情報通信審議会　情報通信技術分科会

陸上無線通信委員会報告（案）

「業務用陸上無線通信の高度化等に関する技術的条件」のうち、「6.5/7.5GHz 帯可搬型システムの導入」及び「11/15/18GHz 帯等固定通信システム及び 22/26/38GHz 帯 FWA システムの高度化」のうち「5.8GHz～7.5GHz 帯固定通信システムの高度化に係る技術的条件」

目　次

Ⅰ　検討事項 1

Ⅱ　委員会及び作業班の構成 1

Ⅲ　検討経過 1

Ⅳ　検討概要 3

第１章　5.8GHz～6.9GHz/7.5GHz 帯基幹系無線システムの概要 3

1.1　5.8GHz～6.9GHz/7.5GHz 帯基幹系無線システムの現状 3
1.2　5.8GHz～6.9GHz/7.5GHz 帯基幹系無線システムの周波数利用 4
1.3　他システムの利用状況（放送（STL、TTL、TSL、FPU)） 8

第２章　基幹系無線システムの高度化 11

2.1　基幹系無線システムの利用に係る展望 11
2.2　基幹系無線システムの高度化に求められる技術 13
2.3　基幹系無線システムの高度化に求められる運用面・制度面の見直し 16
2.4　高度化された基幹系無線システムのイメージ 18

第３章　基幹系無線システム高度化の技術的条件 21

3.1　5.8GHz～6.9GHz/7.5GHz 帯固定通信システムの技術的条件 21
3.2　6.5GHz/7.5GHz 帯可搬型システムの技術的条件 30

別表１ 36

別表２ 37

参考資料１：放送事業用無線システム技術的条件 38

参考資料２：直交周波数分割多重方式（OFDM）導入に関しての補足資料 47

参考資料３：16QAM 非再生中継方式の追加に関しての補足資料 50

参考資料４：基地局及び陸上移動局の運用条件 55

参考資料５：最大 EIRP 規格と安全離隔距離との関係 56

参考資料６：回線設計例（6GHz 帯（エントランス用回線)） 58

Ⅰ　検討事項

情報通信審議会情報通信技術分科会陸上無線通信委員会（以下「委員会」という。）は、情報通信審議会諮問第 2033 号「業務用陸上無線通信の高度化等に関する技術的条件」（平成 25 年 5 月 17 日諮問）のうち、「基幹系無線システムの高度化等に係る技術的条件」について検討を行った。

Ⅱ　委員会及び作業班の構成

委員会の構成は別表 1 のとおりである。

検討の効率化を図るため、委員会の下に「基幹系無線システム作業班」（以下「作業班」という。）を設置し、基幹系無線システムの高度化等に係る技術的条件に関する調査を行った。

作業班の構成は別表 2 のとおりである。

Ⅲ　検討経過

委員会及び作業班での検討経過は、以下のとおりである。

１　委員会

① 第 1 回（平成 25 年 6 月 6 日）

「業務用陸上無線通信の高度化等に関する技術的条件」のうち「基幹系システムの技術的条件」に関し、委員会の運営方針について検討を行ったほか、検討の促進を図るため、作業班を設置することとした。また、基幹系システムに関し広く提案を募集することとし、その説明が行われた。

② 第 13 回（平成 26 年 7 月 3 日）

作業班から「基幹系無線システムの高度化等に係る技術的条件」に関する調査の進め方（案）についての報告を受け、検討を行った。

③ 第 15 回（平成 26 年 11 月 11 日）

「基幹系無線システムの高度化等に係る技術的条件」に関する提案募集の結果について説明が行われた。

④ 第 22 回（平成 27 年 5 月 12 日）

「基幹系無線システムの高度化等に係る技術的条件」の検討及び意見募集を行う委員会報告（案）の取りまとめが行われた。

２　作業班

①　第 1 回（平成 25 年 7 月 22 日）

委員会の運営方針、検討体制及び提案募集結果報告等について説明が行われ、検討に着手した。

②　第 5 回（平成 26 年 7 月 3 日）

「基幹系無線システムの高度化等に係る技術的条件」に関する調査の進め方（案）等について検討した。

③　第 6 回（平成 26 年 8 月 26 日）

「基幹系無線システムの高度化等に係る技術的条件」に関する提案の説明があり、課題の検討を行った。

④　第 7 回（平成 27 年 4 月 14 日）

作業班報告書（案）について、検討し、報告書を取りまとめた。

Ⅳ　検討概要

第１章　5.8GHz～6.9GHz/7.5GHz 帯基幹系無線システムの概要

1.1　5.8GHz～6.9GHz/7.5GHz 帯基幹系無線システムの現状

我が国におけるマイクロ波帯の固定通信システムは、昭和 28 年（1953 年）の東北電力株式会社による仙台－会津間を結ぶ電力保安通信用回線の開設や、同年の日本放送協会による東京－名古屋－大阪間を結ぶ 4GHz 帯テレビジョン放送中継回線の開設、及び昭和 29 年（1954 年）の日本電信電話公社（現在の日本電信電話株式会社、NTT）による東京－名古屋－大阪間を結ぶ 4GHz 帯公衆通信用中継回線の開設以来、電気通信業務用や自営業務用等の基幹ネットワークとして使用されてきた。

一方、通信需要の増大に伴う大容量伝送への要望に対応するため、通信回線の高速化・大容量化に向けた取組が進められ、1970 年代にはメタルケーブルに代わる通信媒体として光ファイバーの実用化に向けた開発が本格化し、昭和 60 年（1985 年）には日本電信電話公社が日本縦貫の光ファイバー伝送路の構築を行った。

固定通信システムの利用が開始されて以降、1990 年代までに市外電話やテレビジョン放送の拡大等に伴う伝送容量への需要の増加に対応するため、新たな周波数帯の割当てやデジタル化による大容量伝送方式の導入等が進められてきた。

しかしながら、1990 年代以降、現在に至るまで、光ファイバーのさらなる高速化・大容量化に向けた研究開発とともにネットワークの光ファイバー化が進められてきている。基幹ネットワークにおいても固定通信システムから光ファイバーへの移行が進められてきている。

ただし、固定通信システムも柔軟な回線構築が容易等といった特長を活かし多数の無線中継回線として全国に整備され、社会インフラを構成する主要技術として重要な位置を占め、基幹ネットワークへの適用が現在も進められているところである。

この中で 5.8～6.9/7.5GHz 帯の固定無線通信システムについては、雨や霧の影響が少なく、比較的安定した電波伝搬が可能な周波数帯であることから、10GHz 帯以上の固定無線通信システムに比べて通信距離の確保に対して優位性を持っており、基幹ネットワークにおける中距離程度の無線中継回線の構築等へ利用されている。

これら基幹系無線システムについては、近年、基幹ネットワーク等において光ファイバーへの置き換えが進展する中、光ファイバーの敷設が困難な場所等における補完や移動通信システム基地局等のネットワーク構成要素を高密度で設置する技術等として利用されるニーズが増加している。また、平成 23 年（2011 年）3 月の東日本大震災では多くの光ファイバー網が寸断されたため、移動通信システム基地局のエントランス回線の復旧や避難所等までのネットワーク構築に用いられた。光ファイバーよりも迅速にネットワーク構築が可能である特性により、災害発生時等におけるネットワーク復旧技術や移動通信システムの迅速なエリア展開を支える地上系無線技術として、基幹系無線システムに対する期待が高まっている。

これらのニーズに対応するため、業務用陸上無線通信の高度化等に関する技術的条件について、平成 25 年（2013 年）5 月に情報通信審議会に諮問された（諮問第 2033 号）。このうち基幹系無線システムの高度化等に係る技術的条件については、「ギガビットクラスの伝送を目標とした伝送容量の大容量化」と「利便性と信頼性を両立させる無線システム運用面・制度面の見直し」を観点としたうえで、検討の対象となるシステムを使用する周波数帯で区別し、（１）11/15/18GHz 帯等固定通信システム及び 22/26/38GHz 帯固定無線アクセスシステムと（２）6.5/7.5GHz 帯等システムとに分割して検討を開始し、平成 26 年（2014 年）5 月に基幹系無線システムの高度化等に係る技術的条件として、11GHz 帯以上の各周波数帯システムについての一部答申がなされた。

