

周波数共用条件の検討状況について

平成30年10月4日

同一又は隣接周波数を使用する既存の各無線システム（現行FPUを含む。）との干渉検討等を実施し、周波数共用条件の検討を実施する。

→1.2/2.3GHz帯FPUの導入に当たって検討を行った結果※を参考とする。

※ 情報通信審議会情報通信技術分科会（第93回）放送システム委員会報告（平成25年1月25日）

情報通信審議会情報通信技術分科会（第96回）放送システム委員会報告（平成25年7月24日）

※ 準天頂衛星については、情報通信審議会情報通信技術分科会（第119回）衛星通信システム委員会報告（平成28年6月30日）を参考

■ 目的

同一又は隣接周波数を使用する既存の各無線システム（BS/CS放送の中間周波数を含む）等との干渉検討、現行FPUとの干渉、4K・8K映像を伝送できるよう高度化した1.2/2.3GHz帯FPU（以下、「4K・8KFPU」という。）同士の干渉等を回避するための周波数共用条件（所要DU比、許容干渉量、所要離隔距離、共用可能なチャンネルの組合せ等）の検討を行う。

■ 周波数共用条件の検討

- 干渉モデルを検討
- 干渉モデルにより所要DU比を調査
- 上り回線については、周波数移行時の周波数共用条件を参考として所要離隔距離を求める。
- 下り回線については、ビルの屋上等に基地局が設置されることから、送信高や建物等の遮蔽、アンテナパターン等を考慮して、所要離隔距離や許容干渉量等の机上検討を行う。
- 必要に応じて室内/屋外実験を実施する。

■ 4K・8KFPUへの被干渉調査

- 変調多値数の多値化に伴い、被干渉における周波数共用条件を室内実験で調査する。

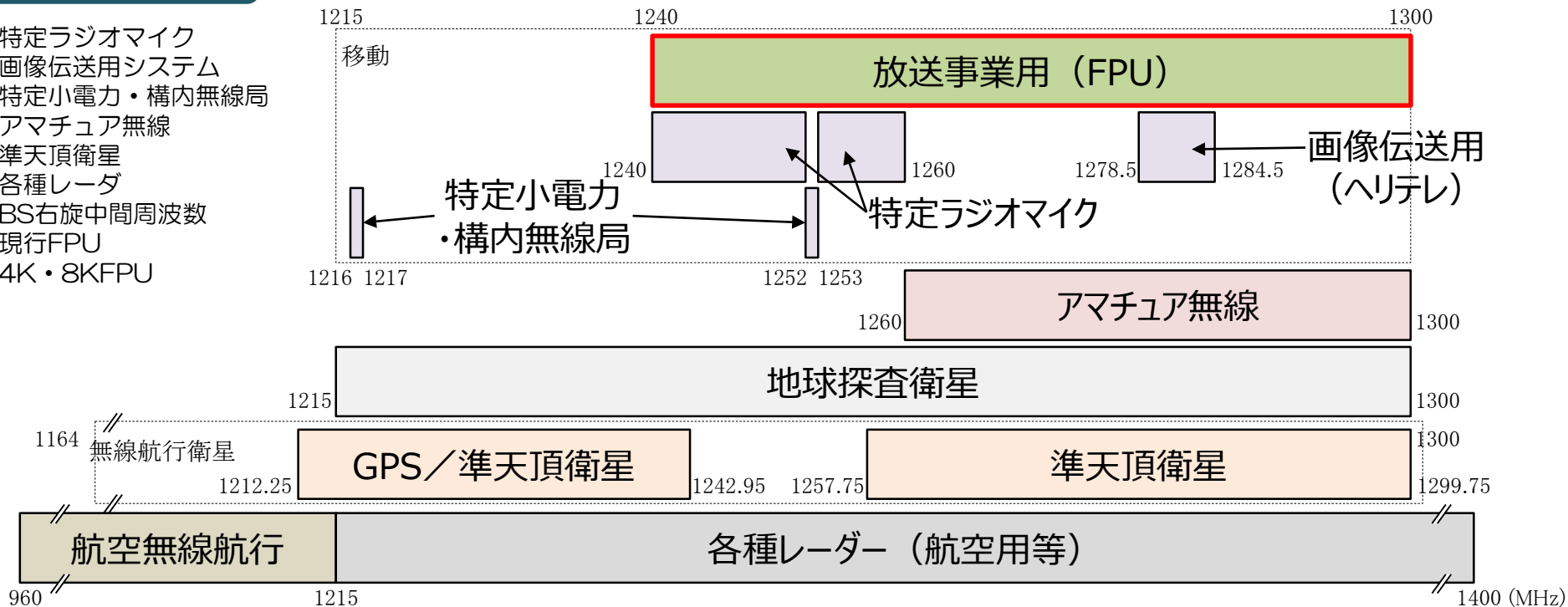
■ 野外実験について

- 必要に応じて、総合実証試験を実施し、周波数共用条件を確認する。

1.2/2.3GHz帯の周波数の使用状況

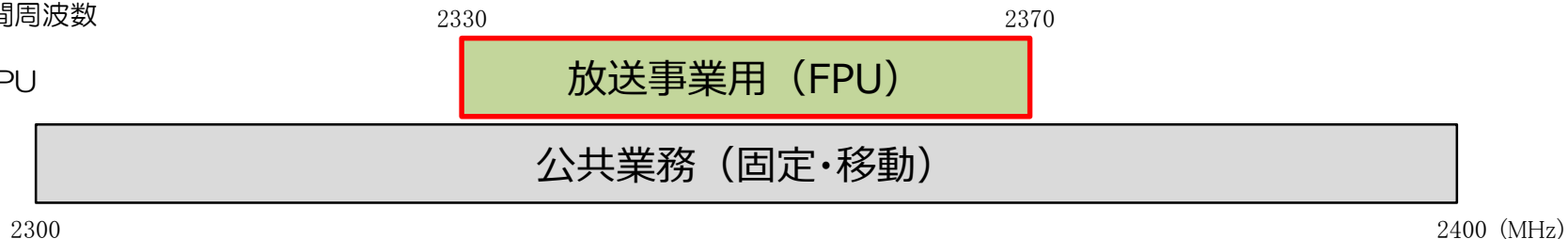
1.2GHz帯

- 特定ラジオマイク
- 画像伝送用システム
- 特定小電力・構内無線局
- アマチュア無線
- 準天頂衛星
- 各種レーダ
- BS右旋中間周波数
- 現行FPU
- 4K・8KFPU



2.3GHz帯

- 公共業務 (固定・移動)
- BS左旋中間周波数
- 現行FPU
- 4K・8KFPU



周波数共用条件の検討内容

- 4K・8KFPUの与干渉は机上検討、被干渉は室内実験を基本とし、必要に応じ室内/屋外実験を実施する。
- 机上検討では、情報通信審議会情報通信技術分科会（第93回）放送システム委員会報告書（平成25年1月25日）の検討結果を参考とする。
- 上り回線については、自由空間モデルと平面大地モデルに建物等による遮蔽損、送受信アンテナの指向性などの条件を加味して、所要離隔距離を求めることを基本とする。
- 下り回線については、建物等による遮蔽損の程度等の干渉条件について検討することとし、必要に応じて室内/屋外実験を実施する

