sの基準値1(mW/cm²)を満たす距離とした。結果を表1に示す。

$$S = (PG / 40\pi R^2) K \quad (2)$$

S[mW] : 電力束密度

P[W] : 空中線電力

G[倍] : 空中線の主輻射方向の利得

R[m] : 空中線からの距離

K : 大地面の反射を考慮した係数

表13-1 電力束密度S が基準値以下となる空中線からの距離R と空中線利得の関係
(一般環境)

1. 2GHz帯FPU

Gアンテナ利得 [dBi]	電波防護指針を満たす空中線からの距離 [m]			
	反射なし		大地反射あり	
	1.24GHz	1.3GHz	1.24GHz	1.3GHz
5.2	0.892915	0.872066	1.428664	1.395305
7.2	1.124113	1.097866	1.798581	1.756585
12	1.953485	1.907872	3.125575	3.052595
14	2.459291	2.401868	3.934866	3.842989
18.1	3.942847	3.850784	6.308556	6.161254

2. 3GHz帯FPU

Gアンテナ利得 [dBi]	電波防護指針を満たす空中線からの距離 [m]	
	反射なし	反射あり
	2.3GHz	2.3GHz
5.2	1.026917	1.643067
7.2	1.292811	2.068498
12	2.246649	3.594638
14	2.828363	4.525381
18.1	4.53456	7.255296

なお、電波法施行規則第21条の3別表2号の3の2に規定されている基準値は、電気通信技術審議会答申 諮問第38号「電波利用における人体の防護指針」（平成2年6月）において、防護指針の考えに基づいた電波利用ができない条件下及び電波利用の実情が確認されていない状況下を対象とする「一般環境」において適用されるものであるが、同答申によれば、電波利用の実情が認識され電波防護指針の趣旨に基づいた電波利用を行うことが可能な場合には「管理環境」として、(1)の基準値は以下の値を適用することができる。

1. 2GHz帯の周波数帯については

電界強度 (V/m) $4.13 \sim 4.33 \quad 3.54\sqrt{f}[\text{MHz}]$

磁界強度 (A/m) $0.148 \sim 0.152 \quad \sqrt{f}[\text{MHz}] / 106$

電力束密度 (mW/cm²) $0.826 \sim 0.867 \quad f[\text{MHz}] / 300$

2. 3GHz帯の周波数帯については

電界強度 (V/m) 137

磁界強度 (A/m) 0.365

電力束密度 (mW/cm²) 5

これに基づく電波防護指針を満たす空中線からの距離R の計算結果を表2 に示す。実際の放送機器の運用は、無線従事者が管理する環境で行われることから、この条件の適用が可能となる。

表13-2 電力束密度S が基準値以下となる空中線からの距離R と空中線利得の関係(管理環境)

1. 2GHz帯FPU

Gアンテナ利得 [dBi]	電波防護指針を満たす空中線からの距離 [m]			
	反射なし		大地反射あり	
	1.24GHz	1.3GHz	1.24GHz	1.3GHz
5.2	0.399324	0.39	0.638918	0.623999
7.2	0.502719	0.49098	0.80435	0.785569
12	0.873625	0.853226	1.3978	1.365162
14	1.099828	1.074148	1.759726	1.718637
18.1	1.763295	1.722123	2.821272	2.755397

2. 3GHz帯FPU

Gアンテナ利得 [dBi]	電波防護指針を満たす空中線からの距離 [m]	
	反射なし	反射あり
	2.3GHz	2.3GHz
5.2	0.459251	0.734802
7.2	0.578163	0.925061
12	1.004732	1.607571
14	1.264882	2.023812
18.1	2.027917	3.244667

参考資料 14 特定ラジオマイクとの干渉検討

1 実験の目的

800MHz 帯 FPU の周波数移行先が、1.2GHz 帯及び 2.3GHz 帯となっている。また、1.2GHz 帯は、特定ラジオマイク（以下 RM）と共用する周波数帯になっており、共用のため、1.2GHz 帯 FPU と 1.2GHz 帯特定ラジオマイクとの干渉試験を行い、所要 D/U の測定と、離隔距離の算出を行った。

2 実験の概要

○FPU と RM で共用する周波数帯は図 14-1 になっており、FPU の占有周波数帯域の下隣接 3MHz 帯は、RM 単独で使用できる周波数帯を想定し、FPU 占有周波数帯域外（RM を FPU 占有周波数帯域下隣接で使用するケースを想定）と FPU 占有周波数帯域内での干渉試験を行った。

○干渉試験の内容を表 14-1 に示す。また、図 14-2 と図 14-3 に離隔距離算出モデルを示す。

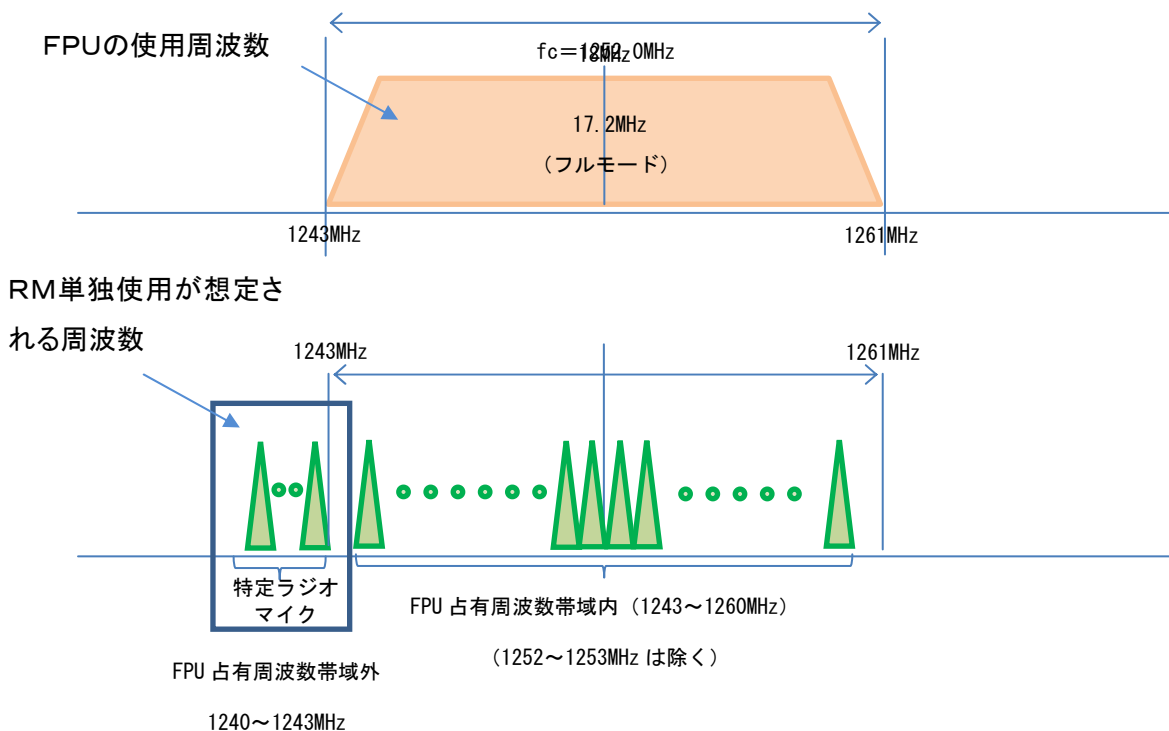


図 14-1 実運用で想定される FPU と RM の周波数関係

表 14-1 干渉試験の内容

	希望波	妨害波	妨害波周波数
FPU 被干渉	FPU : 16QAM、QPSK	ARM : 6 波、12 波 DRM : 6 波、11 波	FPU(占有周波数)帯域内
			FPU(占有周波数)帯域外
FPU 与干渉	ARM、DRM、 イヤーマニター ^{※1}	FPU : 16QAM	RM 帯域内
			RM 帯域外

ARM : アナログラジオマイク DRM : デジタルラジオマイク

※1 : イヤーマニターについては、RM 測定結果より、離隔距離を算出

3 測定結果の概要

測定結果(所要 D/U)より離隔距離を求めると、アナログ方式 10mW、デジタル方式で 50mW により複数本の特定ラジオマイクを運用した場合の FPU 被干渉は表 14-2、特定ラジオマイク 1 本の運用時での FPU 与干渉は表 14-3 になる。

表 14-2 FPU 被干渉の離隔距離算出結果

(希望波 : FPU 妨害波 : ARM、DRM)

		所要 D/U	離隔距離
FPU 帯域内	ARM (FM 6 波) 10mW/本	+7dB	9.6m
	ARM (FM12 波) DEV±40kHz 10mW/本	+11dB	21.56m
	DRM (FPU 16QAM、RM11 波) 50mW/本	+15dB	73.2m
	DRM (FPU QPSK、RM 11 波) 50mW/本	+10dB	41.1m
FPU 帯域外	ARM (FM 6 波) 10mW/本	+5dB	7.64m
	DRM (FPU 16QAM、RM 6 波) 50mW/本	-17dB	1.36m

表 14-3 FPU 与干渉の離隔距離算出結果 (希望波 : ARM、DRM 妨害波 : FPU、入力=-63dBm)

		所要 D/U	離隔距離	
ARM 1 本 (10mW)	SINAD=40	FPU 帯域内 (f=1249MHz)	0dB	1258.9m
		FPU 帯域外 (f=1240MHz)	-37dB	30.6m
	SINAD=50	FPU 帯域内 (f=1249MHz)	+13.6dB	2753.9m
		FPU 帯域外 (f=1240MHz)	-26dB	108.4m
DRM 1 本 (50mW)	BER= 1×10 ⁻⁴	FPU 帯域内 (f=1249MHz)	-7dB	720.3m
		FPU 帯域外 (f=1240MHz)	-35dB	28.7m
	BER= 1×10 ⁻⁵	FPU 帯域内 (f=1249MHz)	-6dB	769.4m
		FPU 帯域外 (f=1240MHz)	-34dB	32.2m

<RM 条件>

送信アンテナ高 : 1.5m (手持ちハンドヘルド型送信機を想定)

受信アンテナ高 : 4.0m (スタジオ、屋外中継用受信機を想定)

表 14-4 ワイヤレスマイク用途を考慮した離隔距離の算出（希望波 DRM、妨害波 FPU）

		RM 周波数	所要 D/U	離隔距離
条件①	FPU 帯域内（DRM、1 波）	1249MHz	-7dB	529.24
条件②	FPU 帯域内（DRM、1 波）	1249MHz	-7dB	199.65
条件③	FPU 帯域内（DRM、1 波）	1249MHz	-7dB	193.74

条件① 人体ボディーパック型、ENGカメラ受信機（h1d=0.9m、h2d=1.5m）

条件② イヤーモニター 1（h1d=2.0m、h2d=0.9m）

条件③ イヤーモニター 2（h1d=4.0m、h2d=0.9m）

表 14-5 ワイヤレスマイク、イヤーモニターの標準的な運用時のアンテナ高

NO	RM 用途	受信アンテナ高	送信アンテナ高
1)	ENGカメラ用 RM 受信機	1.5m	—
2)	スタジオ、屋外中継 RM 受信機	4.0m	—
3)	手持ちハンドヘルド型 RM 送信機	—	1.5m
4)	人体ボディーパック型 RM 送信機	—	0.9m
5)	イヤーモニター送信機（ケース 1）	—	2.0m
6)	イヤーモニター送信機（ケース 2）	—	4.0m