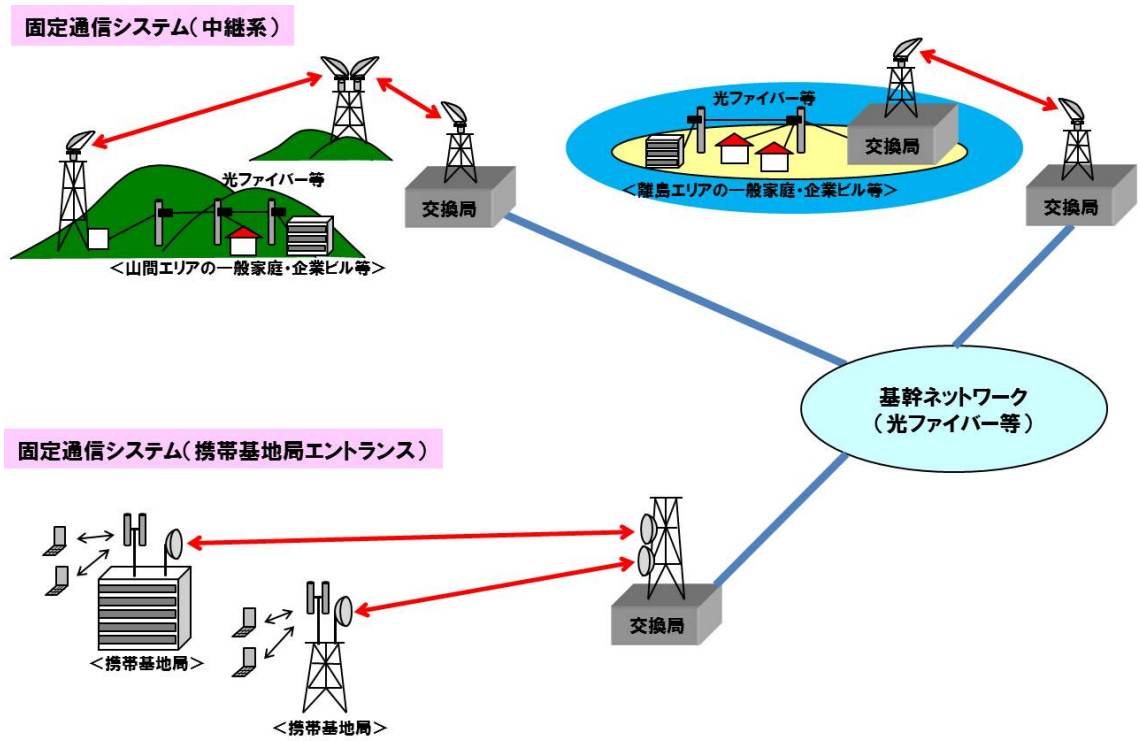


図 1－1　基幹系無線システムの展開イメージ

1.2　5.8GHz～6.9GHz/7.5GHz 帯基幹系無線システムの周波数利用

1.2.1　我が国における基幹系無線システムの現状

6.5/7.5GHz 帯では、公共業務用として人命及び財産の保護、治安の維持、気象通報その他これに準ずる業務遂行に利用されており、警察、水防道路、防災行政、電気事業、海上保安、航空保安、気象、消防等の分野で活用されている。また、6.5/7.5GHz 帯及び 6GHz 帯において電気通信業務用として携帯電話等の基地局エントランス・中継回線としても使用されている。本周波数帯は直進性に優れており、雨や霧による影響が少ないことや広い帯域で使用できることから、中長距離の通信に適している。なお、6.5/7.5GHz 帯では、平成 19 年度より放送事業用の固定無線回線（STL/TTL）も使用されるようになっている。

また、5.8/6.4/6.9GHz 帯では、固定局としてテレビジョン放送事業者が、スタジオから送信所（親局）及び中継局まで放送番組を伝送する固定無線回線（STL/TTL）並びに番組素材を取材現場から放送局まで伝送する固定無線回線（TSL）として使用されており、移動局としてもテレビジョン放送事業者が、番組素材を取材現場から放送局のスタジオまで伝送する移動無線回線（FPU）としても使用されている（表 1－1）（図 1－2)。

なお、6/6.5GHz 帯では、衛星アップリンクとしても使用されている。

表 1－1　我が国における基幹系無線システムが使用する主な周波数及び利用業務

利用業務	5.8GHz	6GHz	6.4GHz	6.5GHz	6.9GHz	7.5GHz
電気通信		○		○		○
公共				○		○
一般				○		○
放送（STL/TTL/TSL）	○		○	○	○	○
放送（FPU）	○		○		○	

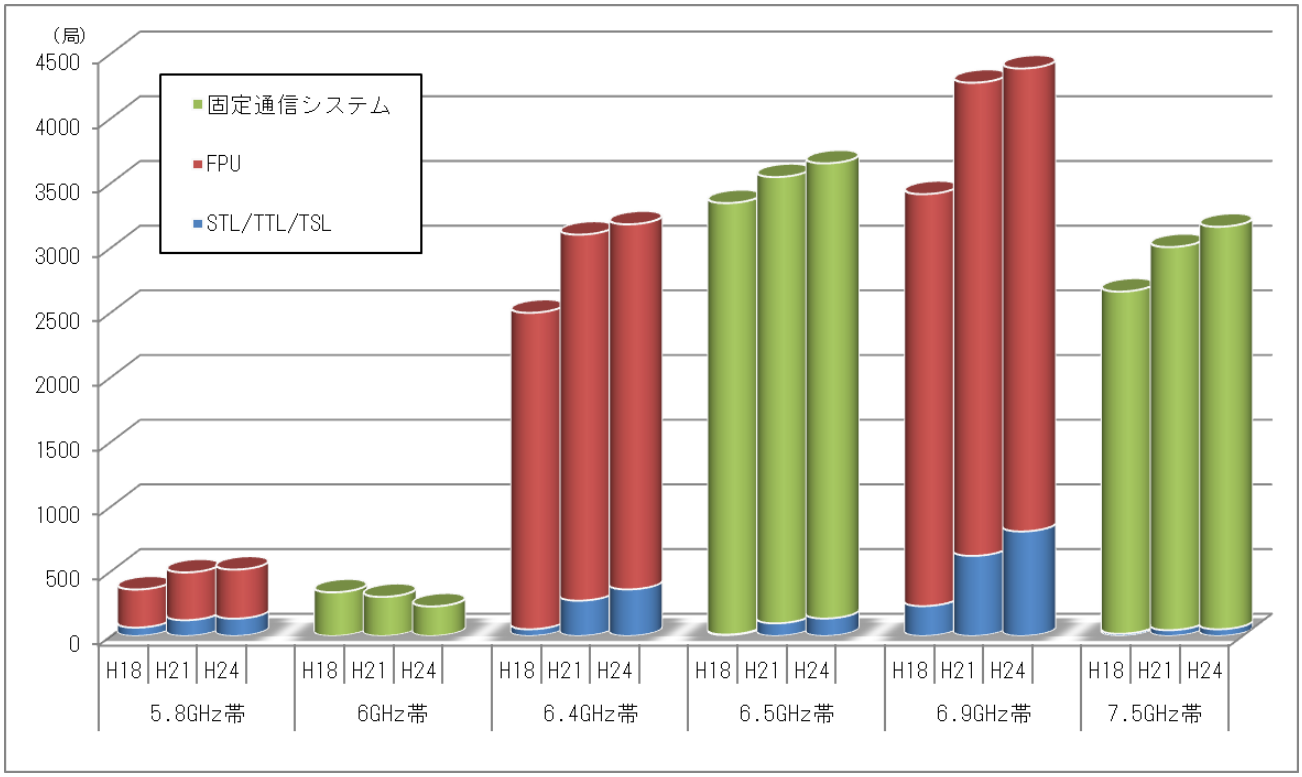


図 1－2　我が国における 5.8～6.9/7.5GHz 帯無線通信システム無線局数の推移

我が国の基幹系無線システムにおける周波数分配の概要は表 1－2 のとおりである。

表 1－2

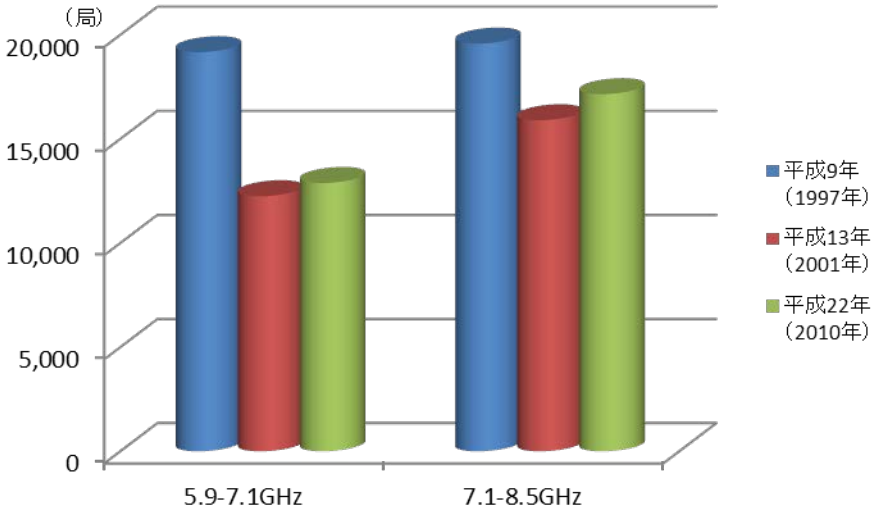
国内分配 (GHz)		無線局の目的
5850-5925	固定	電気通信業務用 放送事業用
	固定衛星（地球から宇宙）	電気通信業務用 公共業務用
	移動	放送事業用
5925-6425	固定	電気通信業務用
	固定衛星（地球から宇宙）	電気通信業務用 公共業務用
6425-6570	固定	電気通信業務用 放送事業用
	固定衛星（宇宙から地球）	電気通信業務用 公共業務用
	移動	放送事業用
6570-6870	固定	電気通信業務用 公共業務用 放送事業用 一般業務用
	固定衛星（地球から宇宙）	電気通信業務用 公共業務用
6870-7075	固定	電気通信業務用 放送事業用
	固定衛星（地球から宇宙）	電気通信業務用 公共業務用
	移動	放送事業用
7075-7125	固定	電気通信業務用 放送事業用
	移動	放送事業用
7125-7145	固定 移動	公共業務用
7145-7235	固定 移動	公共業務用
	宇宙研究（地球から宇宙）	公共業務用 一般業務用
7235-7250	固定 移動	公共業務用
7250-7425	固定	公共業務用
	固定衛星（宇宙から地球）	電気通信業務用 公共業務用
7425-7750	固定	電気通信業務用 公共業務用 放送事業用 一般業務用
	固定衛星（宇宙から地球）	電気通信業務用 公共業務用