	検討対象の無線システム	4K・8KFPU与干渉（上下回線）	4K・8KFPU被干渉（上下回線）	
1.2GHz帯	特定ラジオマイク	共用条件の机上検討	室内実験と机上検討	
	特定小電力無線・構内無線			
	画像伝送用携帯局			
	アマチュア無線	アマチュア無線は二次業務であり、FPU被干渉のみ検討する		
	航空路監視レーダー（隣接干渉）	共用条件の机上検討		
	準天頂衛星	共用条件の室内/屋外実験と机上検討		
	現行FPU（4K8KFPU同士）	2.3GHz帯の結果を用いる		
	BS中間周波数（右旋）	共用条件の机上検討		
2.3GHz帯	公共業務（固定、移動）	共用条件の机上検討	共用条件の机上検討	
	現行FPU（4K8KFPU同士）	共用条件の机上検討	室内実験と机上検討	
	BS中間周波数（左旋）	共用条件の机上検討		

検討のポイント

■ 現行FPU（ARIB STD-B57）との共通点

- ① OFDMのパラメータもほぼ同じであり、占有帯域幅も同じになっている。

検討のポイント1

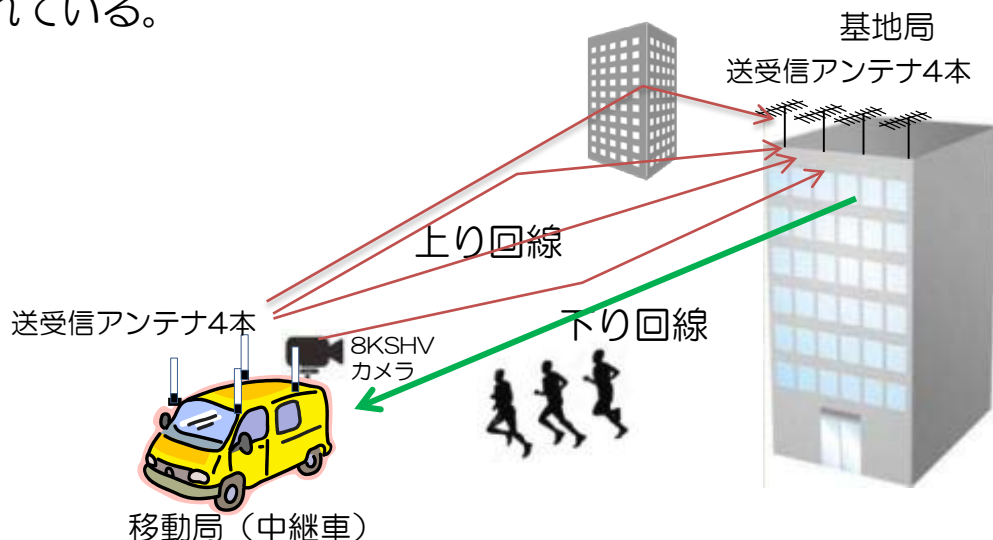
- 4K・8KFPU（上り回線）から他無線システムへの与干渉については、現行FPUの与干渉DU比を所要離隔距離の計算に利用できる。

■ 4K・8KFPUの特徴

- ① 上り回線はSVD-MIMO方式であり、中継車の移動により刻々と変化するマルチパスに追従して適応的に伝送モード（各送信信号の変調方式の組合せ）と送信アンテナによるビームフォーミングが最適化される。
- ② この最適化のために、基地局からの下り回線で制御情報が送信される。基地局はビルの屋上などの送信高が高い地点に設置される。
- ③ また、上り回線では、キャリア変調方式の多値数が増えるとともに、誤り訂正にターボ符号を導入するなど、現行FPUに比べて伝送性能の向上が図られている。

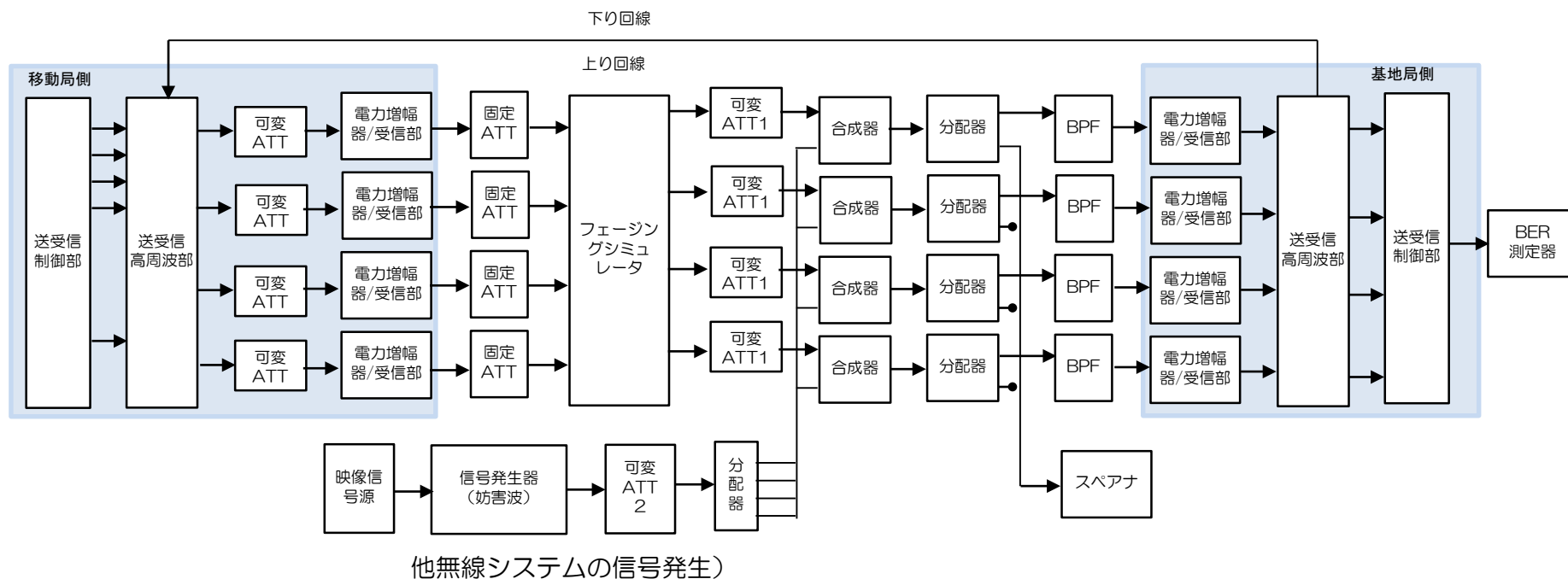
検討のポイント2

- ビームフォーミングの指向性や利得の変動の影響について検討を行う。
- 基地局の送信高が高いことを条件として、下り回線に対する所要離隔距離の机上検討を行う。
- 伝送性能の向上したことにより、被干渉性能を室内実験で確認する。