離隔距離の算出根拠：「平成 20 年 8 月 29 日 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） 参考資料 11」（以下、情報通信審議会報告）に拠る。

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

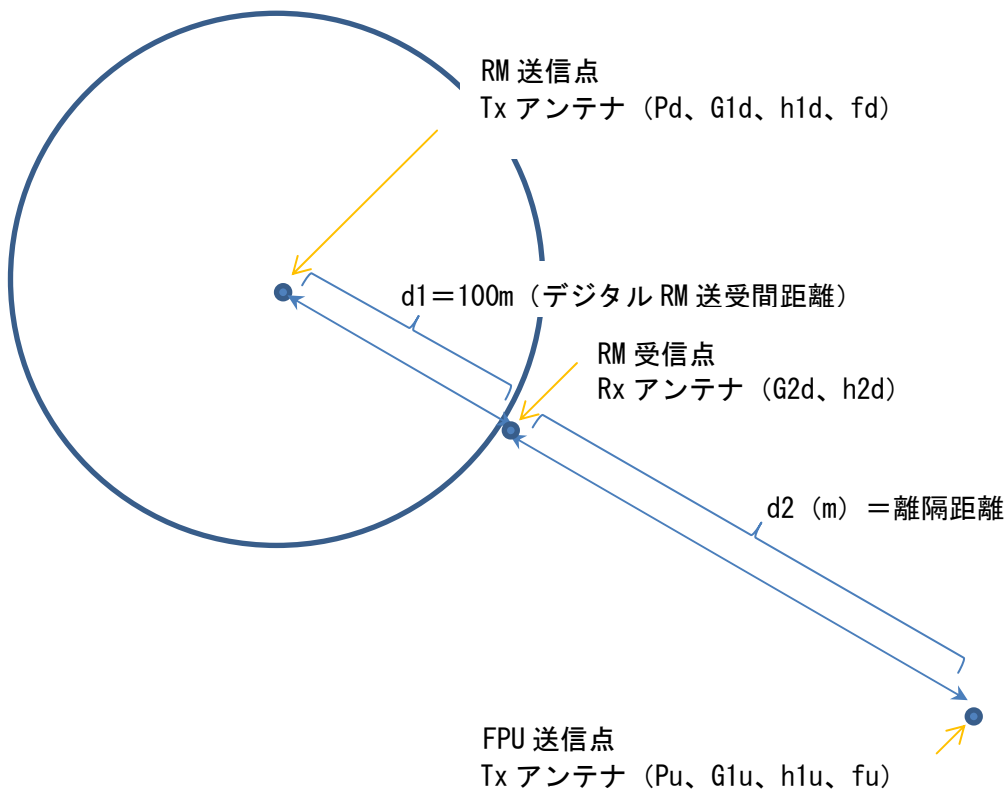
15 dB

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

算出モデル：＜希望波＝RM、妨害波＝FPU＞



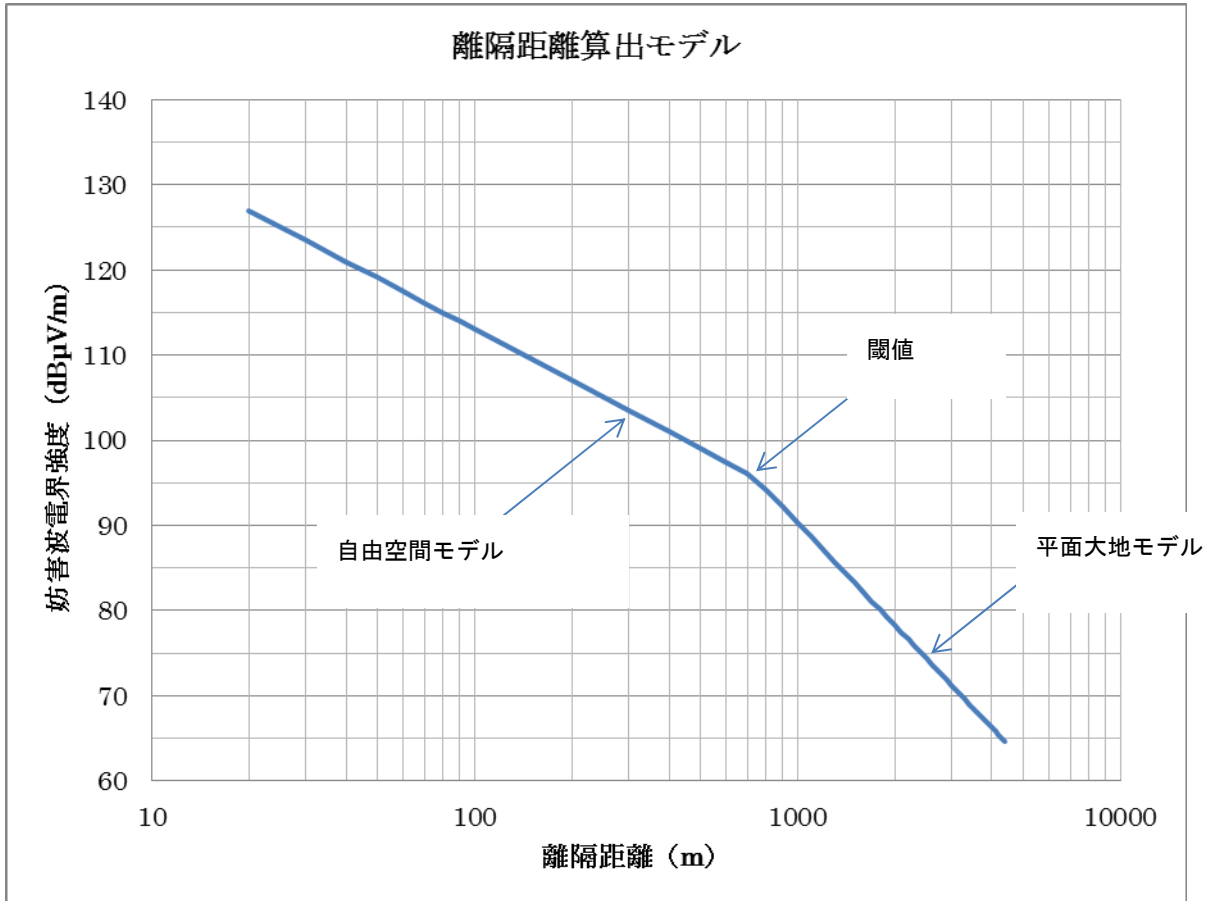
Pd	: RM 送信出力 (W)	Pu	: FPU 送信出力 (W)
fd	: RM 送信周波数 (Hz)	fu	: FPU 送信周波数 (Hz)
λd	: RM 波長 (m)	λu	: FPU 波長 (m)
G1d	: RM 送信アンテナ利得	G1u	: FPU 送信アンテナ利得
h1d	: RM 送信アンテナ高 (m)	h1u	: FPU 送信アンテナ高 (m)
G2d	: RM 受信利得	d2	: FPU 離隔距離
h2d	: RM 受信アンテナ (m)		
d1	: RM 送受信間距離		

帯域内妨害波	: $fd = fu$
帯域外妨害波	: $fd \neq fu$

図 14-2 離隔距離算出モデル (1)

自由空間モデルと平面大地モデルの関係：

図3に示すように、離隔距離が閾値以下であれば、自由空間モデルを適用し、離隔距離が閾値以上であれば、平面大地モデルを適用する。



算出結果 妨害波電界強度：94.89dBμV/m、離隔距離：769.36m

算出条件 希望波：デジタル RM、妨害波：FPU

RM 送信出力：50mW、送信周波数：1249MHz

RM 送受信間距離：100m

RM 送信アンテナ高：1.5m、RM 送信アンテナ利得：-10dBd

RM 受信アンテナ高：4.0m、RM 受信アンテナ利得：0dBd

FPU 送信出力：25W

FPU 送信アンテナ高：3.5m、FPU 送信アンテナ利得：2.16dBd

図 14-3 離隔距離算出モデル（2）

測定結果

<FPU 被干渉>

- 1) 表 14-2 の離隔距離は、1 本当たりの送信出力を ARM は 10mW、DRM は 50mW として算出した。
- 2) 表 14-2 より、ARM 12 波の離隔距離 21.56m に対して DRM 11 波の離隔距離 73.15m であり、マイク使用本数が同一の場合は、ARM よりも DRM 波の方が被干渉の影響が大きくなる。
- 3) 情報通信審議会報告 例 10 では、妨害波 DRM の場合で所要 D/U+10dB、離隔距離算出結果が通信エリア内のため、通信エリアの 500m としており、今回もほぼ同様の結果が得られた。FPU 占有周波数帯域内の FPU 被干渉については、FPU と RM が 1.2GHz 帯に周波数移行後も、800MHz 帯とほぼ同様の運用が可能と考えられる。

<FPU 与干渉>

- 1) 表 14-3 の離隔距離は、FPU 出力は 25W、ARM 1 本当たりの出力 10mW、DRM 1 本当たりの出力 50mW として算出した。
- 2) 表 14-2、表 14-3 の結果より、FPU 被干渉と FPU 与干渉の離隔距離を比較すると、FPU 与干渉の方が離隔距離が大きいため、離隔距離は FPU 与干渉が支配的になると考えられる。
- 3) 表 14-3 より、FPU 与干渉の場合の DRM と ARM を比較すると、FPU 占有周波数帯域内、FPU 占有周波数帯域外のいずれも、ARM の方が離隔距離が大きく、FPU の影響を受けやすいことが判る。
- 4) 情報通信審議会報告 例 9 によると、ARM では所要 D/U+10dB、離隔距離 916.2m、同報告 例 6 によると、DRM (出力 50mW) の所要 D/U0dB、離隔距離 444.8m となっている。本試験結果によると、FPU 占有周波数帯域内の離隔距離は ARM で 2753.9m、DRM で 769.36m となり、それぞれ約 3 倍、約 1.7 倍となった。FPU の帯域当たりの送信電力が 800MHz 帯に比べて 1.2GHz 帯になり 2.4 倍となった分、離隔距離が増大したと考えられる。
- 5) 表 14-3 より、FPU 帯域外の離隔距離は小さいため、実運用上の問題はないと考えられる。
- 6) 表 14-3 の ARM では、SINAD=40dB の離隔距離 1259m に対して、SINAD=50dB では 2754m と約 2 倍の離隔距離が必要である。
- 7) 特定ラジオマイクの運用形態が異なった場合の離隔距離の比較を表 14-3、表 14-4 に示す。また、ワイヤレスマイク、イヤーマニターの標準的な運用時のアンテナ高を表 14-5 に示す。FPU 帯域内で、DRM を手持ちハンドヘルド送信機とした場合、スタジオにてポール受信した場合の離隔距離 720.25m に対して、人体ボディーパック送信で、ENGカメラで受信した場合の離隔距離は、529.24m になる。いずれも、情報通信審議会報告 例 6 の結果 (FPU 与干渉における DRM の離隔距離 444.8m) とほぼ同じであり、FPU と RM が 1.2GHz 帯に周波数移行後も、800MHz 帯とほぼ同様の運