1.2.2　欧州における基幹系無線システムの現状

従来、基幹系無線システムは、固定電話サービスの国内長距離回線や国際回線等の基幹ネットワークを構成する主要な技術として利用されてきた。基幹ネットワークでは、より大容量伝送が可能な光ファイバーへの代替が進められているが、地理的に光ファイバーを敷設することが困難な遠隔地への通信回線や災害時等における光ファイバー網の補完回線として、基幹系無線システムは現在も重要な役割を果たしている。

一方、移動通信システムの普及等に伴い、交換局と基地局をループ状又はスター状等に接続するネットワーク構成が増加しており、これらのネットワーク構成要素を接続する技術として基幹系無線システムが利用されている。

平成 24 年（2012 年）3 月に公表された CEPT/ECC 報告書「Fixed Service in Europe Current use and future trends post 2011」によると、欧州域内 19 か国における基幹系無線システムの無線局数は平成 13 年（2001 年）以降、微増している。



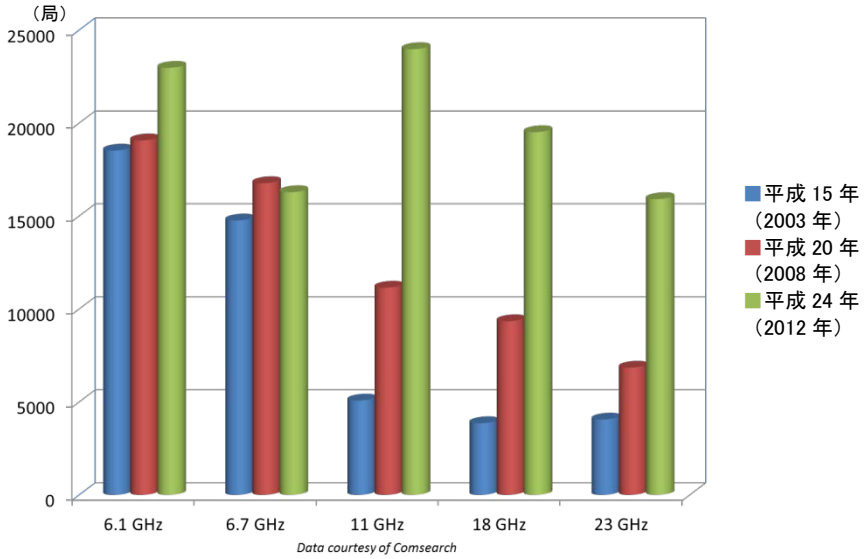
出典：ECC Report 173 (Fixed Service in Europe / Current use and future trends post 2011)

図 1－3 欧州における基幹系無線システム等の無線局数の推移

1.2.3　米国における基幹系無線システムの現状

基幹系無線システムは固定電話サービスの基幹ネットワークを構成する主要要素として利用されてきたが、現在は人口密度が低い地域における移動通信システムのサービスを支えるネットワークの通信回線として利用されているほか、民間企業が遠隔地に所在する設備の運用や制御等を行う自営業務用のネットワークや州政府等が整備する公共業務用のネットワーク等で利用されている。

平成 25 年 11 月に開催された ITU-R SG5 WP5C 会合資料によると、米国では移動通信システムや州政府等が整備する公共業務用の陸上無線通信（Land Mobile Radio: LMR）のバックホール等への需要拡大やネットワークの IP 化に向けた設備更新等によって 6GHz 帯及び 11GHz 帯の無線局数は増加を続けている（図 1－4）。



出典：ITU-R WP5C－Preliminary draft new ITU-R Report on fixed service use and future trends

図 1－4 米国における基幹系無線システム等の無線局数の推移

1.3　他システムの利用状況（放送（STL、TTL、TSL、FPU））

1.3.1 放送事業用無線システムの概要

地上デジタルテレビジョン放送の STL/TTL 回線は、主として 5.8～6.9/7.5GHz 帯及び 10GHz 帯、13GHz 帯のマイクロ波帯（一部 UHF 帯）による無線回線である。STL は演奏所から親局までの回線であり、TTL は中継放送所（あるいは固定局）から中継放送所までをつなぐ回線である（図 1－5）。演奏所から末端の中継放送所までの中継段数は、最大で 7 段となっている。

TSL 回線及び FPU 回線は、放送番組制作のため番組素材の伝送を行う手段として、主マイクロ波帯を使用する無線回線である。放送する番組素材は、現場の中継車等から FPU で近隣の受信基地局に伝送される。受信基地局からスタジオまでは TSL による固定回線で伝送される（図 1－6）。

さらに、映像・音声だけでなくそれに付随した監視・制御信号の伝送にも使用されている。

なお、放送事業用無線システムの技術的条件については、参考資料 1 に示す。

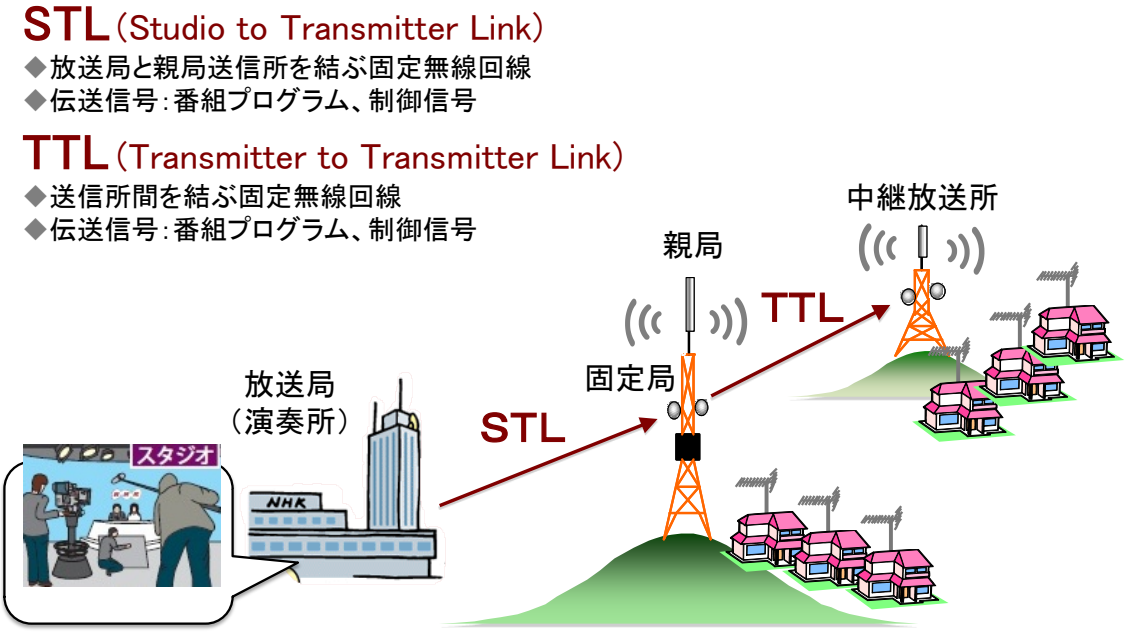


図 1－5　放送事業用無線システムの概要（STL/TTL）

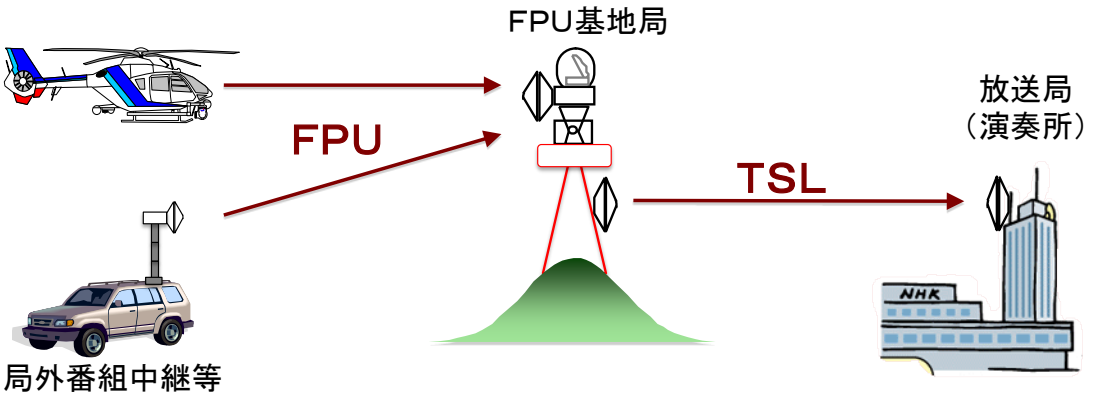


図 1－6　放送事業用無線システムの概要（TSL/FPU）

1.3.2 放送事業用無線システムの重要性

放送は公共性が高く、特に自然災害時には国民の安心・安全を守るための重要な情報源となっている。

その中で、STL/TTL 回線はその放送本線であり、放送設備のメンテナンスによる放送休止日を除き、常時運用しているものである。また、TSL/FPU 回線は、主に番組素材を伝送するものであり、生放送番組の放送本線として使用される頻度も高い。このため、瞬間的な回線断であっても放送事故に直結すると共にその影響範囲は各県全域又は全国にも及ぶものであり、極めて高い信頼性が求められる。