室内実験の概要

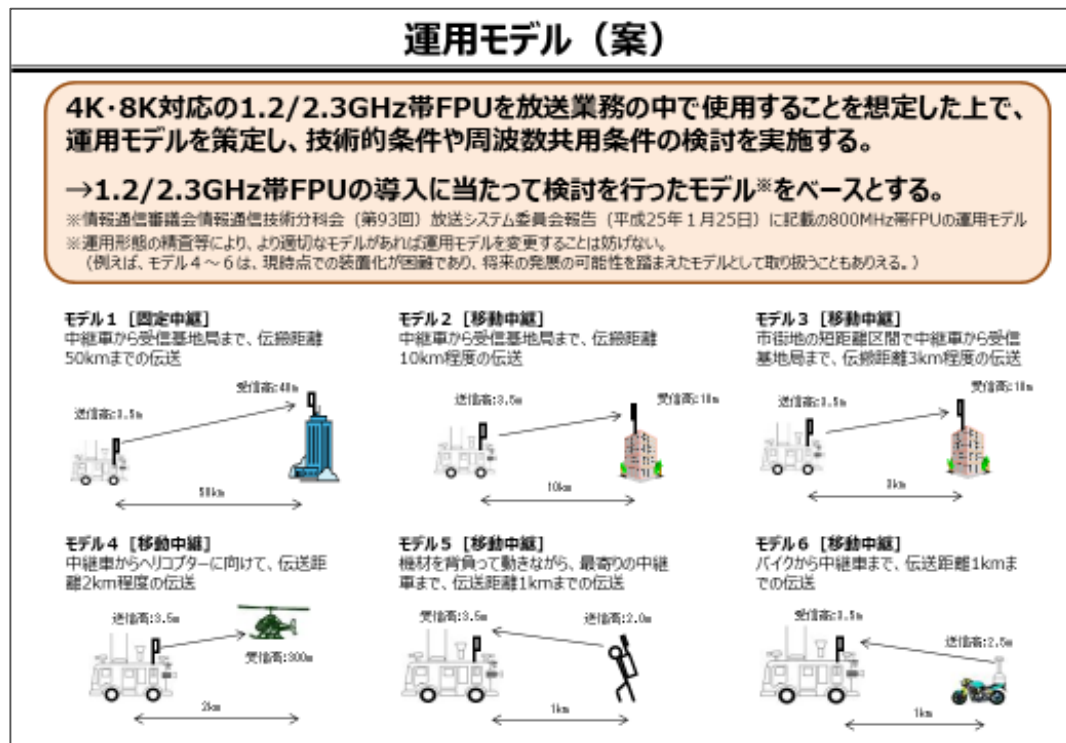
- 4K・8K FPUはマルチパスに応じて最適な伝送モード（各送信信号の変調方式の組合せ）を選択する方式であり、それぞれモードで干渉に対する耐性が異なる。DU比の測定では、干渉耐性の異なるいくつかの伝送モードを代表として選択し、測定を実施する。
- 伝送モード、受信電力を条件とし、DU比に対するビット誤り率（BER）を測定し、RS符号の訂正能力限界（ $BER=10^{-4}$ ）となるDU比を所要DU比とする。
- TDD方式により復調されるビットストリームは間欠的になるため、BER測定器にも間欠的なビットストリームを測定できる機能が求められる。



周波数共用条件の検討の進め方

■ 検討の進め方

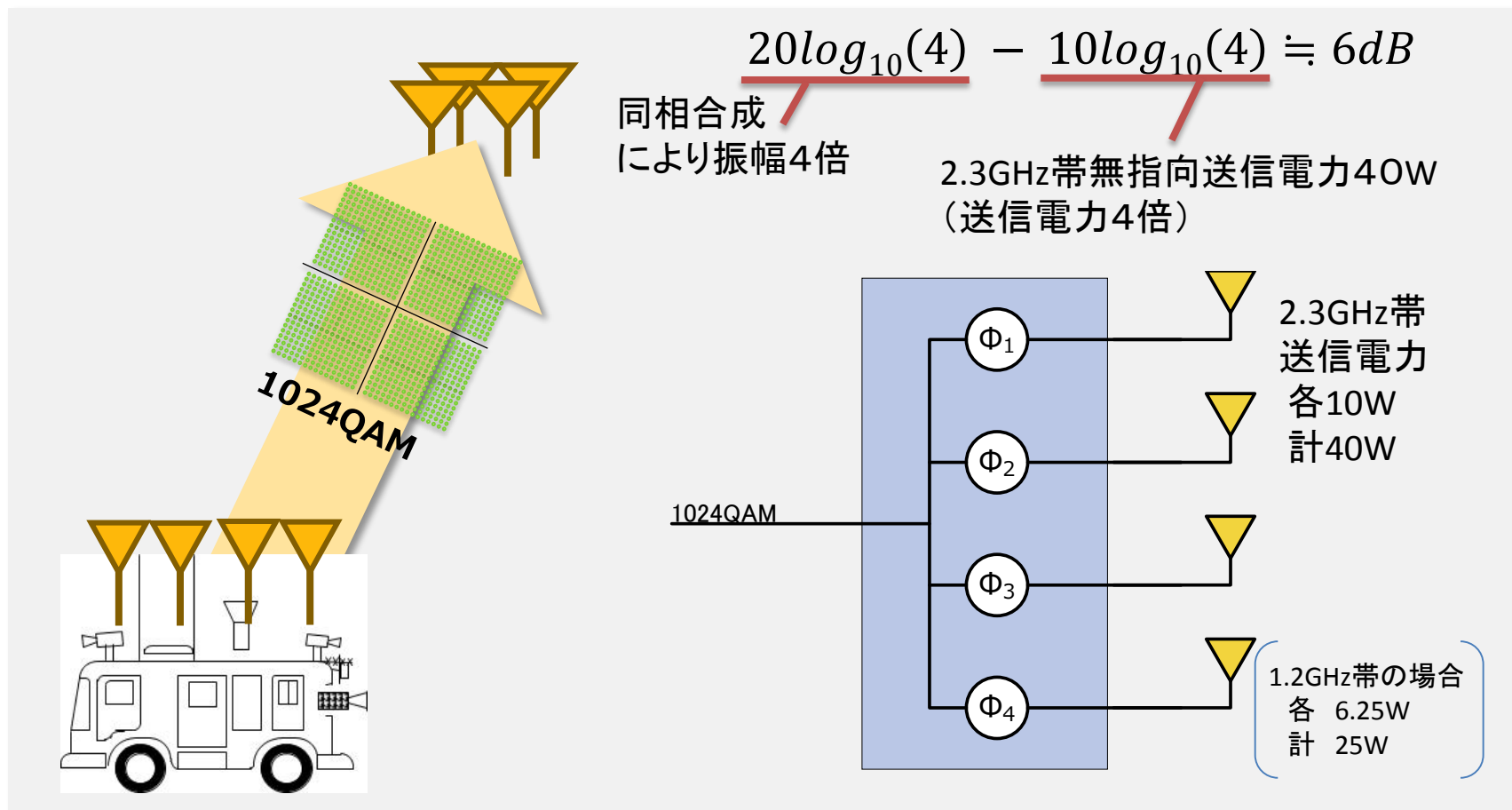
- 干渉モデルの検討
 - ✓ 6種類の運用モデルをベースに干渉モデルを設定する。
- 所要DU比を調査
 - ✓ FPU被干渉については 室内実験により 所要DU比を求める。
 - ✓ FPU与干渉については周波数移行時の調査検討結果を参考にして検討する。
- 離隔距離などの検討
 - ✓ 電波伝搬の計算は自由空間モデル+平面大地モデルを基本として検討する。
 - ✓ 準天頂衛星の検証検討では、奥村・秦モデルによる検討も行っているため、今回の検討でも必要に応じて検討する。
- 4K8KFPU被干渉室内実験
 - ✓ 室内実験は2.3GHz帯機材を使って先行して実施することとする。
 - ✓ 実験では、干渉波を信号発生器で発生させ1.2GHz帯の干渉を2.3GHz帯の機器で再現する。