用が可能と考えられる。

- 8) イヤーモニターの離隔距離算出結果を表 14-4 の条件②と条件③に示すが、特定ラジオマイクの離隔距離 529.24m に対して、イヤーモニター離隔距離は 193.74m、199.65m になり、イヤーモニターの方が離隔距離が短く、FPU と RM が 1.2GHz 帯に周波数移行後も、800MHz 帯とほぼ同様の運用が可能と考えられる。
- 9) 上記 4)、5)、6)、7)、8) で示したように、総合的に考えると、1.2GHz 帯に移行後も、現行 800MHz 帯とほぼ同様の運用ができると考えられる。

参考資料 15 特定小電力無線局と FPU の干渉検討

(1) 特定小電力無線局の諸元

1, 252MHz 帯特定小電力無線局の主要な諸元を表 15-1、表 15-2 に示す。

多様な用途に対応できるよう、次の電波型式が認められている。

電波形式 : F1D, F1F, F2D, F2F, F7D, F7F, G1D, G1F, G2D, G2F, G7D, G7F, D1D, D1F, D2D, D2F, D7D 又は D7F

表 15-1 特定小電力無線局の主要規格※¹

送信装置	
(1) 空中線電力	0.01W 以下
(2) 空中線電力の許容差	+50%, -50%
(3) 発信方式	周波数シンセサイザ方式
(4) 周波数許容偏差	チャンネル間隔 50kHz (占有周波数帯幅 32kHz) : $\pm 4 \times 10^{-6}$ チャンネル間隔 25kHz (占有周波数帯幅 16kHz) : $\pm 3 \times 10^{-6}$
(5) 変調方式	電波型式に適合する変調方式
(6) 周波数偏位	規定しない
(7) 変調速度	規定しない
(8) 符号方式	規定しない
(9) 隣接チャンネル漏洩電力	搬送波電力の 40dB 以下
(10) 占有周波数帯幅の許容値	チャンネル間隔 50kHz は、占有周波数帯幅 32kHz チャンネル間隔 25kHz は、占有周波数帯幅 16kHz
(11) スプリアス発射又は不要発射の強度の許容値	平均電力 $2.5 \mu W$ 以下。
(12) 送信立ち上がり及び立下り時間	規定しない
受信装置	
(1) 符号基準感度	チャンネル間隔 25kHz : $2 \mu V$ 以下 チャンネル間隔 50kHz : $2.8 \mu V$ 以下
(2) 実効選択度におけるスプリアス・レスポンス	40dB 以上
(3) 実効選択度における隣接チャンネル選択度	40dB 以上
(4) 局部発振器の周波数変動	チャンネル間隔 25kHz : $\pm 3 \times 10^{-6}$ 以下 チャンネル間隔 50kHz : $\pm 4 \times 10^{-6}$ 以下

(5) 副次的に発する電波などの限度	4nW 以下
制御装置	
(4) キャリアセンス	空き状態の判定は、絶対利得 2.14dB の空中線に誘起する電圧が、1200MHz 帯の場合 4.47 μ V 以下の場合に空き状態と判定し通信路を設定する。応答時間は 20ms 以内。
空中線	
(1) 空中線の構造	給電線及び接地装置を有しない。
(2) 空中線の利得	絶対利得 2.14dBi 以下
(3) 空中線の使用区分	送信用と受信用は個別のものとしてよい。ただし、受信用とキャリアセンス用空中線は同一。
(1) 筐体」	無線設備は一つの筐体に収められ、容易にあげるができないこと。

表 15-2 チャンネル数、使用周波数及び送信時間制限※1

占有周波数帯幅 32kHz 以下			占有周波数帯幅 16kHz 以下		
チャンネル番号	使用周波数 (MHz)	送信時間制限 (最長送信時間、最短休止時間)	チャンネル番号	使用周波数 (MHz)	送信時間制限 (最長送信時間、最短休止時間)
1	1252.0000	0.2 秒送信、2 秒休止	1	1252.0125	0.2 秒送信、2 秒休止
2	1252.0500	連続送信 (間欠通信可能)	2	1252.0375	連続送信 (間欠通信可能)
3	1252.1000		3	1252.0625	
4	1252.1500		4	1252.0875	
5	1252.2000		5	1252.1125	
6	1252.2500		6	1252.1375	
7	1252.3000		7	1252.1625	
8	1252.3500		8	1252.1875	
9	1252.4000	9	1252.2125		
10	1252.4500	10	1252.2375		
11	1252.5000	11	1252.2625		
12	1252.5500	12	1252.2875		
13	1252.6000	13	1252.3125		
14	1252.6500	14	1252.3375		
15	1252.7000	15	1252.3625		
16	1252.7500	40 秒送信、2 秒休止	16	1252.3875	

17	1252.8000		17	1252.4125	
18	1252.8500		18	1252.4375	
19	1252.9000		19	1252.4625	
20	1252.9500		20	1252.4875	
21	1253.0000		21	1252.5125	0.2秒送信、 2秒休止
			22	1252.5375	40秒送信、 2秒休止
			23	1252.5625	
			24	1252.5875	
			25	1252.6125	
			26	1252.6375	
			27	1252.6625	
			28	1252.6875	
			29	1252.7125	
			30	1252.7375	
			31	1252.7625	
			32	1252.7875	
			33	1252.8125	
			34	1252.8375	
			35	1252.8625	
			36	1252.8875	
			37	1252.9125	
			38	1252.9375	
			39	1252.9625	
			40	1252.9875	

※1 ARIB STD-T67 特定小電力無線局 標準規格より 1,252MHz 帯について抜粋。

(2) 使用例

特定小電力無線局の用途は、多岐・多様にわたる。1252MHz 帯特定小電力無線局の使用例を表 15-3 に示す。

表 15-3 テレメーター・テレコントロール・データ伝送用システムの主な使用例

システムの分類、用途		システムの主な使用例
テレメーター・ テレコントロール システム	業務用	<ul style="list-style-type: none"> ・製鉄所、造船所、自動車工場等での天井走行クレーン、無人車輛・移動台車・ディーゼル機関車、高炉装置、ロボット等のリモコン、データ取得等 ・土木、建設、運輸業等でのブルドーザ・油圧ショベル・

		<p>ダンプ・コンクリートポンプ車、クレーン、電動扉、鋼矢板圧入機等のリモコン、データ取得等</p> <ul style="list-style-type: none"> ・工業用監視計測テレメーター、交通用テレメータ、河川監視計測テレメーター、気象計測テレメーター、上下水道用遠隔監視計測システム、ビルの防犯防災用リモコン、データ伝送等 ・農業、林業、医療等での農業用ハウスのリモコン、芝刈り機・枝打ち機、耕耘機、介護クレーンのリモコン等
	一般用・家庭用	<ul style="list-style-type: none"> ・自動車のエンジンスターター、ガレージの開閉、窓・ドア。照明センサー等の家庭用リモコン等 ・レジャーランド、ビル等での電動扉・幕の開閉、セキュリティ、防犯防災用リモコン
データ伝送システム	低速・中速データ伝送用	<ul style="list-style-type: none"> ・外食産業での顧客オーダーのエントリ ・注文伝票の発行等のデータ伝送システム ・鉄鋼金属、自動車、機械などのFA分野での物流管理、生産管理、在庫管理等のデータ伝送システム ・スーパー、デパート、量販店での価格表示、注文在庫確認などデータ伝送システム ・倉庫、配送センターでの移動部品、置き場管理等の物流管理データ伝送システム ・PC間、PC-端末装置間の無線LAN等のデータ伝送システム

(3) 特定小電力無線局の周波数関係

表 15-4 特定小電力無線局と干渉関連する設備の周波数関係

無線システム	使用周波数 (MHz)	周波数関係
特定小電力	1,252 - 1,253	周波数共用
1.2GHz 帯 FPU	1,243 - 1,297	与干渉／被干渉

(4) キャリアセンス

キャリアセンスは無線通信回線の設定に先立ち、他の無線局の電波を受信した場合、同一周波数の電波の発射を行わないようになっている。1, 252MHz 帯無線局の場合、絶対利得 2. 14dBi の空中線に誘起する電圧が、 $4.47\mu\text{V}$ のとき周波数空き状態と判定する。キャリアセンスが動作中は通信ができない状態になる。

(5) 干渉検討モデル

1. 2GHz 帯 FPU と特定小電力無線局の与干渉、被干渉を検討するため、FPU の運用モデルによって検討した。

表 15-5 FPU 運用モデル


運用モデル	用途	FPU 送信	FPU 受信
モデル 1	固定	FPU 中継車	受信基地
		8 素子八木アンテナ	26 素子八木アンテナ
モデル 2	移動	FPU 中継車	受信基地
		4 段コリニアアンテナ	12 素子八木アンテナ
モデル 3	移動	FPU 中継車	受信基地
		3 段コリニアアンテナ	8 素子八木アンテナ
モデル 4	移動	FPU 中継車	ヘリコプター
		2 段コリニアアンテナ	平面アンテナ
モデル 5	移動	背負子	FPU 中継車
		2 段コリニアアンテナ	8 素子八木アンテナ
モデル 6	移動	バイク	FPU 中継車
		2 段コリニアアンテナ	2 段コリニアアンテナ

(6) FPU 被干渉

FPU 被干渉のモデルを図 15-1 に示す。FPU の各運用モデルでの受信電力に室内試験で測定した D/U を考慮して干渉許容電力とした。特定小電力無線局は主に工場、事務所等で運用されており壁等による損失を 15dB とし、実際の市街地での電波伝搬で測定された建物等による遮蔽損 15dB として検討した。

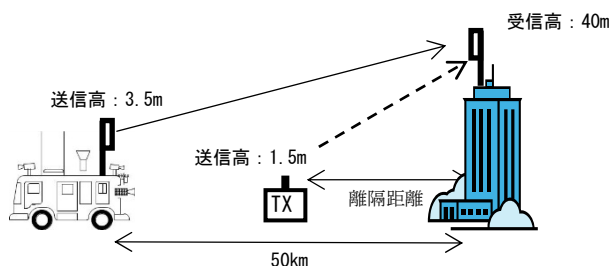
特定小電力無線局の送信出力は 10mW、これに送信・受信アンテナの利得とそれぞれの給電線損失を加え、これに壁等による損失、実際の電波伝搬調査で測定された建物等の遮蔽損を考慮したものが特定小電力無線局の与干渉電力となる。

この特定小電力無線局の与干渉電力が FPU の干渉許容電力を下回るための所要結合損を出し、離隔距離を算出した。

 TX : 特定小電力送信機

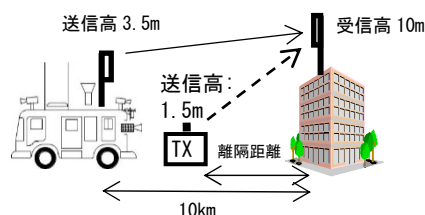
①モデル 1 [固定中継]

中継車から受信基地局まで伝搬距離 50km までの伝送



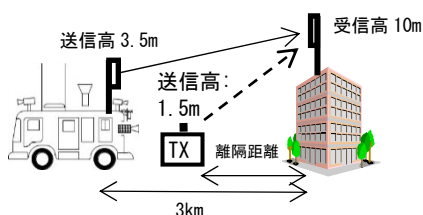
②モデル 2 [移動中継]