1.3.3 周波数割当

放送事業用無線システムの固定局用途の周波数割当を表 1－3 及び表 1－4 に、チャンネル配置を図 1－7 に示す。

B（5.8GHz）、C（6.4GHz）、D（6.9GHz）の各バンドでは移動局用途と固定局用途とに分離して、移動局用途には FPU を主として、固定局用途のバンドでは、STL/TTL/TSL を主として使用している。現状、一部の放送事業者において固定局用途の帯域で FPU の免許を保有しているが、設備更新時に移動局用途へと移行する予定である。

表 1－3　放送事業用無線システムの周波数割当（B/C/D バンド）

周波数帯の呼称	周波数帯	用途
Bバンド	5.850GHz～5.925GHz （固定局用:5.888GHz～5.924GHz）	・テレビジョン放送番組中継用 (STL/TTL/TSL) ・FPU
Cバンド	6.425GHz～6.570GHz （固定局用:6.534GHz～6.570GHz）	
Dバンド	6.870GHz～7.125GHz （固定局用:6.873GHz～6.963GHz）	

表１－4　放送事業用無線システムの周波数割当（M/N バンド）

周波数帯の呼称	周波数帯	用途
Mバンド	6.570GHz～6.690GHz 6.730GHz～6.850GHz	テレビジョン放送番組中継用 （STL/TTL/TSL）
	6.707375GHz～6.719875GHz 6.860375GHz～6.867875GHz	・音声放送番組中継用 （STL/TTL/TSL） ・監視・制御回線用
Nバンド	7.435GHz～7.555GHz 7.590GHz～7.715GHz	テレビジョン放送番組中継用 （STL/TTL/TSL）
	7.571375GHz～7.584875GHz 7.731375GHz～7.742375GHz	・音声放送番組中継用 （STL/TTL/TSL） ・監視・制御回線用

【周波数の配置と隣接チャンネル、同一チャンネルの配置】

ARIB STD-B12 テレビジョン放送番組素材伝送用固定形マイクロ波帯伝送システム
18MHz/4ch

ARIB STD-B22 地上デジタルテレビジョン放送用デジタルSTL/TTL伝送方式
18MHz/4ch

ARIB STD-B33 1.2版 テレビジョン放送番組素材伝送用可搬形OFDM方式デジタル無線伝送システム
ﾌﾙﾓｰﾄﾞ18MHz/4ch ﾊｰﾌﾓｰﾄﾞ9MHz/8ch
※ｱﾅﾛｸﾞｼｽﾃﾑとの混在運用

ARIB STD-B11 2.2版 テレビジョン放送番組素材伝送用可搬形マイクル波帯デジタル無線伝送システム 18MHz/4ch
※ｱﾅﾛｸﾞｼｽﾃﾑとの混在運用

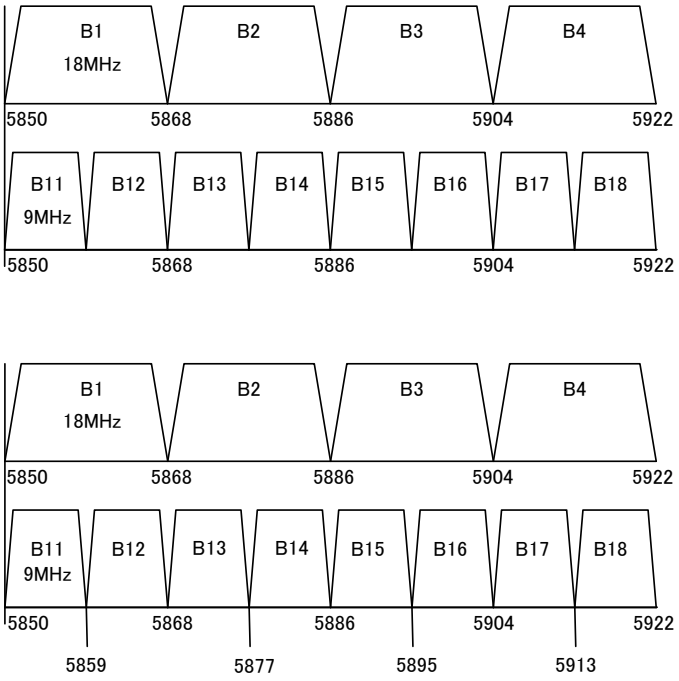


図１－7　チャンネル配置

第 2 章　基幹系無線システムの高度化

2.1　基幹系無線システムの利用に係る展望

スマートフォンやタブレット等の多様な通信デバイスを通じたモバイルブロードバンドの利用による各種サービス、コンテンツの流通・利用が増加し、電波を利用した様々なサービスやビジネスが成長・普及することにより、利用者の利便性が向上し、ワイヤレスネットワーク市場が活性化し成長・発展する一方で、データ量の増加によるトラヒックが急増している。

移動通信の月間平均トラヒック（1 秒当たり）は、平成 23 年（2011 年）9 月現在で 154.6Gbps であったものが平成 26 年（2014 年）9 月現在で 783.9Gbps と約 5.1 倍の増加となっており、直近 1 年において約 1.4 倍に増加している（図 2－1）。

また、スマートフォンの契約者数は、平成 26 年（2014 年）9 月末で 6,248 万契約者であり、平成 23 年（2011 年）3 月末の 955 万契約者と比べて 3 年間で約 6.5 倍となっており、移動通信におけるデータトラヒックの増加は、各社のスマートフォン利用者数の増加、動画等の大容量コンテンツの利用増加、LTE などの高速通信の普及等が主要因と推測される（図 2－2）。

当面の移動通信システムは従来の第 3 世代携帯電話より周波数使用効率が 2～3 倍となる LTE 方式が主流になりつつあり、平成 27 年（2015 年）頃から 4G の導入が見込まれている（図 2－3）。そして、平成 32 年（2020 年）頃には、更なる利用の拡大に対応して周波数の使用効率の一層の向上を可能とする 5G の導入を実現することが期待されている。

このような増加するトラヒック需要に備えるためには、世界トップクラスのモバイル環境が構築されている我が国においても、更にネットワークの高密度化や周波数使用効率の改善などの取組を各通信事業者において進める必要がある。また、移動通信システムの通信容量の拡大に当たっては、固定系と移動系の役割分担やネットワークの全体構成を考えたトラヒック管理等に留意する必要があるが、光ファイバー網の整備が進んだ我が国では、最後の足回りは無線、その近くまでは光ファイバーで伝送するなど光ファイバーのバックボーンとワイヤレスアクセスのバランスを考慮するなど、ネットワーク構成や運用全体の最適化を考える必要がある。更に都市部における河川・軌道等の横断や無柱化エリア、又は離島・僻地等など光ファイバーの早期展開が困難な地域が存在するため、携帯電話等の移動通信システムのエリア展開に際しては固定系としての基幹系無線システム（6.0/6.5/7.5GHz 帯固定通信システム）の利用が必要不可欠となっている。

また、現在、5.8/6.4/6.9GHz 帯の固定通信システムは、放送事業者が放送番組を伝送するため STL/TTL/TSL などで利用されているが、当該周波数帯は十分な伝搬距離や高い伝送容量を有することから、中継回線やエントランス回線として用いることも可能であり、周波数有効利用の観点からも電気通信業務用として当該周波数帯を利用することが期待されている。なお、その際には既存の放送事業用システムへ影響を与えないような共用条件を検討する必要がある。

一方、公共業務・一般業務における基幹系無線システムの利用は、地震等の災害に対する高い耐性があること、併せて、自営ネットワークは公衆ネットワークにおける輻輳の影響を受けないことから、人命及び財産の保護、治安の維持、気象通報等の公共業務を遂行するネットワークにおいて防災行政、消防、電力、運輸等の用途に利用されているほか、一般企業の企業活動等に使用される一般業務用のネットワークにおいても広く利用されている。