第1回資料（資料FPU高作1-6）より抜粋

ビームフォーミングによる利得

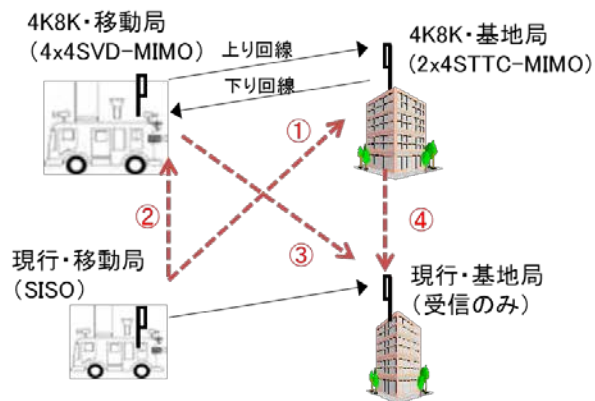
- 見通し伝搬路では単一ストリームに電力を集中し、基地局で同相合成されるように送信側で位相制御するため受信電界を最大6dB増大（無指向電力比）する。
- 複数の伝搬路が形成された場合にも、各伝搬路でビームフォーミングによる利得が得られると考えられるが、その値については今後の検討課題である。
- FPU与干渉の検討では、最悪ケースとして、干渉電力が6dB増加することを条件とする。



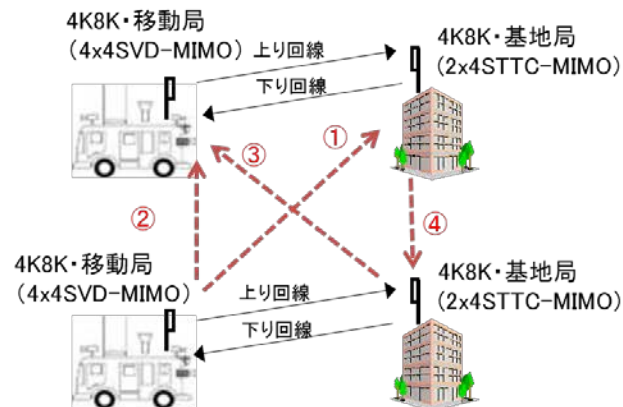
4K・8K及び現行FPU間の干渉モデル（案）

今回検討の対象とする干渉の組合せを図に示す。

(a)は4K・8KFPUと現行FPUとの干渉、(b)は4K・8KFPU同士の干渉である。これらの組合せの所要DU比から、離隔距離の計算を行う。



(a) 4K・8KFPUと現行FPUとの干渉



(b) 4K・8KFPU同士の干渉

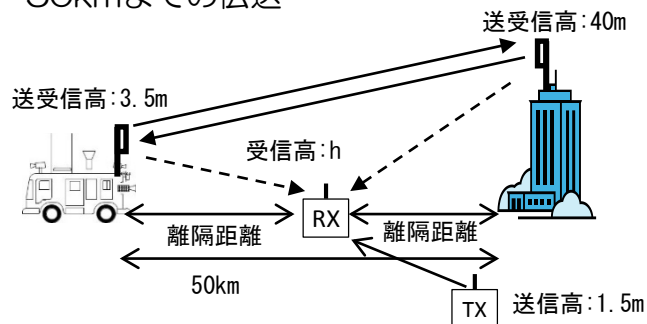
干渉の組合せ	図中の記号	検討内容
4K・8KFPU上り回線への干渉	(a)-①、 (b)-①、(b)-④	今回の室内実験で所要DU比を測定し、離隔距離を求める。
4K・8KFPU下り回線への干渉	(a)-②、 (b)-②、(b)-③	上り回線と下り回線の所要C/Nの違いから、上り回線と下り回線の共用条件を比較検討する。
現行FPUへの干渉	(a)-③、(a)-④	4K・8KFPUと現行FPUの占有帯域幅がほぼ同じのため、報告書[1]に記載の所要DU比を離隔距離の計算に適用。

特定ラジオマイク、特定小電力・構内無線局の干渉モデル（案）

受信高 h : 4m(特定ラジオマイク)、5m(特定小電力・構内無線)

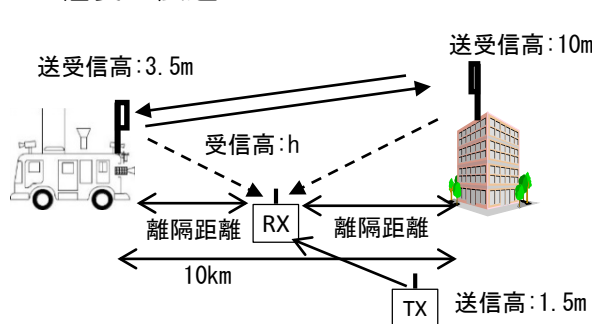
①モデル1 [固定中継]

中継車から受信基地局まで伝搬距離
50kmまでの伝送



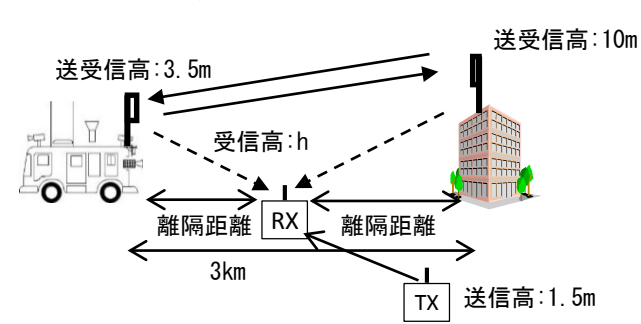
②モデル2 [移動中継]

中継車から受信基地局まで伝搬距離
10km程度の伝送



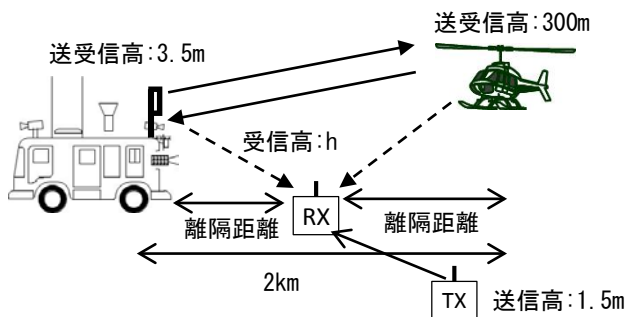
③モデル3 [移動中継]

市街地で中継車から受信基地局まで
3km程度の伝送



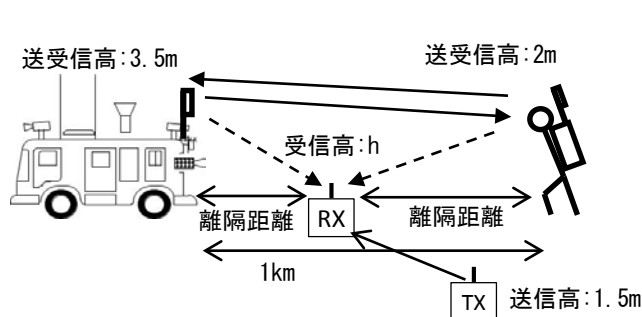
④モデル4 [移動中継]

中継車からヘリコプターに向け伝搬
距離約2kmの伝送



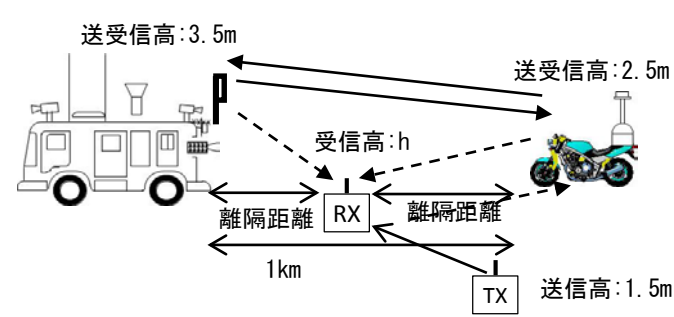
⑤モデル5 [移動中継]

機材を背負い最寄りの中継車に1km
までの伝送



⑥モデル6 [移動中継]