中継車から受信基地局まで伝送距離 10km までの伝送



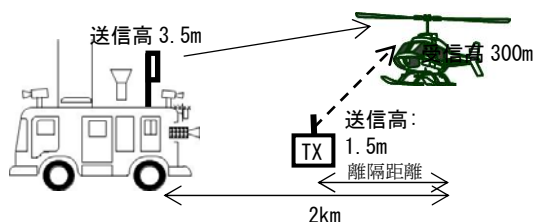
③モデル 3 [移動中継]

市街地で中継車から受信基地局まで伝送距離約 3km 程度の伝送



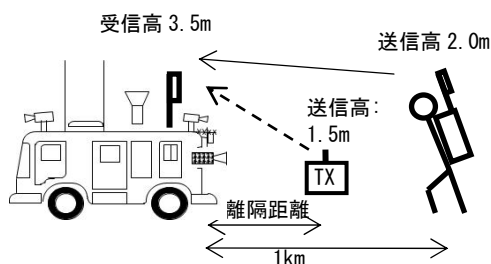
④モデル 4 [移動中継]

中継車からヘリコプターに向けて伝送距離約 2km の伝送



⑤モデル 5 [移動中継]

機材を背負って動きながら、最寄りの中継車に 1km までの伝送



⑥モデル 6 [移動中継]

バイクから中継車に 1km までの伝送

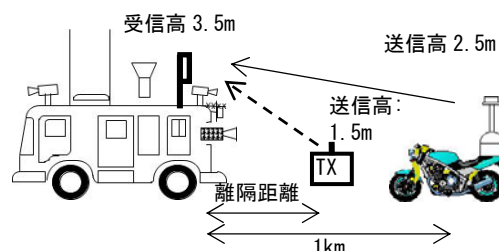


図 15-1 特定小電力無線局に対する FPU 被干渉モデル

FPU の運用モデルの受信電力に対する D/U 基準をもとに離隔距離を算出した結果を表 15-6 に示す。その結果、離隔距離はほぼ 20m となった。

表 15-6 FPU 被干渉（特定小電力無線局、FPU 運用モデルの受信電力で D/U 基準にした離隔距離）

特定小電力局 1.2GHz帯FPUの被干渉	モデル1		モデル2		モデル3		モデル4		モデル5		モデル6	
	16kHz	32kHz	16kHz	32kHz	16kHz	32kHz	16kHz	32kHz	16kHz	32kHz	16kHz	32kHz
① 送信周波数f[GHz]	1.2525	1.2525	1.2525	1.2525	1.2525	1.2525	1.2525	1.2525	1.2525	1.2525	1.2525	1.2525
② 送信出力W[W]/アンテナ	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
③ 送信出力W[dBm]	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
④ 送信アンテナ利得Gt[dBi]	2.14	2.14	2.14	2.14	2.14	2.14	2.14	2.14	2.14	2.14	2.14	2.14
⑤ 水平面指向特性	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
⑥ 垂直面指向特性	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
⑦ 送信アンテナ高[m]	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
⑧ 送信給電線損失Lt[dB]	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
⑨ 実効放射電力(WGt/Lt)[dBm]	③+④+⑤+⑥-⑧	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1
⑩ 建物等による遮蔽損[dB]	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	0.0	0.0	15.0	15.0	15.0	15.0
⑪ 壁等による減衰[dB]	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0
⑫ 受信アンテナ利得Gr[dBi]	18.1	18.1	14.0	14.0	12.0	12.0	7.2	7.2	12.0	12.0	5.2	5.2
⑬ 水平面指向特性(角度±30度外)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
⑭ 垂直面指向特性	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
⑮ 受信アンテナ高[m]	40.0	40.0	10.0	10.0	10.0	10.0	300.0	300.0	3.5	3.5	3.5	3.5
⑯ 受信給電線損失Lr[dB]	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
⑰ 受信電力Cr[dBm]	⑨-⑩-⑪+⑫+⑬+⑭-⑯	-1.3	-1.3	-5.4	-5.4	-7.4	-7.4	2.8	2.8	-7.4	-7.4	-14.2
⑱ 送信信号帯域幅[MHz]	0.016	0.032	0.016	0.032	0.016	0.032	0.016	0.032	0.016	0.032	0.016	0.032
⑲ 受信信号帯域幅(チャンネル)[MHz]	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5
⑳ 帯域換算(チャンネル当たり)に換算)												
㉑ 与干渉量[dBm/チャンネル]	⑰+⑳	-1.3	-1.3	-5.4	-5.4	-7.4	-7.4	2.8	2.8	-7.4	-7.4	-14.2
㉒ モデルでの受信電力(FPU送信=25W)[dBm]		-62.5	-62.5	-67.2	-67.2	-62.1	-62.1	-62.2	-62.2	-51.2	-51.2	-58.0
㉓ DU比		-7.0	-7.0	-7.0	-7.0	-7.0	-7.0	-7.0	-7.0	-8.0	-8.0	-7.0
㉔ 許容干渉電力[dBm]		-55.5	-55.5	-60.2	-60.2	-55.1	-55.1	-55.2	-55.2	-43.2	-43.2	-51.0
㉕ 所要結合損[dB]	㉑-㉔	54.2	54.2	54.8	54.8	47.7	47.7	58.0	58.0	35.8	35.8	36.8
㉖ 離隔距離[km](自由空間)		0.01	0.01	0.01	0.01	0.005	0.005	0.02	0.02	0.001	0.001	0.001
㉗ 離隔距離[km](球面大地)		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
㉘ 離隔距離[km](平面大地)		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

*1...GRWAVE:ITU-R P.526-12球面大地伝搬損失計算ソフト

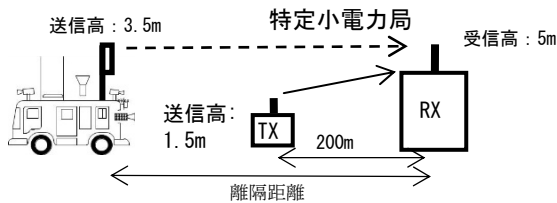
(7) FPU 与干渉

FPU 与干渉モデルを図 15-2 に示す。FPU の送信出力を特定小電力無線局のチャンネル当たりの電力に帯域換算すると 16kHz では 23.3mW、32kHz では 46.5mW となる。これに送信・受信アンテナの利得とそれぞれの給電線損失を加え、これに壁等による損失を 15dB、実際の電波伝搬調査で測定された建物等の遮蔽損 15dB を考慮したものが FPU の与干渉電力となる。

平成 11 年度電気通信技術審議会答申諮問 26 号で特定小電力無線設備で産業用に用いるシステムのサービスエリアを半径 200m として空中線電力を 10mW と規定しているの、特定小電力無線局の通常運用時の受信電力を伝搬距離 200m の受信電力とした。これに対し、FPU を妨害波として測定した D/U を考慮したものが許容干渉電力となる。この特定小電力無線局の許容干渉電力を与干渉電力が下回るための所要結合損を出し、離隔距離を算出した。

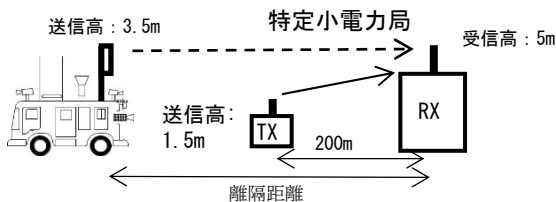
①モデル1[固定中継]

中継車から受信基地局まで伝搬距離 50km
までの伝送。



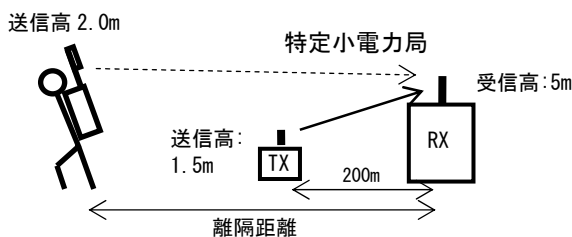
③モデル3[移動中継]

中継車から受信基地局まで伝送距離約 3km
程度の伝送



⑤モデル5[移動中継]

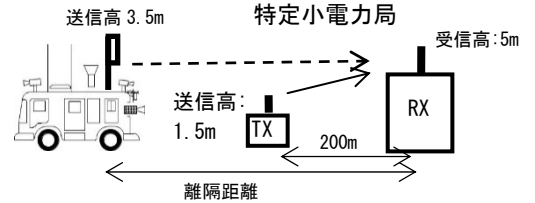
機材を背負って動きながら、最寄りの
中継車に 1km までの伝送



TX: 特定小電力送信機 RX: 特定小電力受信機

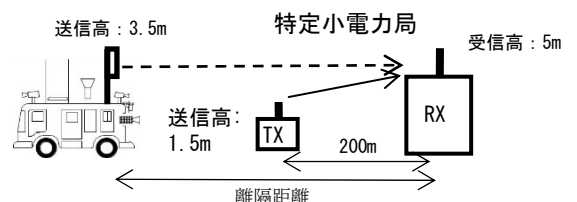
②モデル2[移動中継]

中継車から受信基地局まで伝送距離 10km
までの伝送。



④モデル4[移動中継]

中継車からヘリコプターに向けて
伝送距離約 2km の伝送



⑥モデル6[移動中継]

バイクから中継車に 1km までの伝送

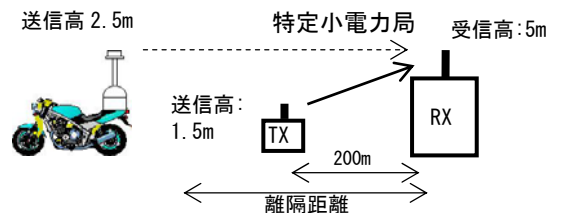


図 15-2 特定小電力無線局に対する FPU 与干渉モデル

特定小電力無線局の通常運用時の受信電力を伝搬距離 200m の受信電力-66dBm とした。これに対し、FPU を妨害波として測定した D/U は 11dB であった。FPU による妨害波の電力は 17.5MHz 帯域であり、特定小電力無線局の受信機の帯域 (16kHz/32kHz) に換算したものが許容干渉電力となる。この特定小電力無線局の干渉許容電力を与干渉電力が下回るための所要結合損を出し、離隔距離を算出した。

その結果、FPU からの与干渉で特定小電力無線局が通信中に影響を受けない離隔距離は平面大地伝搬モデルで移動中継において約 1.2km となった。

表 15-7 FPU 与干渉 (特定小電力無線局サービスエリア 200m、D/U11dB の離隔距離)