これらネットワークで利用される基幹系無線システムでは、周波数の利用効率の向上を目的としたデジタル化やナロー化のほか、画像伝送等へのニーズに対応するため伝送容量の大

容量化が進められてきたが、映像による遠隔地の状況把握や設備の運用・保守業務の複雑化に伴う情報量の増大等に対応するため、更なる大容量化やネットワークに対する高い信頼性が求められている。

さらに、現在、6.5/7.5GHz 帯の固定通信システムとして利用されている周波数帯において、災害発生時に代替・応急用として簡便に設置可能な可搬性を有する無線システムでの利用が期待されている。当該無線システムにおいては、可搬型であることから運搬・設置の容易性が求められ小型であることが望ましく、アンテナ及び無線機が屋外に設置可能な装置が求められている。

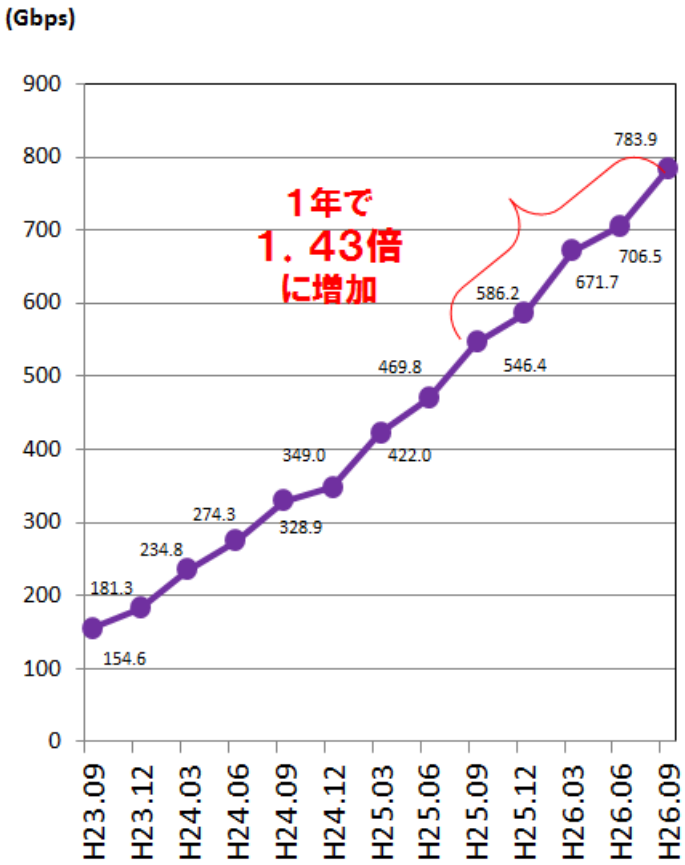


図 2－1　我が国の移動通信トラヒックの推移

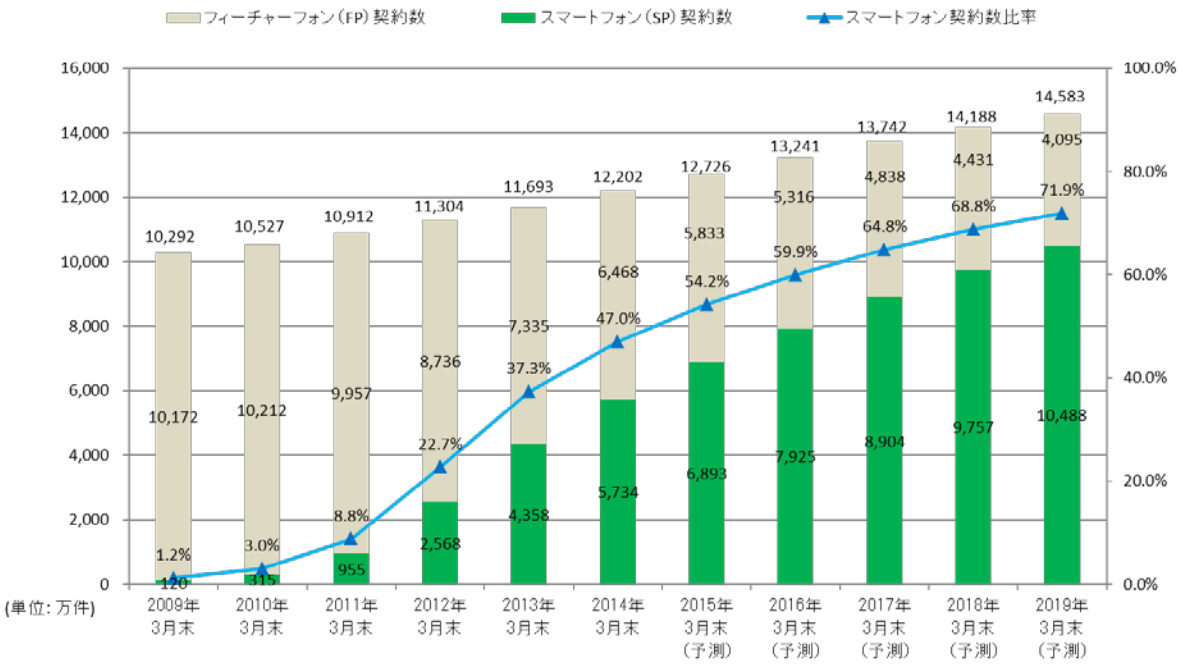


図 2−2　我が国の携帯電話加入者数の推移

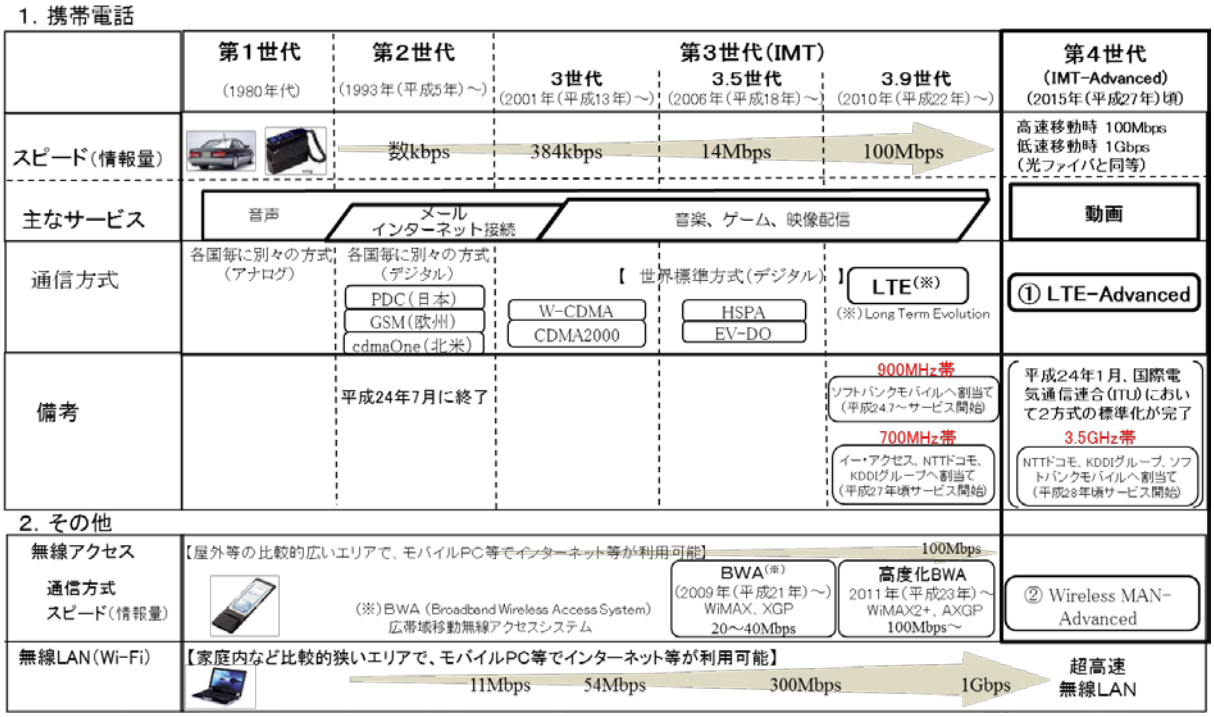


図 2−3　携帯電話等の高度化の進展

2.2　基幹系無線システムの高度化に求められる技術

基幹系無線システムの大容量化を実現する手法として、利用周波数帯の広帯域化、変調方式の多値化等が挙げられる。

2.2.1　6.0GHz/6.5GHz/7.5GHz 帯固定通信システムの大容量・高度化

2.2.1.1　多値変調技術の導入

変調方式の多値化技術については 1980 年代に 256QAM 方式の開発・実用化がなされたが、当時は基幹系無線システムでは長距離伝搬を目的とした利用形態が中心的であり、回線品質を考慮した中継局配置が困難であったことから多値化されたシステムの普及は限定的であった。一方、近年の基幹系無線システムの利用形態は長距離伝搬よりも高速化を目的としたものが主流となっていること、またグローバルに展開する無線機器メーカーの大量生産によるコストダウンの効果と技術革新の結果、国外においては 256QAM を超える多値変調方式による無線システム導入が容易となっている。