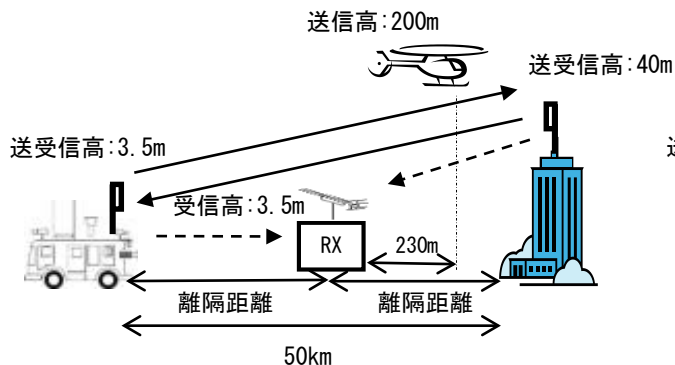
バイクから中継車に1kmまでの伝送



ラジオマイクの伝送距離は60m(アナログ)、100m(DQPSK、OFDM)とするほか、情報通信審議会情報通信技術分科会(第93回)放送システム委員会報告書(平成25年1月)及び「700-900MHz帯における周波数有効利用のための特定ラジオマイクの移行先周波数における技術的条件に関する検討」のうちエリア型放送システム等との共用条件の検討報告書(平成25年3月)を参考に検討する。

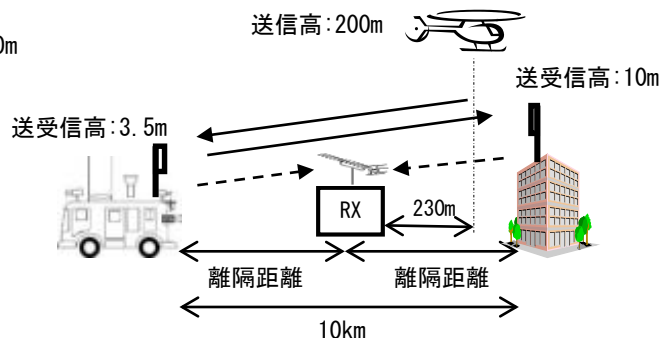
①モデル1 [固定中継]

中継車から受信基地局まで伝搬距離
50kmまでの伝送



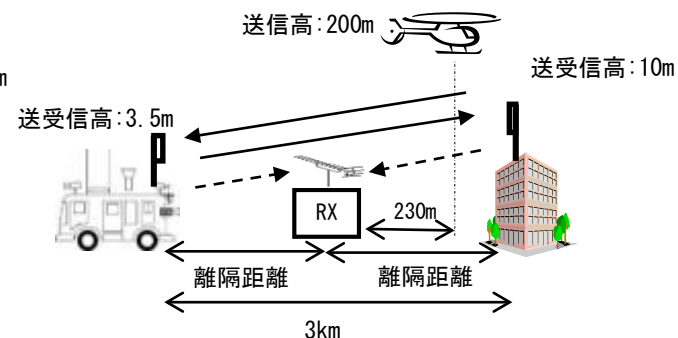
②モデル2 [移動中継]

中継車から受信基地局まで伝搬距離
10km程度の伝送



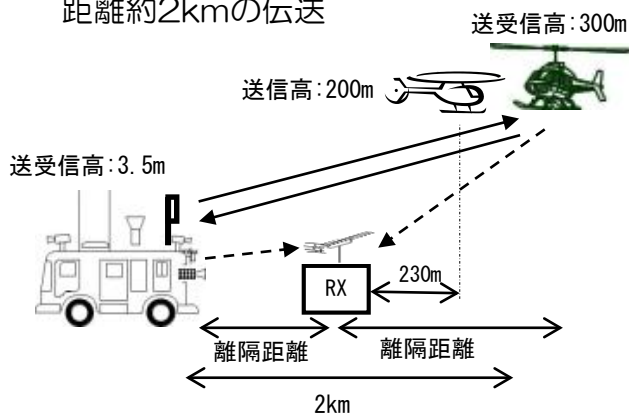
③モデル3 [移動中継]

市街地で中継車から受信基地局まで
3km程度の伝送



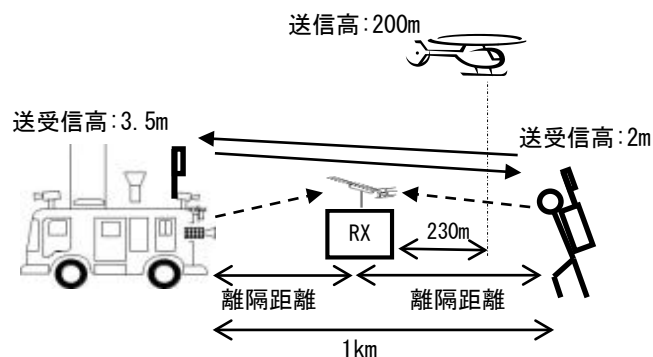
④モデル4 [移動中継]

中継車からヘリコプターに向け伝搬
距離約2kmの伝送



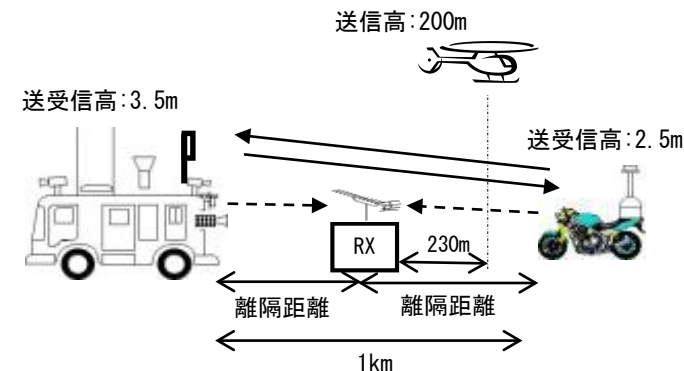
⑤モデル5 [移動中継]

機材を背負い最寄りの中継車に1km
までの伝送



⑥モデル6 [移動中継]

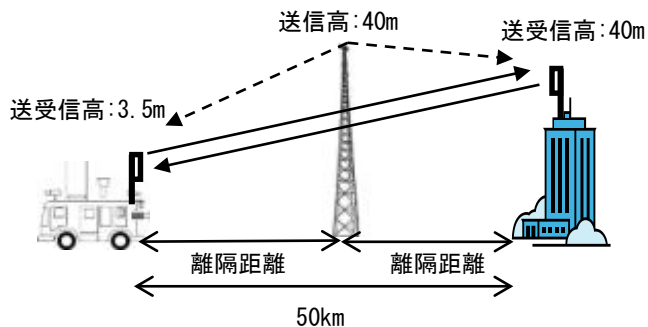
バイクから中継車に1kmまでの伝送



■ 図はレピータであるが、移動局の場合は送信高を1.5m、月面反射局の場合は送信高を20mとする。

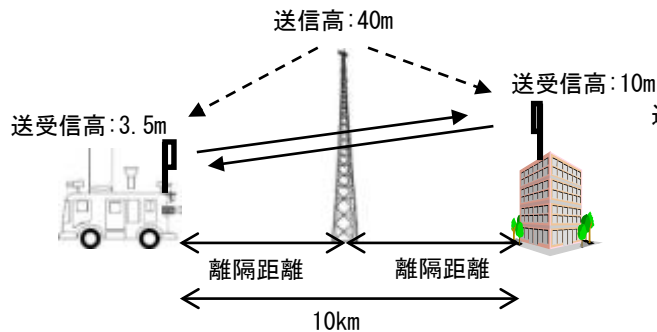
①モデル1 [固定中継]