特定小電力局通常運用時 1.2GHz帯FPUの干渉	モデル1		モデル2		モデル3		モデル4		モデル5		モデル6	
	16kHz	32kHz	16kHz	32kHz	16kHz	32kHz	16kHz	32kHz	16kHz	32kHz	16kHz	32kHz
①送信周波数f[GHz]	1.2525	1.2525	1.2525	1.2525	1.2525	1.2525	1.2525	1.2525	1.2525	1.2525	1.2525	1.2525
②送信出力W[W]/アンテナ	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0
③送信出力W[dBm/17.5MHz]	44.0	44.0	44.0	44.0	44.0	44.0	44.0	44.0	44.0	44.0	44.0	44.0
④帯域換算送信出力[dBm/チャンネル]	13.6	16.6	13.6	16.6	13.6	16.6	13.6	16.6	13.6	16.6	13.6	16.6
⑤送信アンテナ利得G[dBi]	12.0	12.0	7.2	7.2	6.0	6.0	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2
⑥水平面指向特性	-10.0	-10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
⑦垂直面指向特性	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
⑧送信アンテナ高[m]	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	2.0	2.0	2.5	2.5
⑨送信給電線損失L[dB]	1.5	1.5	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4
⑩実効放射電力(WGt/Lt)[dBm/チャンネル]	14.1	17.1	19.4	22.4	18.2	21.2	17.4	20.4	17.4	20.4	17.4	20.4
⑪建物等による遮蔽損[dB]	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0
⑫壁等による減衰[dB]	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0
⑬受信アンテナ利得Gr[dBi]	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1
⑭水平面指向特性	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
⑮垂直面指向特性	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
⑯受信アンテナ高[m]	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
⑰受信給電線損失Lr[dB]	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
⑱干渉量[dBm/チャンネル]	(10)-(11)-(12)+(13)+(14)+(15)-(17)	-13.8	-10.8	-8.5	-5.5	-9.7	-6.7	-10.5	-7.5	-10.5	-7.5	-10.5
⑲送信信号帯域幅[MHz]	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5
⑳受信信号帯域幅(チャンネル)[MHz]	0.016	0.032	0.016	0.032	0.016	0.032	0.016	0.032	0.016	0.032	0.016	0.032
㉑帯域換算(チャンネル当たり)換算	-30.4	-27.4	-30.4	-27.4	-30.4	-27.4	-30.4	-27.4	-30.4	-27.4	-30.4	-27.4
㉒通常運用受信電力	-66.0	-66.0	-66.0	-66.0	-66.0	-66.0	-66.0	-66.0	-66.0	-66.0	-66.0	-66.0
㉓D/U比	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0
㉔許容干渉電力[dBm/17.5MHz]	(22)-(23)	-77.0	-77.0	-77.0	-77.0	-77.0	-77.0	-77.0	-77.0	-77.0	-77.0	-77.0
㉕帯域換算許容干渉電力[dBm/チャンネル]	(24)+(21)	-107.4	-104.4	-107.4	-104.4	-107.4	-104.4	-107.4	-104.4	-107.4	-104.4	-107.4
㉖キャリアセンスレベル[dBm/17.5MHz]	(22)-(23)											
㉗帯域換算キャリアセンスレベル[dBm/チャンネル]	(26)+(21)											
㉘所要結合損[dB]	(18)-(25)	93.6	93.6	98.9	98.9	97.7	97.7	96.9	96.9	96.9	96.9	96.9
㉙離隔距離[km](自由空間)	0.92	0.92	1.69	1.69	1.47	1.47	1.34	1.34	1.34	1.34	1.34	1.34
自由空間伝搬損失による離隔距離	0.92	0.92	1.69	1.69	1.47	1.47	1.34	1.34	1.34	1.34	1.34	1.34
球面大地伝搬損失による離隔距離*1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
平面大地伝搬損失による離隔距離	-	-	1.24	1.24	1.16	1.16	1.11	1.11	0.84	0.84	0.94	0.94

*1 GRWAVE ITU-R P.526-12 球面大地伝搬損失計算ソフト

一方、移動中継でキャリアセンスが動作しないための D/U は 5dB であり、同様に帯域換算するとキャリアセンスが動作する閾値は 98~101dBm となり、ARIB STD-T67 特定小電力無線局 標準規格で定める $4.47\mu V$ (-100dBm) とほぼ同様な値となった。その結果、キャリアセンスが動作しないための離隔距離は移動中継で約 850m となった(表 15-8)。送信中の中継車の影響でキャリアセンスのため送信が止まるのは特定小電力無線局が道路に面していると約 5 分(時速 20km を想定)、中継車が通過すれば再度データ通信は可能となる。

表 15-8 FPU 与干渉 (特定小電力無線局、キャリアセンスが動作しない離隔距離)

特定小電力 キャリアセンス 1.2GHz帯FPUの干渉	モデル1		モデル2		モデル3		モデル4		モデル5		モデル6	
	16kHz	32kHz	16kHz	32kHz	16kHz	32kHz	16kHz	32kHz	16kHz	32kHz	16kHz	32kHz
①送信周波数f[GHz]	1.2525	1.2525	1.2525	1.2525	1.2525	1.2525	1.2525	1.2525	1.2525	1.2525	1.2525	1.2525
②送信出力W[W]/アンテナ	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0
③送信出力W[dBm/17.5MHz]	44.0	44.0	44.0	44.0	44.0	44.0	44.0	44.0	44.0	44.0	44.0	44.0
④帯域換算送信出力[dBm/チャンネル]	13.6	16.6	13.6	16.6	13.6	16.6	13.6	16.6	13.6	16.6	13.6	16.6
⑤送信アンテナ利得G[dBi]	12.0	12.0	7.2	7.2	6.0	6.0	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2
⑥水平面指向特性	-10.0	-10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
⑦垂直面指向特性	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
⑧送信アンテナ高[m]	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	2.0	2.0	2.5	2.5
⑨送信給電線損失L[dB]	1.5	1.5	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4
⑩実効放射電力(WGt/Lt)[dBm/チャンネル]	14.1	17.1	19.4	22.4	18.2	21.2	17.4	20.4	17.4	20.4	17.4	20.4
⑪建物等による遮蔽損[dB]	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0
⑫壁等による減衰[dB]	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0
⑬受信アンテナ利得Gr[dBi]	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1
⑭水平面指向特性	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
⑮垂直面指向特性	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
⑯受信アンテナ高[m]	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
⑰受信給電線損失Lr[dB]	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
⑱干渉量[dBm/チャンネル]	(10)-(11)-(12)+(13)+(14)+(15)-(17)	-13.8	-10.8	-8.5	-5.5	-9.7	-6.7	-10.5	-7.5	-10.5	-7.5	-10.5
⑲送信信号帯域幅[MHz]	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5
⑳受信信号帯域幅(チャンネル)[MHz]	0.016	0.032	0.016	0.032	0.016	0.032	0.016	0.032	0.016	0.032	0.016	0.032
㉑帯域換算(チャンネル当たり)換算	-30.4	-27.4	-30.4	-27.4	-30.4	-27.4	-30.4	-27.4	-30.4	-27.4	-30.4	-27.4
㉒通常運用受信電力	-66.0	-66.0	-66.0	-66.0	-66.0	-66.0	-66.0	-66.0	-66.0	-66.0	-66.0	-66.0
㉓D/U比	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
㉔許容干渉電力[dBm/17.5MHz]	(22)-(23)											
㉕帯域換算許容干渉電力[dBm/チャンネル]	(24)+(21)											
㉖キャリアセンスレベル[dBm/17.5MHz]	(22)-(23)	-71.0	-71.0	-71.0	-71.0	-71.0	-71.0	-71.0	-71.0	-71.0	-71.0	-71.0
㉗帯域換算キャリアセンスレベル[dBm/チャンネル]	(26)+(21)	-101.39	-98.38	-101.39	-98.38	-101.39	-98.38	-101.39	-98.38	-101.39	-98.38	-101.39
㉘所要結合損[dB]	(18)-(25)or(27)	87.62	87.62	92.92	92.92	91.72	91.72	90.92	90.92	90.92	90.92	90.92
㉙離隔距離[km](自由空間)	0.46	0.46	0.85	0.85	0.74	0.74	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67
自由空間伝搬損失による離隔距離	0.46	0.46	0.85	0.85	0.74	0.74	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67
球面大地伝搬損失による離隔距離*1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
平面大地伝搬損失による離隔距離	-	-	0.83	0.83	0.74	0.74	0.67	0.67	0.59	0.59	0.66	0.66

*1 GRWAVE ITU-R P.526-12 球面大地伝搬損失計算ソフト

よって、特定小電力無線局がロードレースのコースに面した 1.2km 以内の地域で運用されていなければ影響をうけることはないと考えられる。

1.2km 以内の地域における共用のための干渉対策としては、特定小電力無線局と運用調整をするため、放送事業者から特定小電力無線局ユーザーに 1.2GHz 帯 FPU の使用予定情

報等をホームページなどで周知するほか、その他の方法も含めて情報が伝わり運用調整ができるよう検討が必要である。

また、放送事業者がロードレースコースで事前準備、確認作業を行う際に1,252-1.253MHz帯の潜在電界調査を行い、同周波数帯に特定小電力無線局の存在を確認した場合は該当特定小電力無線局ユーザーを特定して運用調整を行う。該当ユーザーが不明のときは、その付近で該当周波数と重なるFPUチャンネルについて必要な対応を行う。

対応として考えられるのは、放送事業者がハーフモードを2波使用して特定小電力無線局の1,252-1.253MHz帯を避ける形のバルク伝送方式の使用やFPUの帯域当たりの電力を特定小電力無線局と同じレベルまで低減して運用するなどの干渉軽減措置を行えば運用調整は不要であり共用は可能であると考えられる。

参考資料 16 画像伝送用携帯局と FPU との干渉検討

(1) 画像伝送用携帯局の概要と諸元

本システムは、1.2GHz 帯の周波数を用いて、ラジコンヘリコプター等に搭載したカメラから映像を伝送するシステムである。

電波法関係審査基準では審査基準を次のように定めている。

- ア 免許主体 模型飛行機（産業の用に供する物に限る。以下同じ）を用いて映像の伝送を行う者であること。
- イ 無線局の種別 携帯局であること。
- ウ 通信方式 単向通信方式又は同報通信方式であること。
- エ 通信の相手方 免許人所属の受信設備であること。
- オ 移動範囲 模型飛行機を用いて映像を伝送するために必要な区域であること。
- カ 変調方式 周波数変調又は位相変調であること。
- キ 占有周波数帯幅の許容値 15MHz 以下許容干渉電力
(運用されている無線局は 6MHz 以下となっている)。
- ク 空中線電力 1W 以下であること。
- ケ 空中線利得 2.15dBi 以下であること。
- コ 電波の偏波面 垂直又は水平であること。

装置の諸元を表 16-1 に示す。

表 16-1 画像伝送用携帯局の諸元

送信装置	
送信周波数	1281.5MHz
電波型式	F3F
最大出力	1W
周波数制御	PLL 方式
映像変調方式	可変リアクタンス周波数変調
最高映像周波数	4.2MHz
映像入力	NTSC 1Vp-p
受信装置	
受信周波数	1281.5MHz
受信感度	-70dBm
映像復調方式	PLL 復調方式
映像出力	NTSC 1Vp-p

(2) 使用例

航空写真撮影時のビデオモニター（ファインダー機能）、上空からの状況確認等。

（３）画像伝送用携帯局と干渉関連する設備の周波数関係

表 16-2 画像伝送用携帯局と干渉関連する設備の周波数関係

無線システム	使用周波数（MHz）	周波数関係
画像伝送用携帯局	1,281.5（中心周波数）	周波数共用
1.2GHz 帯 FPU	1,243 - 1,297	与干渉／被干渉