一方、変調方式を多値化した場合、受信信号レベルとして必要となる C/N 比が大きくなるため、干渉等に対する耐力は低下し、伝搬距離は短くなる。このため、変調方式の多値化によって、急激な気象変動時等における通信回線の信頼性が低下することが考えられることから、信頼性を確保するため、伝搬環境の状況に応じて変調方式を変える適応変調技術や空中線電力を変える自動送信電力制御技術を導入することが望ましい。なお、多値変調方式による無線システムの長距離伝搬を容易に実現するための技術的手法として、送信出力の増大又は高利得アンテナの利用が考えられるが、これらの手法を適用する場合、与干渉電力の増加によって既存システムとの共存が困難になると考えられることから、基幹系無線システムの高度化における適用に際しては慎重な検討が求められる。

また、固定通信システムの適応変調技術として現行基準の最大多値数よりも高次の多値変調方式を導入する場合には、変調多値数の変動によって回線品質が変化することから、回線品質を定義する変調多値数を定めて他の無線システムとの干渉検討を行うことが適当である。

2.2.1.2　適応変調技術や自動送信電力制御技術の導入

前述のとおり、電波の伝搬環境の状態に対応して適用する変調方式を自動的に変更する適応変調技術や送信電力を自動的に制御する自動送信電力制御技術は、伝送容量の最適化と通信回線の確保を両立させる技術であり、基幹系無線システムへの導入が進められている。一方、現行規定では、これらの技術の導入について明確化されていない周波数帯があるため、規定の見直しを行うことが適当である。

2.2.1.3　将来における直交周波数分割多重方式(OFDM: Orthogonal Frequency Division Multiplexing)導入への対応

高速データ伝送を行うに際してシンボルレートを高速化する場合には、マルチパスの影響が顕著になる。マルチパスによる劣化を抑えるためにはマルチキャリア化が有効であり、特に OFDM は効率よくマルチキャリア化ができるため高速データ伝送に適した方式である。OFDM は信号に大きなピークが発生することや FFT 演算が必要なため回路が複雑になる等の課題があるが、近年は LSI 技術や高周波技術の向上により、これらの課題が克服されてきており、移動通信システム(LTE、WiMAX)、WiFi、地上デジタル放送など、近年新たに導入されたシステムにおいて採用されている。

OFDM のサブキャリアは QPSK 等の 1 次変調のため雑音耐性や固定劣化量はシングルキャリアと同等であり、使用するサブキャリア数の調整によって占有周波数帯幅を変更可能であること、伝送品質をほとんど劣化させずに信号のピーク電力を抑圧することが技術的に可能であることから、現行規定の範囲内で基幹系無線システムに導入することは可能である（参考資料 2)。このため、今後、基幹系無線システムへの OFDM 導入が想定されることから、将来

における OFDM 導入に備えた所要の制度整備を行うことが適当である。

2.2.1.4　偏波多重方式の導入

現状のチャネル配置のまま複数の偏波多重（直線偏波の場合は垂直偏波/水平偏波、円偏波の場合は右旋/左旋を同時に送受信する方式）を利用することにより、利用周波数帯を広帯域化することなく周波数利用効率（単位周波数あたりの伝送容量）を向上させることが可能である。ただし、逆偏波からの漏れ込み干渉が生じるため、回線品質を維持しつつ効率を上げるためには、漏れ込み干渉を抑圧するための交差偏波干渉補償機能を具備する必要がある。なお、複数の送信装置を用いて両偏波を同時利用（コチャネル配置）する場合には、通信回線の空中線電力量は 2 倍になることから、隣接帯域等を使用する他無線システムに干渉を及ぼさないことが前提となる。ただし、固定通信システムでは、偏波ごとに他システムへの干渉検討を行った上で免許されるため、コチャネル配置による他無線システムへの干渉は回避できる（図 2－4）。

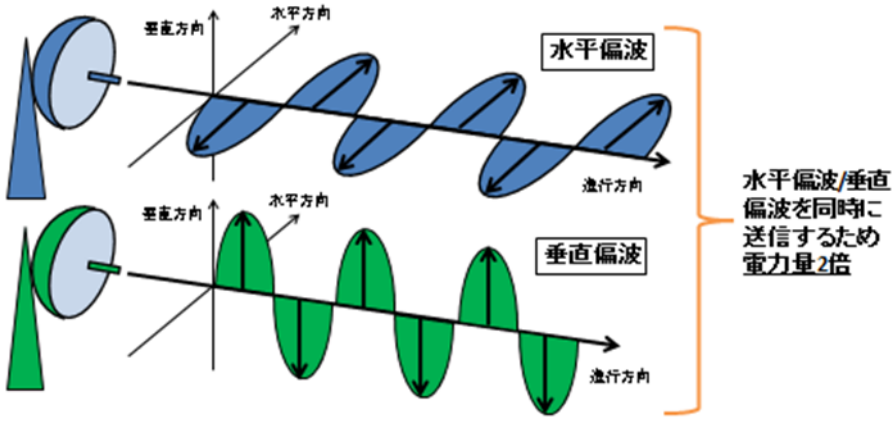


図 2－4 コチャネル配置時における干渉回避の方策

2.2.1.5　非再生中継方式の変調方式の見直し

非再生中継方式を用いたマイクロ無線伝送路はルーターを使用した光回線よりも遅延の面で有利であり、end to end でデータ伝送の遅延量を削減することが可能である。我が国ではまだ先例はないが、例えば、米国では直線距離約 1200km の 2 地点間の遅延量約 13.3msec の光回線を無線回線で 8.2msec の遅延量で結んだ例もある。低遅延回線は、現在は主に超高速取引が進む市場間接続に利用されており、将来的にはリアルタイム性を要する電力網や先端医療分野など活用分野の拡大が見込まれている。

国内の現状の非再生中継方式の変調方式は、規格策定時点においては回線品質上の問題があったため 4 相位相変調方式に限定されており伝送速度は限定的であったが、技術の発展に伴い変調度を上げても回線品質の確保が可能となったことから、現行規定の変調多値数を超える変調方式を追加することが適当である（参考資料 3）。

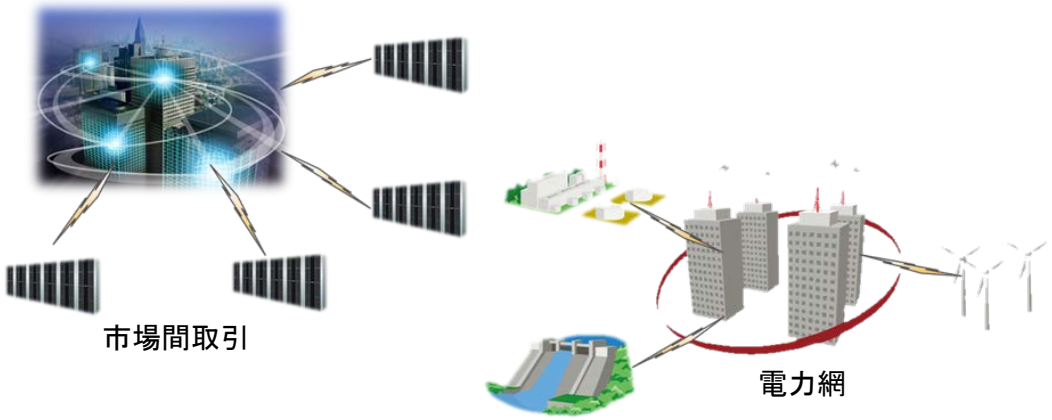


図 2－5　低遅延無線回線の利用イメージ

2.2.2　6.5GHz/7.5GHz 帯可搬型システム

災害発生時、局舎の倒壊や津波の被害があった場合でも、無線設備が被災することなく引き続き運用可能となる災害に強い情報通信ネットワークの構築・運用が求められている。6.5/7.5GHz 帯可搬型システムは、既存の 6.5/7.5GHz 帯固定通信システムと同一周波数帯を用いることから、既存システムに影響を与えない技術的条件を検討することが必要であり、そのため、既存の 6.5/7.5GHz 帯固定システムの技術基準を踏襲するとともに可搬型システムにおける特性を考慮した技術的条件とすることが適当である。また、上述した 6.0/6.5/7.5GHz 帯固定通信システムの大容量・高度化に求められる技術のうち、多値変調技術、適応変調技術、自動送信電力制御技術及び OFDM については、6.5/7.5GHz 帯可搬型システムにおいても導入することが適当である。