中継車から受信基地局まで伝搬距離
50kmまでの伝送



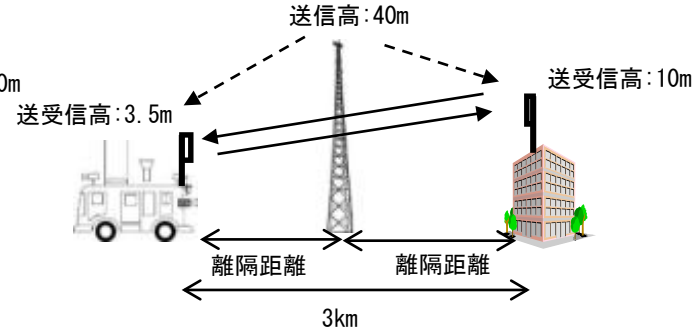
②モデル2 [移動中継]

中継車から受信基地局まで伝搬距離
10km程度の伝送



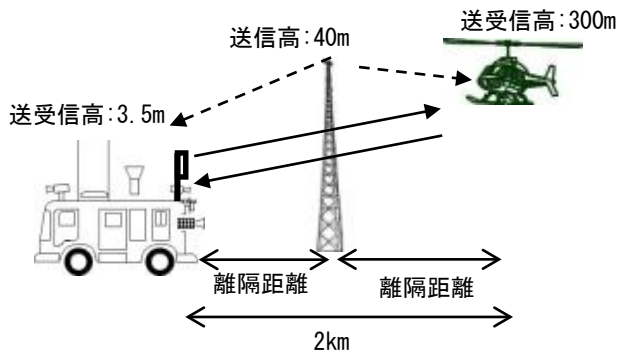
③モデル3 [移動中継]

市街地で中継車から受信基地局まで
3km程度の伝送



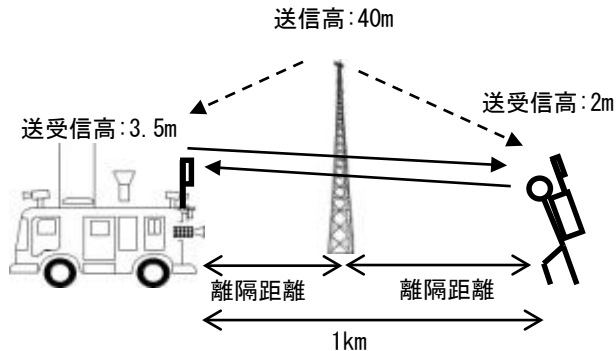
④モデル4 [移動中継]

中継車からヘリコプターに向け伝搬
距離約2kmの伝送



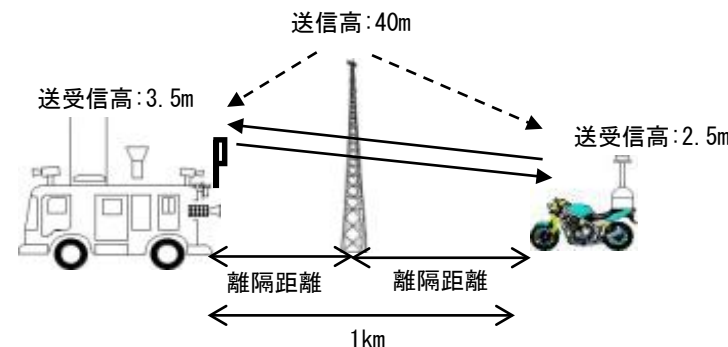
⑤モデル5 [移動中継]

機材を背負い最寄りの中継車に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



- 情報通信審議会情報通信技術分科会（第93回）
放送システム委員会報告書に準じて検討を行う。
 - 1.2GHz帯FPUに最も近接しているサイトについて干渉を検討を行う。
 - ARSR局のアンテナの地平面から下方向への垂直指向（図1）とし、FPUアンテナはARSR局に正対する条件で検討する。
 - 干渉モデルを図2、図3に示す。

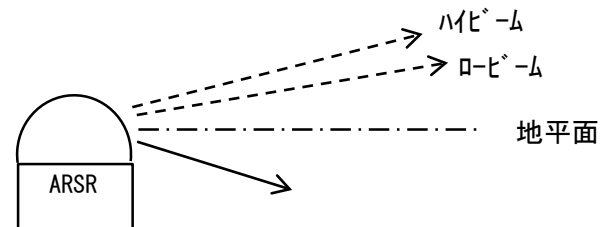


図1 ARSRのアンテナ垂直指向性

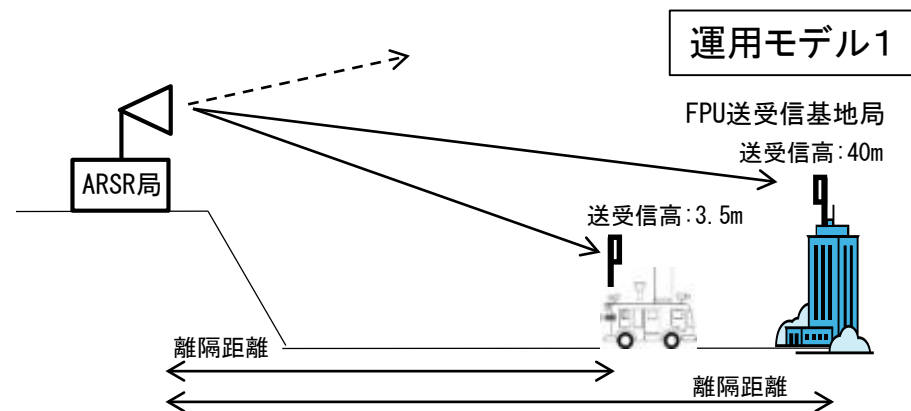


図2 FPU被干渉モデル

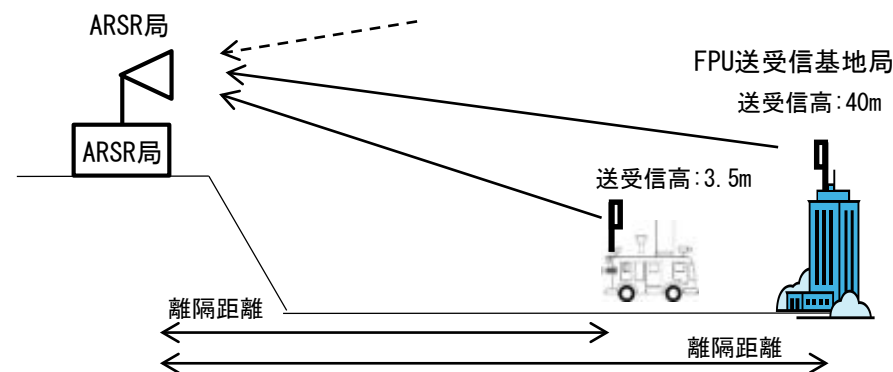


図3 FPU与干渉モデル

- 情報通信審議会情報通信技術分科会（第119回）資料119-1-1：衛星通信システム委員会報告概要（平成28年6月30日）を参考に検討する。
- 同報告書では、FPU被干渉については、机上検討によりD/Uが42.2dB程度となる結果が得られている。また、FPU受信機の熱雑音から、衛星信号の電力密度はノイズフロア以下であり、問題は発生しないことが確認されている。
- FPUと干渉については、同報告書の実験結果を踏まえて、図1の干渉モデルにおいて離隔距離を計算するとともに、時間率や場所率などを考慮して検討する。さらに、野外実験等による検討を進める。