（４）干渉検討モデル

1.2GHz 帯 FPU と画像伝送用携帯局の与干渉、被干渉を参考資料 15（５）干渉検討モデルと同様な FPU の運用モデルによって検討した。

（５）FPU 被干渉検討

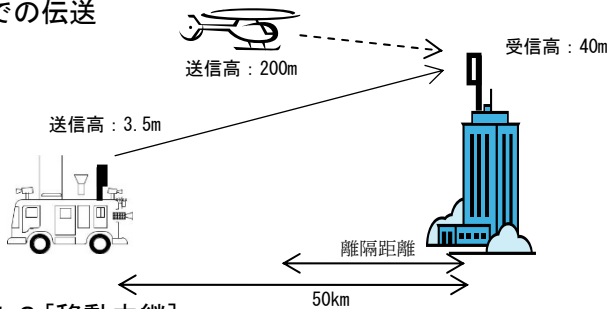
FPU 被干渉モデルを図 16-1 に示す。FPU の各運用モデルでの受信電力に室内試験で測定した D/U を考慮して許容干渉電力とした。

画像伝送用携帯局の送信出力は 1W、これに送信・受信アンテナの利得とそれぞれの給電線損失を加え、電波伝搬調査で測定された建物等の遮蔽損 15dB を考慮したものが FPU の与干渉電力となる。この与干渉電力が FPU の D/U 基準による干渉許容電力を下回るための所要結合損を出し、離隔距離を算出した。

 : 画像伝送携帯局送信機

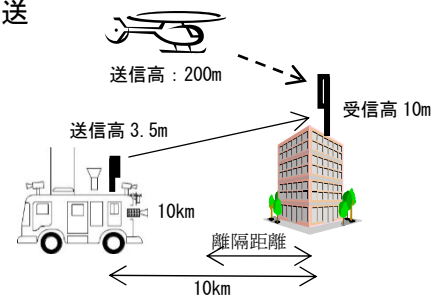
①モデル1 [固定中継]

中継車から受信基地局まで伝搬距離 50km
までの伝送



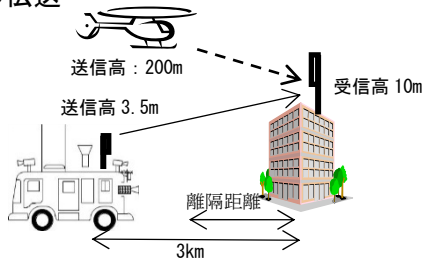
②モデル2 [移動中継]

中継車から受信基地局まで伝送距離 10km
までの伝送



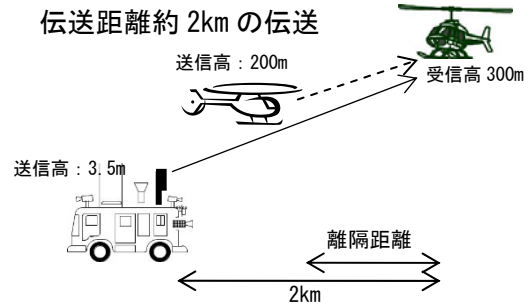
③モデル3 [移動中継]

中継車から受信基地局まで伝送距離約 3km
程度の伝送



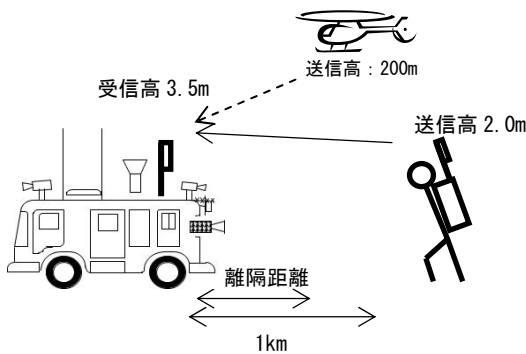
④モデル4 [移動中継]

中継車からヘリコプターに向けて
伝送距離約 2km の伝送



④モデル5 [移動中継]

機材を背負って動きながら、最寄りの
中継車に 1km までの伝送



⑥モデル6 [移動中継]

バイクから中継車に 1km までの伝送

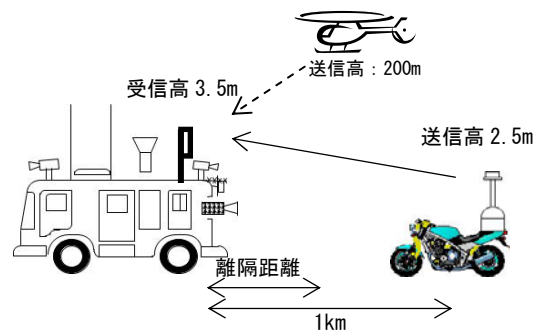


図 16-1 画像伝送用携帯局に対する FPU 被干渉モデル

FPU の運用モデルの受信電力に対する D/U 基準をもとに離隔距離を検討した結果を表 16-3 に示す。最長となった離隔距離は約 4km であった。

表 16-3 FPU 被干渉（画像伝送用携帯局、FPU 運用モデルの受信電力で D/U 基準で算出した離隔距離）

画像伝送局 1.2GHz帯FPUの被干渉	モデル 1	モデル 2	モデル 3	モデル 4	モデル 5	モデル 6
① 送信周波数f[GHz]	1.2815	1.2815	1.2815	1.2815	1.2815	1.2815
② 送信出力W[W]／アンテナ	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
③ 送信出力W[dBm]	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0
④ 送信アンテナ利得Gt[dBi]	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15
⑤ 水平面指向特性	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
⑥ 垂直面指向特性	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
⑦ 送信アンテナ高[m]	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0
⑧ 送信給電線損失Lt[dB]	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
⑨ 実効放射電力(WGt/Lt)[dBm]	③+④+⑤+⑥-⑧	32.2	32.2	32.2	32.2	32.2
⑩ 建物等による遮蔽損[dB]	15.0	15.0	15.0	0.0	15.0	15.0
⑪ 壁等による減衰[dB]	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
⑫ 受信アンテナ利得Gr[dBi]	18.1	14.0	12.0	7.2	12.0	5.2
⑬ 水平面指向特性	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
⑭ 垂直面指向特性	0.0	0.0	0.0	-15.0	0.0	0.0
⑮ 受信アンテナ高[m]	40.0	10.0	10.0	300.0	3.5	3.5
⑯ 受信給電線損失Lr[dB]	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
⑰ 受信電力Ci[dBm]	⑨-⑩-⑪+⑫+⑬+⑭-⑯	33.8	29.7	27.7	22.9	27.7
⑱ 送信信号帯域幅[MHz]	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0
⑲ 受信信号帯域幅(チャンネル)[MHz]	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5
⑳ 帯域換算(チャンネル当たり)に換算						
㉑ 与干渉量[dBm/チャンネル]	⑰+⑳	33.8	29.7	27.7	22.9	27.7
㉒ モデルでの受信電力(FPU送信=25W)[dBm]		-62.5	-67.2	-62.1	-62.2	-51.2
㉓ DU比		9.0	9.0	9.0	9.0	7.0
㉔ 許容干渉電力[dBm]		-71.5	-76.2	-71.1	-71.2	-58.2
㉕ 所要結合損[dB]	㉑-㉔	105.3	105.9	98.8	94.1	85.9
㉖ 離隔距離[km](自由空間)		3.4	3.7	1.6	0.9	0.4
㉗ 離隔距離[km](球面大地)		-	-	-	-	-
㉘ 離隔距離[km](平面大地)		3.4	3.7	1.6	-	-

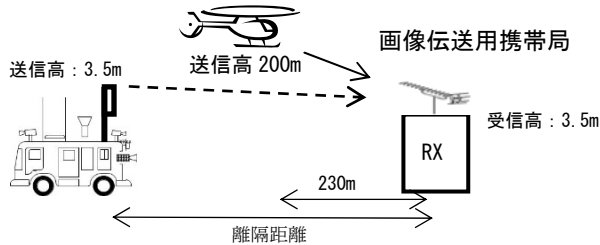
*1…GRWAVE:ITU-R P.526-12球面大地伝搬損失計算ソフト

(6) FPU 与干渉検討

与干渉検討モデルを図 16-2 に示す。画像伝送用携帯局の通常運用受信電力を平均的な運用時（伝搬距離 230m）の受信電力-40dBm とし、これに対する FPU を妨害波として測定した D/U は 17dB であった。よって通常運用時の受信レベルに D/U を考慮したものを干渉許容電力として所要結合損を出し、離隔距離を算出した。

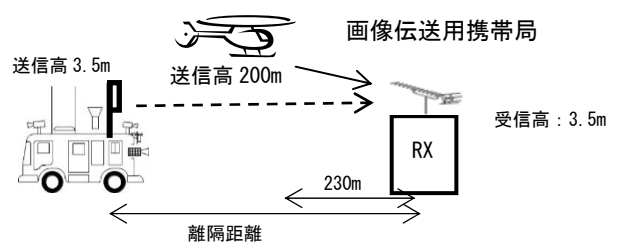
①モデル1 [固定中継]

中継車から受信基地局まで伝搬距離 50km
10km
までの伝送



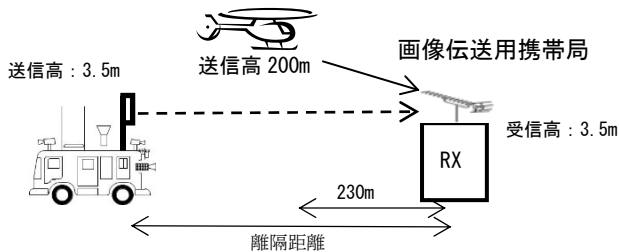
②モデル2 [移動中継]

中継車から受信基地局から伝送距離
までの伝送



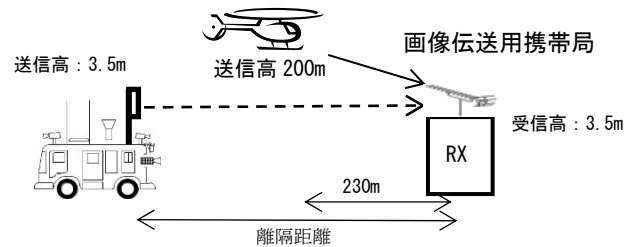
③モデル3 [移動中継]

中継車から受信基地局から伝搬距離約 3km
程度の伝送



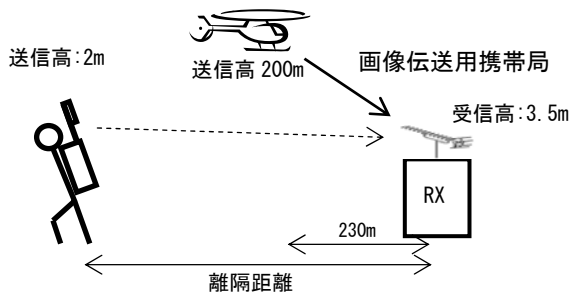
④モデル4 [移動中継]

中継車からヘリコプターに向けて
伝送距離約 2km の伝送



⑤モデル5 [移動中継]

機材を背負って動きながら、最寄りの
中継車に 1km までの伝送



⑥モデル6 [移動中継]