2.3　基幹系無線システムの高度化に求められる運用面・制度面の見直し

基幹系無線システムの高度化に際しては、新たな技術の導入による高度化と併せて、地域特性や無線利用技術の進展等に応じた運用面・制度面の見直しが求められる。

2.3.1　6.0GHz/6.5GHz/7.5GHz 帯固定通信システムに求められる運用面・制度面の見直し

（1）占有周波数帯幅の規定方法の見直し

現行法における占有周波数帯幅の許容値は、伝送方式ごとにクロック周波数との組合せにより規定されている。しかしながら、変調方式によっては技術的に実現可能な水準よりも低いクロック周波数となっており、結果として、クロック周波数の増加による伝送容量の大容量化が不可能となっていることから、技術水準の進展に対応して、ITU-R 勧告 F.1191 で規定されるクロック周波数と占有周波数帯幅の理論値を参考にして占有周波数帯幅の規定方法を見直すことが望ましい。占有周波数帯幅は、伝送方式ごとに固定値で規定し、現行のクロック周波数に関する規定は廃止することが適当である。

なお、直行周波数分割多重方式(OFDM)についてはクロック周波数又はロールオフ率による計算式で占有周波数帯幅の許容値を規定することが適当である。

2.3.2　6.5GHz/7.5GHz 帯可搬型システムに求められる運用面・制度面の見直し

（1）免許形態

あらかじめ想定される設置場所において事前に干渉計算を行い、免許を受ける。ただし、同一条件で代替回線として使用する場合は、代替対象回線の諸元をそのまま利用可能とする。また、想定される運用形態を考慮し「基地局及び陸上移動局」として免許することが適当である。

（2）運用形態

ア　既設固定局回線の代替回線
イ　基幹ネットワークの支線回線
ウ　災害発生時等の臨時回線
エ　ルーラルエリアに対する無線回線

（3）「基地局及び陸上移動局」に関する運用方法

基地局及び陸上移動局に関しては、以下の前提条件にて運用を行うことが適当である。

ア　固定回線に対する与干渉

事前の混信計算により保護する。ただし、固定局は常に優先され固定局からの被干渉については利用者側にて考慮の上で運用することが適当である。

イ　送信に関するEIRP、スペクトラムマスク等

送信に関する規定は設定するが、受信に関しては設定しない。固定局への与干渉は保護する。

ウ　回線品質

フェージングマージン及びC/Nを考慮し、所要受信電力を設定する。回線品質は確保されるが、空中線電力は所要受信電力を満足するものとする。

エ　周波数チャネル

現行の同周波数帯を利用する固定局の規定どおりとする。

オ　変調方式

現行の同周波数帯を利用する固定局の規定のとおり4PSK、16QAM、128QAMを基本とする。変調方式切替は、他システムへの干渉量に影響を与えない範囲において可能とする。

カ　誤り訂正機能

128QAM以上の変調方式を使用する場合、誤り訂正機能を有すること。

キ　干渉対策

事前に干渉計算を行った後、免許申請を行うこと。

ク　その他

基地局及び陸上移動局における運用条件は参考資料4のとおりとする。

2.3.3　5.8GHz/6.4GHz/6.9GHz帯固定通信システムに求められる運用面・制度面の見直し

5.8/6.4/6.9GHz帯の固定回線帯域については、現在、テレビジョン放送事業者が、スタジオから送信所及び中継局まで放送番組を伝送する固定無線回線（STL/TTL）並びに番組素材を取材現場から放送局まで伝送する固定無線回線（TSL）で使用しているが、当該周波数帯は直進性に優れており、雨や霧による影響が少ない特徴を有していることから周波数の有効利用の観点からも電気通信業務用と共用することが適当である。

2.4　高度化された基幹系無線システムのイメージ

2.4.1　5.8GHz～6.9GHz/7.5GHz 帯固定通信システムの高度化イメージ

固定通信システムは、基幹ネットワークの構成要素として長距離伝搬に適用されているほか、光ファイバーの敷設が困難な場所等における補完や移動通信システムの基地局等のエントランス回線等として利用されるニーズが増加している。

マイクロ波帯を利用した無線通信システムは主としてテレビジョン放送番組中継、電気通信事業の基幹中継網として利用されているが、一部地域においては携帯基地局と交換局を接続する回線としても利用されている。一区間の伝搬距離は、利用周波数帯などの条件にも依存するが、一般的に 40km 程度までとなっている。

これら基幹系無線システムの高度化に際しては、回線品質を維持しつつ伝送容量の大容量化や十分な伝搬距離の確保を実現することが求められており、その実現に向けて導入すべき技術として以下の 4 技術が適当である。

(1) 現行基準以上の多値変調方式
(2) 適応変調技術
(3) 自動送信電力制御技術
(4) 偏波多重方式

上記の技術を導入した際の運用イメージは図 2－6 のとおりとなる。

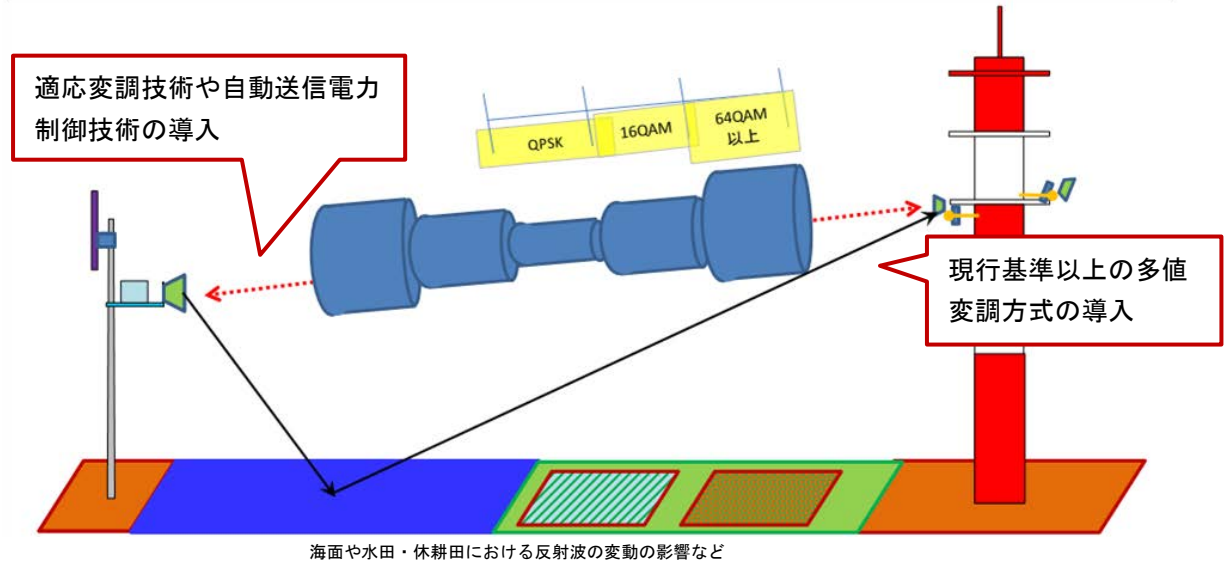


図 2－6　多値変調方式及び適応変調技術等の導入時の運用イメージ

(1) 現行基準の規定値内で、回線設計におけるマージンの範囲内において多値変調化を行うことによる伝送容量の増加を実現
(2) 変動性フェージングの影響下においても適応変調、自動送信電力制御技術によるマージン確保により回線稼働率を向上
(3) 垂直偏波及び水平偏波を同時に使用する複数の偏波多重方式の導入にあっては、交差偏波干渉補償機能を具備することにより、周波数利用効率の向上及び伝送容量の増加を実現

なお、固定通信システムに多値変調方式及び適応変調技術を導入した場合における干渉調

整に係る方針は、現行基準との整合性確保及び基幹系無線システムの柔軟な運用を両立させる観点から、以下のとおりとすることが適当である。

(1) 多値変調方式及び適応変調技術を導入した固定通信システムが与干渉側となる場合は、当該システムの適応変調技術が取りうる最大与干渉電力値相当（一定の方向に対する等価等方輻射電力値）を基準とした計算を行う。※１
(2) 多値変調方式及び適応変調技術を導入した固定通信システムが被干渉側となる場合は、現行基準における被干渉の許容値の最大値を基準とした計算を行う。※２
　ただし、現行基準の規定を超える多値変調を行う通信回線については、現行基準に規定されている被干渉の許容値の上限を超える保護は行わない。

※１　既存の変調方式に対して与干渉電力の増大とならないため、干渉検討の評価においては特殊な要素は考慮しない。

※２　現行基準ではチャネル幅が 40MHz のシステムについては 64QAM、30MHz のシステムについては 128QAM が最大の多値変調方式として規定されている。

2.4.2　6.5GHz/7.5GHz 帯可搬型システムの利用イメージ

(1)可搬型システムの利用シーン

可搬型システムは、無線装置を屋外に集約した無線システムであり、簡易に設置できることから様々な用途への適用が期待される。可搬型システムについて想定される利用シーンは次のとおりである。