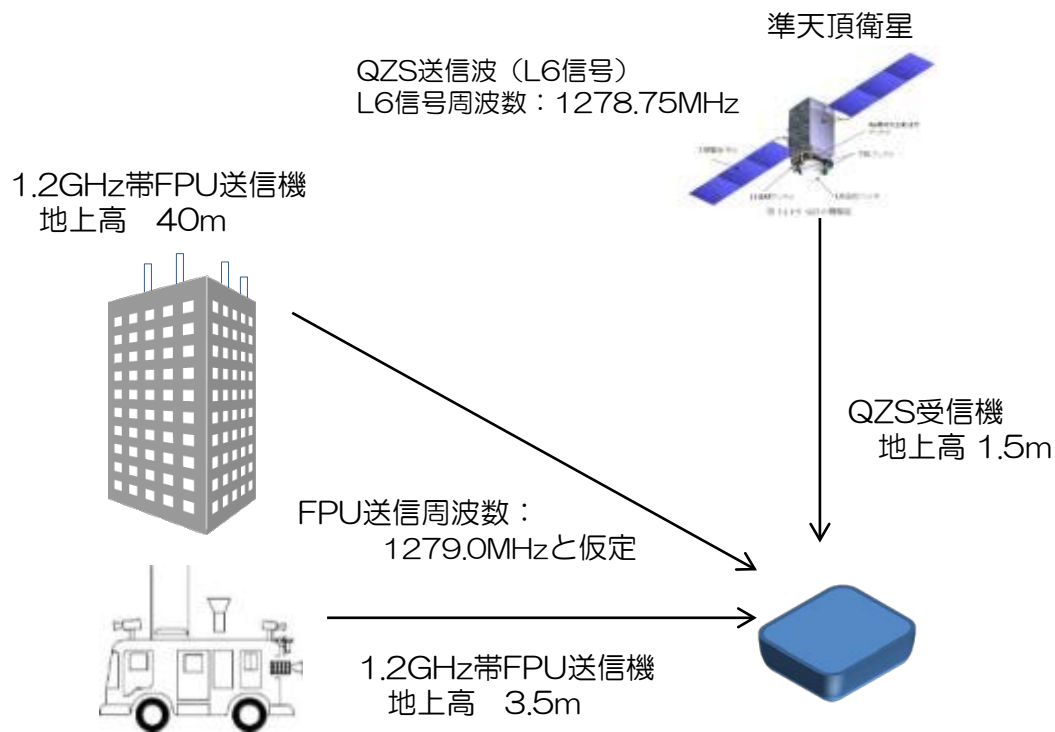


図1 FPUと干渉モデル

図2 周波数配置

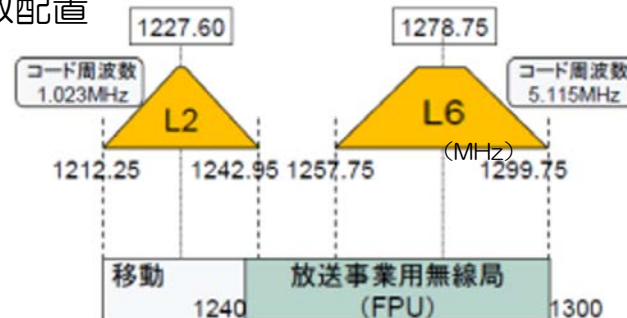
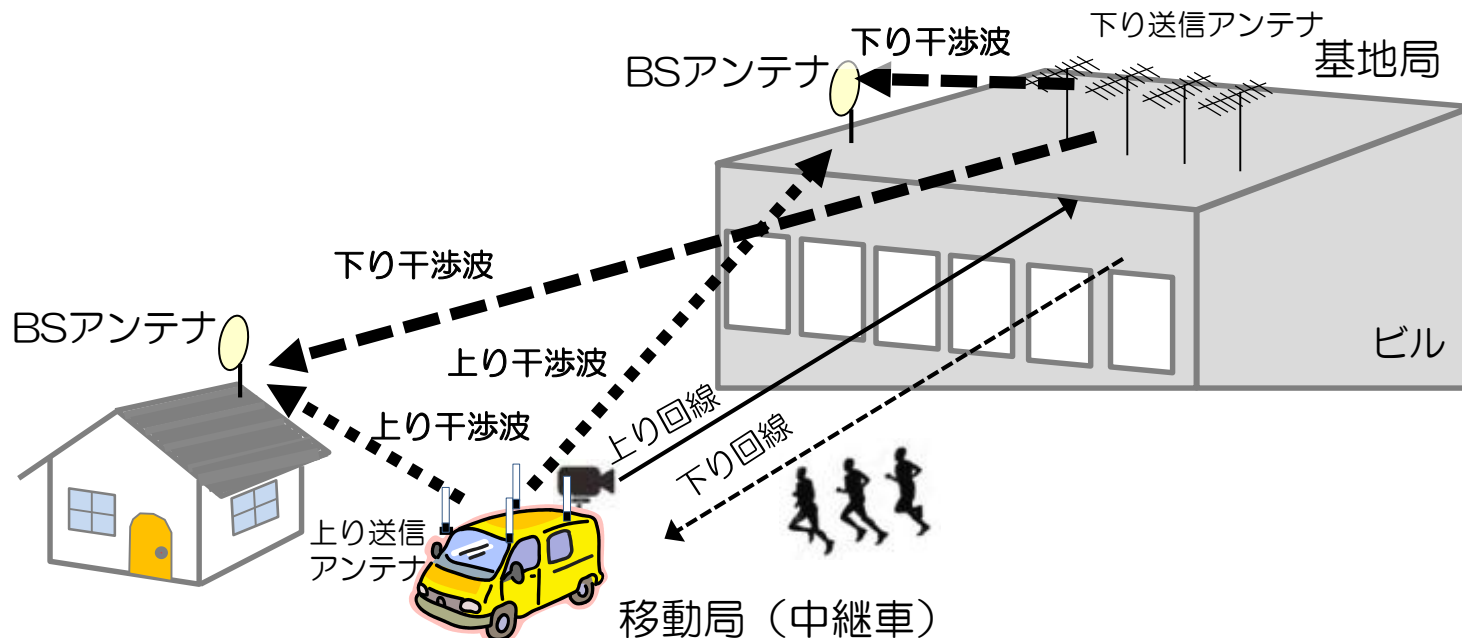


表 受信器の仕様例

項目	仕様
周波数範囲 (MHz)	1278.75 ± 21
受信アンテナ出力端における狭帯域干渉限界(追尾モード時) (dBW)	-119
受信アンテナ出力端における広帯域干渉限界(追尾モード時) (dBW/MHz)	-121
受信機LNA飽和レベル (dBW)	-70
受信機破壊レベル (dBW)	-20

- 1.2GHz帯におけるFPUからBS/CS中間周波数への干渉については、情報通信審議会情報通信技術分科会（第93回）放送システム委員会報告書（H25.1）を参考にして、離隔距離の検討を行うことを基本とする。なお、2.3GHz帯に係るBS受信設備への干渉については、今回が最初の検討となる。
- 離隔距離の検討の中では、特に下記の点を考慮して、検討を進める。
 - 上り回線では、ビームフォーミングによる利得、壁等による遮蔽損などの効果
 - 下り回線では、基地局送信アンテナからBS受信設備への影響
 - 2.3GHz帯受信設備からの電波漏洩については基準値を用いた評価とする。
 - 必要に応じてBS・CS受信設備の遮蔽性能評価や干渉評価などの室内/屋外実験を検討する。