バイクから中継車に 1km までの伝送

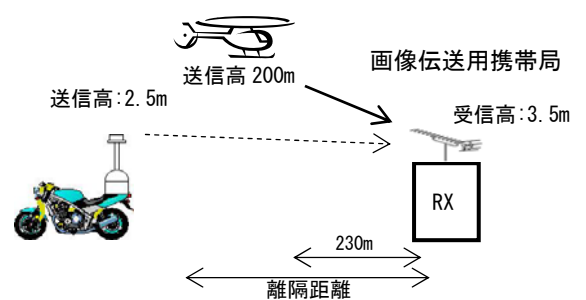


図 16-2 画像伝送用携帯局に対する FPU 与干渉モデル

その結果、表 16-4 に示す通り、離隔距離は移動中継では 120m となった。

表 16-4 FPU 与干渉（画像伝送用携帯局、運用距離 230m の離隔距離）

画像伝送携帯局 通常運用時 1.2GHz帯FPUの与干渉		モデル1	モデル2	モデル3	モデル4	モデル5	モデル6
① 送信周波数f[GHz]		1.2815	1.2815	1.2815	1.2815	1.2815	1.2815
② 送信出力W[W]/アンテナ		25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0
③ 送信出力W[dBm/17.5MHz]		44.0	44.0	44.0	44.0	44.0	44.0
④ 帯域換算送信出力[dBm/チャンネル]		39.3	39.4	39.3	39.3	39.3	39.3
⑤ 送信アンテナ利得Gt[dBi]		12.0	7.2	6.0	5.2	5.2	5.2
⑥ 水平面指向特性		-10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
⑦ 垂直面指向特性		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
⑧ 送信アンテナ高[m]		3.5	3.5	3.5	3.5	2.0	2.5
⑨ 送信給電線損失Lt[dB]		1.5	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4
⑩ 実効放射電力(WGt/Lt)[dBm/チャンネル]	④+⑤+⑥+⑦-⑨	39.8	45.2	43.9	43.1	43.1	43.1
⑪ 建物等による遮蔽損[dB]		15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0
⑫ 壁等による減衰[dB]		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
⑬ 受信アンテナ利得Gr[dBi]		12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0
⑭ 水平面指向特性		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
⑮ 垂直面指向特性		-25.0	-25.0	-25.0	-25.0	-25.0	-25.0
⑯ 受信アンテナ高[m]		3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5
⑰ 受信給電線損失Lr[dB]		1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
⑱ 与干渉量[dBm/チャンネル]	⑩-⑪-⑫+⑬+⑭+⑮-⑯	10.3	15.7	14.4	13.6	13.6	13.6
⑲ 送信信号帯域幅[MHz]		17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5
⑳ 受信信号帯域幅(チャンネル)[MHz]		6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0
㉑ 帯域換算(チャンネル当たりに換算)		-4.6	-4.6	-4.6	-4.6	-4.6	-4.6
㉒ 通常運用受信電力		-40	-40	-40	-40	-40	-40
㉓ DU比		17.0	17.0	17.0	17.0	17.0	17.0
㉔ 許容干渉電力[dBm/17.5MHz]	㉒-㉓	-56.5	-56.5	-56.5	-56.5	-56.5	-56.5
㉕ 帯域換算許容干渉電力[dBm/チャンネル]	㉔+㉑	-61.1	-61.1	-61.1	-61.1	-61.1	-61.1
㉖ キャリアセンスレベル[dBm/17.5MHz]	㉒-㉓						
㉗ 帯域換算キャリアセンスレベル[dBm/チャンネル]	㉖+㉑						
㉘ 所要結合損[dB]	㉕-㉗or㉗	71.48	76.80	75.58	74.78	74.78	74.78
㉙ 離隔距離[km](自由空間)		0.07	0.12	0.11	0.10	0.10	0.10
離隔距離	自由空間伝搬損失による離隔距離	0.07	0.12	0.11	0.10	0.10	0.10
	球面大地伝搬損失による離隔距離*1	-	-	-	-	-	-
	平面大地伝搬損失による離隔距離	-	-	-	-	-	-

*1 GRWAVE ITU-R P.526-12 球面大地伝搬損失計算ソフト

放送事業者は画像伝送用携帯局免許人と円滑に運用調整を行っていくため、免許人に対して 1.2GHz 帯 FPU の使用予定の情報のホームページによる周知など、予め周知方法について決めておくことが望ましい。周波数を共用するケースが発生した際にはお互いに使用時間帯、運用場所などの運用調整を行う。

また、マラソンや駅伝の開催時にコースに沿ってラジコンヘリ使用の確認により、干渉対象局が確認された場合はその付近では、必要に応じて該当周波数と重なる FPU チャンネルの対応（周波数シフトなど）や受信アンテナ操作によって干渉を回避することが可能である。

画像伝送用携帯局は主に航空写真のモニタリング用にラジコンヘリに搭載したカメラ等の映像の伝送に使用されるが、マラソンや駅伝の開催時にコース近傍でこのような業務を実施するのはまれと考えられ、上記対応により共用は可能であると考えられる。

参考資料 17 アマチュア無線レピータ局と FPU との干渉検討

(1) アマチュア無線レピータ局の諸元

アマチュア無線レピータ局の周波数、出力、占有周波数帯幅を表 17-1 に示す。主に 1,270 - 1,273MHz 帯はアップリンクに、1,290 - 1,293MHz 帯はダウンリンクに使用されている。

表 17-1 アマチュア無線レピータ局の諸元

	周波数		変調方式	出力	占有周波数帯幅
アナログ方式 レピータ	1,270-1,273MHz		FM	10W 以下	40kHz 以下
	1,290-1,293MHz				
デジタル方式 レピータ (D-STAR)	データ系	1,270MHz 帯 1,290MHz 帯	GMSK, QPSK 4 値 FSK		150kHz 以下
	音声系	1,270MHz 帯 1,290MHz 帯			6kHz 以下

(2) 全国アマチュア無線レピータ数

全国でアナログ方式、デジタル方式あわせて 584 局が開設されている。開設者は、いずれも一般社団法人日本アマチュア無線連盟である。

(3) アマチュア無線局レピータ局の周波数関係

表 17-2 アマチュア無線レピータ局と干渉関連する設備の周波数関係

無線システム	使用周波数 (MHz)	周波数関係
アマチュア無線局レピータ アップリンク ダウンリンク	1,270-1,273 1,290-1,293	2 次利用周波数共用 被干渉
1.2GHz 帯 FPU	1,243 - 1,297	

(4) アマチュア無線レピータ局の送信アンテナ

アマチュア無線レピータ局の送信アンテナは状況により各種のアンテナが使用されており、また複数のアンテナを組み合わせて使用している場合もある。この検討では、いろいろな場所に点在しているアマチュア無線がアマチュア無線レピータ局にアクセスしやすいように、指向性の広い 2 段コーリニアを送信アンテナに用いる場合を想定して検討を行った。

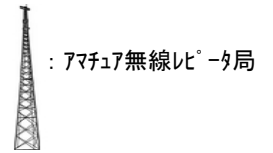
(5) 干渉検討モデル

1. 2GHz 帯 FPU とアマチュア無線レピータ局の与干渉、被干渉を参考資料 15（5）干渉検討モデルと同様、FPU の運用モデルによって検討した。

（6）FPU 被干渉検討

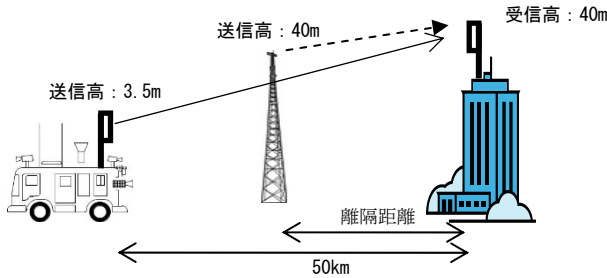
FPU 被干渉モデルを図 17-1 に示す。FPU の各運用モデルでの受信電力に室内試験で測定した D/U を考慮して干渉許容電力とした。

アマチュア無線レピータ局の送信出力は 10W、これに送信・受信アンテナの利得とそれぞれの給電線損失を加え、アンテナの指向性を利用してアンテナ操作や基地局設置により妨害波を±30 度外にすることにより妨害波を 10dB 以上減衰可能であり、これに電波伝搬調査で測定された建物等の遮蔽損を考慮したものがアマチュア無線レピータ局の与干渉電力となる。この与干渉電力が FPU の D/U 基準による干渉許容電力を下回るための所要結合損を出し、離隔距離を算出した。



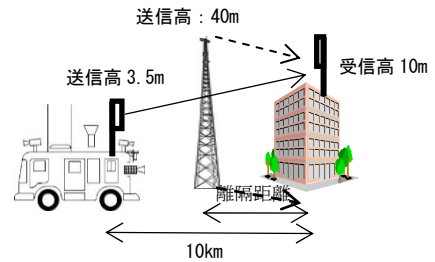
①モデル1 [固定中継]

中継車から受信基地局まで伝搬距離
50km までの伝送



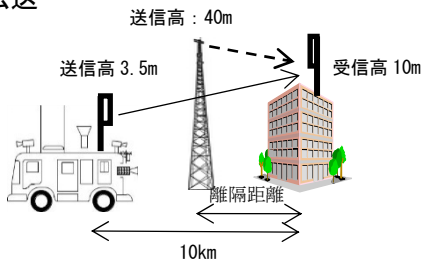
②モデル2 [移動中継]

中継車から受信基地局まで伝送距離
10km までの伝送



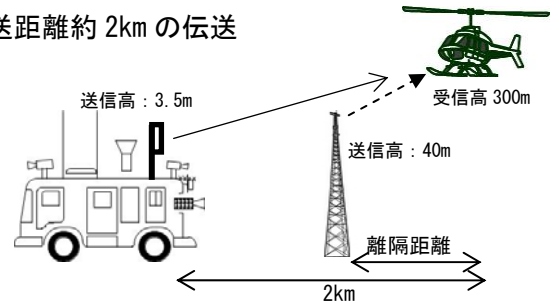
③モデル3 [移動中継]

中継車から受信基地局まで伝送距離約 3km
程度の伝送



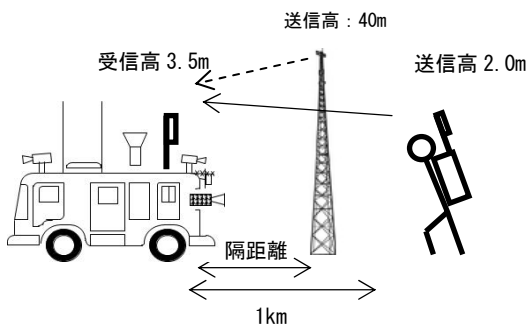
④モデル4 [移動中継]

中継車からヘリコプターに向けて
伝送距離約 2km の伝送



⑤モデル5 [移動中継]

機材を背負って動きながら、最寄りの
中継車に 1km までの伝送



⑥モデル6 [移動中継]

バイクから中継車に 1km までの伝送

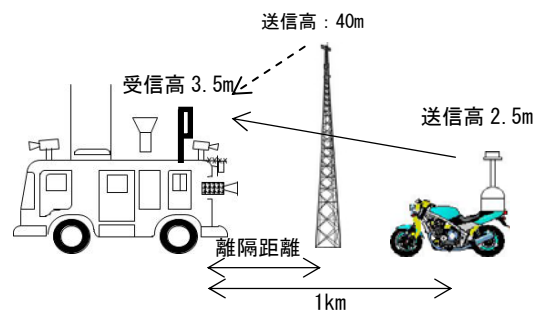


図 17-1 アマチュア無線レピーター局に対する FPU 被干渉モデル

FPU の運用モデルの受信電力に対する D/U 基準をもとに離隔距離を検討した結果、離隔距離は約 700m となった (表 17-3)。

表 17-3 FPU 被干渉（レピータ、FPU 運用モデルの受信電力で D/U 基準で算出した離隔距離）

アマチュア無線レピータ 1.2GHz帯FPUの被干渉	モデル1		モデル2		モデル3		モデル4		モデル5		モデル6	
	F100'方式	F100'外方式 (F100')	F100'方式	F100'外方式 (F100')	F100'方式	F100'外方式 (F100')	F100'方式	F100'外方式 (F100')	F100'方式	F100'外方式 (F100')	F100'方式	F100'外方式 (F100')
① 送信周波数f[GHz]	1.2915	1.2915	1.2915	1.2915	1.2915	1.2915	1.2915	1.2915	1.2915	1.2915	1.2915	1.2915
② 送信出力W[W]/アンテナ	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
③ 送信出力W[dBm]	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0
④ 送信アンテナ利得Gt[dBi]	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2
⑤ 水平面指向特性	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
⑥ 垂直面指向特性	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
⑦ 送信アンテナ高[m]	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0
⑧ 送信給電線損失Lr[dB]	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0
⑨ 実効放射電力(WGt/Lr)[dBm]	36.2	36.2	36.2	36.2	36.2	36.2	36.2	36.2	36.2	36.2	36.2	36.2
⑩ 建物等による遮蔽損[dB]	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	0.0	0.0	15.0	15.0	15.0
⑪ 壁等による減衰[dB]	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
⑫ 受信アンテナ利得Gr[dBi]	18.1	18.1	14.0	14.0	12.0	12.0	7.2	7.2	12.0	12.0	12.0	5.2
⑬ 水平面指向特性(角度±30度外)	-10.0	-10.0	-10.0	-10.0	-10.0	-10.0	0.0	0.0	-10.0	-10.0	0.0	0.0
⑭ 垂直面指向特性	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
⑮ 受信アンテナ高[m]	40.0	40.0	10.0	10.0	10.0	10.0	300.0	300.0	3.5	3.5	3.5	3.5
⑯ 受信給電線損失Lr[dB]	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
⑰ 受信電力Cr[dBm]	27.8	27.8	23.7	23.7	21.7	21.7	41.9	41.9	21.7	21.7	24.9	24.9
⑱ 送信信号帯域幅[BW][MHz]	0.04	0.15	0.04	0.15	0.04	0.15	0.04	0.15	0.04	0.15	0.04	0.15
⑲ 受信信号帯域幅(チャンネル)[MHz]	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5
⑳ 帯域換算(チャンネル当たり換算)												
㉑ 与干渉量(dBm/チャンネル)	27.8	27.8	23.7	23.7	21.7	21.7	41.9	41.9	21.7	21.7	24.9	24.9
㉒ モデルでの受信電力(FPU送信=25W)[dBm]	-62.5	-62.5	-67.2	-67.2	-62.1	-62.1	-62.2	-62.2	-51.2	-51.2	-58.0	-58.0
㉓ D/U比	-6.0	0.0	-6.0	0.0	-6.0	0.0	-6.0	0.0	-7.0	-1.0	-6.0	0.0
㉔ 許容干渉電力[dBm]	-56.5	-62.5	-61.2	-67.2	-56.1	-62.1	-56.2	-62.2	-44.2	-50.2	-52.0	-58.0
㉕ 所要結合損[dB]	84.3	90.3	84.9	90.9	77.8	83.8	98.1	104.1	65.9	71.9	76.9	82.9
㉖ 離隔距離[km](自由空間)	0.3	0.6	0.3	0.7	0.1	0.3	1.5	3.0	0.04	0.1	0.1	0.3
㉗ 離隔距離[km](球面大地)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
㉘ 離隔距離[km](平面大地)	--	--	--	--	--	--	0.1	0.3	--	--	--	--

*1--GRWAVE-ITU-R P.526-12球面大地伝搬損失計算ソフト

アマチュア無線レピータ局は、予めその設置場所がわかっており、ロードレースのコース近傍にアマチュア無線レピータ局が存在する場合は、一般社団法人日本アマチュア無線連盟を通してアマチュア無線レピータ局の運用担当者に影響時間の運用調整を要請する。

このように予め影響が想定される場合は運用調整が可能であることから共用は可能と考える。

○アマチュア無線移動局

(1) アマチュア無線移動局の概要

アマチュア無線移動局については 1.2GHz 帯では出力は 1W 以下であり、ハンディタイプのホイップアンテナを想定して検討を行った。

(2) 干渉検討モデル

アマチュア無線移動局による 1.2GHz 帯 FPU の被干渉を参考資料 15 (5) 干渉検討モデルと同様の FPU の運用モデルによって検討した。

(3) FPU 被干渉検討

アマチュア無線移動局の送信出力を 1W とし、送信高を 1.5m、それ以外はアマチュア無線レピータ局（アナログ）と同様な条件で検討を行い離隔距離を算出した結果（表 17-4）、離隔距離は概ね 100m となった。これに対しては、受信基地局の空中線の指向方向の管理を徹底することにより干渉を防ぐことが可能である。

表 17-4 FPU 被干渉(移動局、FPU 運用モデルの受信電力で D/U 基準で算出した離隔距離)

アマチュア無線移動局 1W 1.2GHz帯FPUの被干渉		モデル 1	モデル 2	モデル 3	モデル 4	モデル 5	モデル 6
① 送信周波数 f [GHz]		1.2800	1.2800	1.2800	1.2800	1.2800	1.2800
② 送信出力 W [W] / アンテナ		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
③ 送信出力 W [dBm]		30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0
④ 送信アンテナ利得 G _t [dBi]		2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1
⑤ 水平面指向特性		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
⑥ 垂直面指向特性		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
⑦ 送信アンテナ高 [m]		2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
⑧ 送信給電線損失 L _t [dB]		1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4
⑨ 実効放射電力 (W G _t / L _t) [dBm]	③+④+⑤+⑥-⑧	30.7	30.7	30.7	30.7	30.7	30.7
⑩ 建物等による遮蔽損 [dB]		15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0
⑪ 壁等による減衰 [dB]		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
⑫ 受信アンテナ利得 G _r [dBi]		18.1	14.0	12.0	7.2	12.0	5.2
⑬ 水平面指向特性 (角度±30度外)		-10.0	-10.0	-10.0	0.0	-10.0	0.0
⑭ 垂直面指向特性		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
⑮ 受信アンテナ高 [m]		40.0	10.0	10.0	300.0	3.5	3.5
⑯ 受信給電線損失 L _r [dB]		1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
⑰ 受信電力 C _i [dBm]	⑨-⑯-⑭+⑫+⑬-⑰	22.3	18.2	16.2	21.4	16.2	19.4
⑱ 送信信号帯域幅 [MHz]		0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
⑲ 受信信号帯域幅 (チャンネル) [MHz]		17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5
⑳ 帯域換算 (チャンネル当たりに換算)							
㉑ 与干渉量 [dBm/チャンネル]	⑰+⑳	22.3	18.2	16.2	21.4	16.2	19.4
㉒ モデルでの受信電力 (FPU送信=25W) [dBm]		-62.5	-67.2	-62.1	-62.2	-51.2	-58.0
㉓ DU比		-6.0	-6.0	-6.0	-6.0	-7.0	-6.0
㉔ 許容干渉電力 [dBm]		-56.5	-61.2	-56.1	-56.2	-44.2	-52.0
㉕ 所要結合損 [dB]	㉑-㉔	78.8	79.4	72.3	77.6	60.4	71.4
㉖ 離隔距離 [km] (自由空間)		0.1	0.1	0.1	0.1	0.02	0.1
㉗ 離隔距離 [km] (球面大地)		-	-	-	-	-	-
㉘ 離隔距離 [km] (平面大地)		-	-	-	-	-	-

*1…GRWAVE : ITU-R P.526-12球面大地伝搬損失計算ソフト

○月面反射通信 (EME)

(1) 月面反射通信の概要

月面反射通信を行う場合に限り、最大空中線電力は 500W としている。また、月面反射通信を行うものは、「月面反射通信を行う場合は、送信空中線の最大輻射方向の仰角は、水平面からの見通し範囲内の山岳及び建物等の仰角の値に 6 度以上加えた値とする。」と規定されている。送信周波数は 1,295.8-1,296.2MHz。EME は全国で約 50 局が運用されている。

(2) 干渉検討モデル

月面反射通信による 1.2GHz 帯 FPU の被干渉については参考資料 15 (5) 干渉検討モデルの FPU の運用モデルのうち移動中継で受信高 10m であるモデル 2 で検討した。

(3) FPU 被干渉検討

EME の送信出力を 500W とし、送信高を 20m、使用するアンテナはパラボラアンテナまたは多素子・多スタックの八木アンテナとした。見通しの水平面から仰角 6 度以上であることから FPU 受信基地方向のアンテナ指向性を考慮し、それ以外はアマチュア無線レピータ局 (アナログ) と同様な条件で検討を行い離隔距離を算出した結果 (表 17-5)、離隔距離は概ね 900m となった。月面反射通信では非常に指向性の高いアンテナが使用されるため、

受信基地局の空中線の指向方向の管理を徹底することにより干渉を防ぐことが十分可能である。

表 17-5 FPU 被干渉 (EME、モデル 2 の受信電力で D/U 基準で算出した離隔距離)

1.2GHz帯FPUの被干渉	月面反射通信送信アンテナ	
	八木アンテナ (26素子*4)	パラボラアンテナ (4mφ)
① 送信周波数f[GHz]	1.2960	1.2960
② 送信出力W[W]／アンテナ	500.00	500.00
③ 送信出力W[dBm]	57.0	57.0
④ 送信アンテナ利得Gt[dBi]	24.0	32.0
⑤ 水平面指向特性	0.0	0.0
⑥ 垂直面指向特性	-26.0	-35.0
⑦ 送信アンテナ高[m]	20.0	20.0
⑧ 送信給電線損失Lt[dB]	9.0	9.0
⑨ 実効放射電力(WGt／Lt)[dBm]	46.0	45.0
⑩ 建物等による遮蔽損[dB]	15.0	15.0
⑪ 壁等による減衰[dB]	0.0	0.0
⑫ 受信アンテナ利得Gr[dBi](12素子)	14.0	14.0
⑬ 水平面指向特性(角度±30度外)	-10.0	-10.0
⑭ 垂直面指向特性	-1.0	-1.0
⑮ 受信アンテナ高[m]	10.0	10.0
⑯ 受信給電線損失Lr[dB]	1.5	1.5
⑰ 受信電力Ci[dBm]	32.5	31.5
⑱ 送信信号帯域幅[MHz]	0.04	0.04
⑲ 受信信号帯域幅(チャンネル)[MHz]	17.5	17.5
⑳ 与干渉量[dBm/チャンネル]	32.5	31.5
㉑ モデルでの受信電力(FPU送信=25W)[dBm]	-67.2	-67.2
㉒ DU比(アナログレピーターのD/Uと同等とした)	-6.0	-6.0
㉓ 許容干渉電力[dBm]	-61.2	-61.2
㉔ 所要結合損[dB]	93.7	92.7
㉕ 離隔距離[km](自由空間)	0.90	0.80
㉖ 離隔距離[km](球面大地)	-	-
㉗ 離隔距離[km](平面大地)	-	-
*1…GRWAVE:ITU-R P.526-12球面大地伝搬損失計算ソフト		