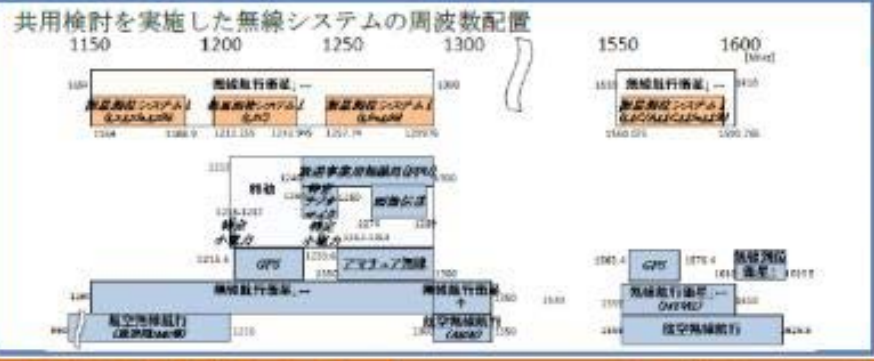


(参考) 1.2/2.3GHz帯導入時の共用検討結果

干渉対象局	必要離隔距離		干渉対策(運用調整により共用可能とする方法)
	FPU与干渉	FPU被干渉	
特定ラジオマイク	2.75km	100m	800MHz帯と同様に、特定ラジオマイクとの運用調整を実施。
特定小電力無線局	1.2km	20m	<p>① まずは、FPUの使用について十分な周知を行う、あるいは、潜在電界調査を行い、FPUの使用に問題がないことを確認する等の事前調整を行ったうえで運用。 周知方法については、例えば以下の方法等が考えられる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・市報等により該当市町村への周知。 ・販売機器メーカーを通じて使用者に周知。 ・事前に放送事業者のホームページなどで周知。 ・マラソンコース上の潜在電界調査によって確認された特定小電力局を有する工場等に対し、文書配布等により周知。等 <p>② 事前調整が不十分な場合には下記の(特別な)運用方法で共用が可能。 (1) 特定小電力無線局の電力密度に合わせ、FPUの送信電力を低減して運用。 (2) ハーフモード2波のバルク伝送を利用することで、対象周波数を避けて運用。</p>
構内無線局	同上	50m	<p>① 現在免許人はなし。総務省ホームページ掲載の免許情報により新たに免許人が現れたら、放送事業者と事前調整のルールを作成し共用。</p> <p>② 事前調整が十分に行えなかった場合には下記の(特別な)運用方法で共用が可能。 (1) 構内無線局の電力密度に合わせ、FPUの送信電力を低減して運用。 (2) ハーフモード2波のバルク伝送を利用することで、対象周波数を避けて運用。</p>
画像伝送用携帯局	120m	4km	<p>与干渉についてはロードレース近辺の管理を徹底することにより、干渉を未然に防ぐことが可能。 被干渉が発生した場合には、他の画像に差し替えるなど対策を施したうえで速やかに対応を求める。 あらかじめ放送事業者から使用者に対して、FPUの運用予定を通知し、調整。 周知方法は、例えば以下の方法等が考えられる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・無人ヘリテレ推進協議会の会員に対して周知。 ・HP等の情報から使用者を特定し周知。等
アマチュア無線	—	比 ^レ タ：700m	一般社団法人日本アマチュア無線連盟を通じ、レピータ局の運用担当者と調整し、干渉を避けるよう対応を求める。
	—	音声：100m	FPU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、干渉を未然に防ぐことが可能。 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：900m	FPU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、干渉を未然に防ぐことが可能。 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。
航空路監視用レーダー(ARSR)	1.4km	8.2km	ARSRの運用されている地点より1.5km圏内及びARSRの設置場所よりも高い位置でのFPUの運用は行わない。

(参考) 準天頂衛星との周波数共用検討の結果

○ L帯を用いた衛星測位システムが使用する周波数帯には、他の無線システムが多く存在することから、これらのシステムとの共用検討を実施した結果、共用可能との結論。



特定ラジオマイク

システムの概要: 報道、野外コンサート等の現場で利用。
使用周波数帯: 1240-1252MHz, 1253-1260MHz
共用検討
 (与干渉) 机上検討等を実施した結果、干渉を与える影響度の値がいずれも十分に低いことから共用可能。なお、現在の「みちびき」の現在の運用において特に支障となる状況が発生していない。
 (被干渉) 周波数帯域はL2帯、またはL6帯のメインロープからは大きく外れており、測距精度に対する影響は小さく、受信機入力飽和に対する離隔距離が非常に小さく、実用準天頂衛星システムに対する影響は考えにくいことから、共用可能。

画像伝送用携帯局

システムの概要: 無人ヘリコプタ等の撮影画像を伝送。
使用周波数帯: 1281.50MHz
共用検討
 (与干渉) 机上検討等を実施した結果、干渉を与える影響度の値がいずれも十分に低いことから共用可能。なお、現在の「みちびき」の現在の運用において特に支障となる状況が発生していない。
 (被干渉) 屋内実測及び屋外実測に加え、場所率・時間率等を考慮した検討を行った結果、最大影響度は0.0047%と、許容範囲内であり、共用可能。

放送事業用無線局 (FPU)

システムの概要
 放送事業者が番組制作において現場からの映像・音声伝送等に利用。特に屋外での見通し外伝送に利用。
使用周波数帯: 1240-1300MHz
共用検討
 (与干渉) 机上検討の結果、影響度が非常に小さいことから、共用可能と考えられる。なお、現在の「みちびき」の運用上、影響が見られない。
 (被干渉) 屋内実測及び屋外実測に加え、場所率・時間率等を考慮した検討を行った結果、最大影響度は0.0052%と、許容範囲内であり、共用可能と考えられる。

MTSAT

システムの概要: 衛星航法補強システム等を提供。
使用周波数帯: 1575.42MHz
共用検討
 (与干渉/被干渉) ITU-R勧告の手法に基づく解析の結果、共用可能。

航空用DME

システムの概要: 運航中の航空機に対して方位・距離を提供。
使用周波数帯: 108-118MHz, 960-1215MHz
共用検討
 (与干渉) ITU決議609ミーティングの結論に基づき共用可能。
 (被干渉) 机上検討及び実測等により実施した結果、国内周波数分配※を前提に共用可能。

アマチュア無線

システムの概要
 レピータ、高速データ、電信、VoIP等様々な利用形態があり、特にレピータ局が多く運用。
使用周波数帯: 1260-1300MHz
共用検討
 (与干渉) 机上検討の結果、影響度が非常に小さいことから、共用可能と考えられる。なお、現在の「みちびき」の運用上、影響が見られない。
 (被干渉) 1.2GHz帯アマチュア無線レピータ局の出力を1Wに減力することで、最大影響度は高いものの(0.16%)、通常の測位業務のような多少の影響を受けても実用に耐える用途においては、概ね共用可能。一方で、自動車の自動走行のように、高い正確性とリアルタイム性が求められる条件下では、アマチュア無線の電力を1Wに減力した上で、フィルタを挿入することが望ましい。

構内無線局・特定小電力

システムの概要: 構内無線局は、一つの構内でRFID等の移動体識別用の無線設備を利用した無線局。特定小電力は、一定条件を満たすことで、免許が不要。テレメータ、データ伝送等として利用。
使用周波数帯: 1216-1217MHzの内、定められた一部の周波数。
共用検討
 (与干渉) 机上検討の結果、影響度が非常に小さいことから、共用可能。なお、現在の「みちびき」の現在の運用において特に支障となる状況が発生していない。
 (被干渉) 屋内実測及び屋外実測に加え、場所率・時間率等を考慮した検討を行った結果、最大影響度は0.0047%と、許容範囲内であり、共用可能。