ア　既設固定局回線の代替回線

自然災害等により、既設固定局に使用している鉄塔が被災する可能性がある。その固定局の「代替回線」として、可搬型システムを適用する。

既設の固定局回線が万が一切断した場合、代替回線として可搬型システムを使用することで、回線復旧に要する時間を短縮する。

イ　基幹ネットワークの支線回線

防災無線網等の自営ネットワークにおいて、基幹網から先の「支線回線」に対して、可搬型システムを適用する。

本利用形態は固定的な運用が主であるため、既存の固定局と同様の免許方針及び運用形態が想定される。

可搬型システムのメリットである耐災性や、小型・省電力による利便性を有した回線構築が可能である。

ウ　災害発生時等の臨時回線

災害発生時等を想定する場合、災害現場又は避難場所においては、災害発生状況の情報把握やその情報に基づく迅速な指示伝達又は一般住民に対する情報提供が必要不可欠となる。公衆回線網の輻輳が想定される災害発生時において、自営網と災害現場又は避難場所を接続する臨時的な無線回線が必要となる。

可搬型システムにより、中継局と災害現場あるいは避難場所の間の回線を構築する。

臨時回線を迅速に構築することができれば、指示系統の維持及び周辺への情報展開が迅速化され、現場での救助、救援活動効率化に資することができる。

エ　ルーラルエリアに対する無線回線

山間地域あるいは島嶼地域に代表される「ルーラルエリア」における無線回線に、可搬型システムを適用する。

ルーラルエリアは、既設の固定局回線が周囲に存在する可能性が低いため干渉を受けにくいと言える。しかし一方で、離島回線であれば比較的長距離である、山間地域であれば見通しが確保しにくい等の特徴がある。

可搬型システムは、基地局及び陸上移動局の回線品質規定等によって、ルーラルエリアへの無線回線構築に対して適用ができる可能性がある。

上記利用シーンを加味した可搬型システムの運用イメージを図 2−7 に示す。

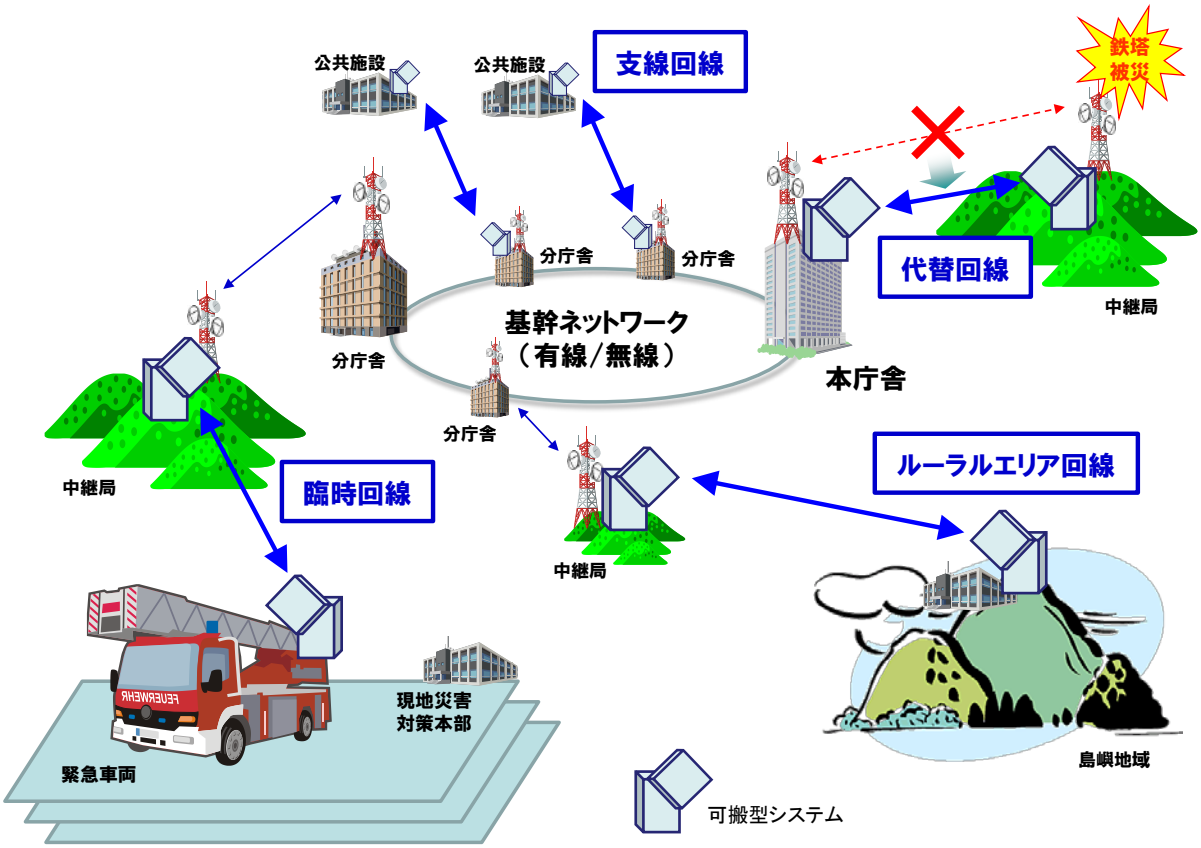


図 2−7　可搬型システムの運用イメージ

第3章　基幹系無線システム高度化の技術的条件

3.1　5.8GHz～6.9GHz/7.5GHz 帯固定通信システムの技術的条件

技術的進歩に即応可能な固定通信システムの高度化規格を整備するため、その固定通信システムの技術的条件については本章に記載のとおりとすることが適当である。なお、本 3.1 章では新たな方式あるいは新たな技術の導入について記載しているが、技術の進展に応じた周波数の許容偏差の現行規定に関する一部の見直しについても言及する。

3.1.1　一般的条件

(1) 無線周波数帯

6/6.5/7.5GHz 帯固定局の各周波数帯は現行規定のとおりとする。また、現在、放送事業用として利用されている5.8/6.4/6.9GHz帯固定局の各周波数帯の更なる周波数有効利用を図るため、電気通信業務用として利用可能な 30MHz チャネルの導入が適当である。

(2) 通信方式

現行の規定のとおり、6/6.5/7.5GHz 帯については、1 対 1 の対向方式であって、デジタル通信による送受対象の複信方式であることが適当である。なお、5.8/6.4/6.9GHz 帯についても同様とすることが適当である。

(3) 変調方式

6/6.5/7.5GHz 帯については、伝送容量の増大を図るために高次の多値変調方式（例：256QAM 以上）にも対応できるように現行規格を見直すことが適当である。なお、当該多値数は特段規定せずに、現行の各無線周波数帯のチャネル幅において最高次の変調方式の規格を超える多値数を設定でき、かつ、無線回線状態に応じて低次の多値数(QPSK 等)に対応可能な規格とするように適応変調方式を導入することが適当である。また、適応変調方式を導入する場合であっても、当該多値数の固定的運用も可能とすることが望ましい。さらに占有周波数帯幅の規定値の範囲内で、直交周波数分割多重方式(OFDM)の導入も可能とすることが適当である（参考資料 2)。

なお、5.8/6.4/6.9GHz 帯についても同様とすることが適当である。

(4) 情報伝送速度

現行規格では、方式ごとに主信号の伝送容量（情報伝送速度）が規定されているが、ネットワークの IP 化の進展に対応し、無線伝送路の状態変化によって伝送容量を柔軟に変化させる適応変調方式の有効性が高くなってきている。このような方式の導入に当たっては、名称も含め伝送容量及び変調方式を特段規定しないことが適当である。

(5) クロック周波数

6/6.5/7.5GHz 帯については、フィルタ等の技術進歩により、現行の占有周波数帯域幅の規定を変更することなく、現行規定よりクロック周波数を高めることにより大容量化が図れるようになっている。このため、現行のクロック周波数の規定は廃止して占有周波数帯幅での規定とし、適用するクロック周波数の自由度を高めることが適当である。なお、クロック周波数から等価的に占有周波数帯幅を導出している現行規定に対し、クロック周波数の規定廃止にあっては不要発射を十分抑圧できるように配慮することが適当である。

なお、5.8/6.4/6.9GHz 帯についても同様とすることが適当である。

(6) 標準受信入力規定値

6/6.5/7.5GHz 帯については、現行の標準受信入力値の規定どおりとする。

また、5.8/6.4/6.9GHz 帯については、現行の 6.5/7.5GHz 帯固定局における 30MHz チャネル幅を利用した 128QAM156Mbps 方式に規定される-54.5+Fmr/2（Fmr は目標回線品質に応じた所要フェージングマージン）を適用することが望ましい。Fmr の算出は、現行の 5.8/6.4/6.9GHz 帯の放送事業用固定局における規定を適用することが望ましい。

ただし、自動送信電力制御（ATPC）使用時は、最大空中線電力にて標準受信入力規定値を満足すること。

(7) 割当周波数の使用順位

6/6.5/7.5GHz 帯については、大容量化に向けた規格を整備するために、既存方式に加え新設する方式（高次の多値変調方式）においても、同一割当周波数において水平偏波及び垂直偏波の同時利用（コチャネル配置）が可能となるように設定することが適当である。なお、水平偏波及び垂直偏波の同時利用の際には、交差偏波識別度補償機能(XPIC)などの偏波間干渉を補償する機能を具備することが望ましい。ただし、周波数の割当てや使用に当たっては、既設システムへの影響がないように十分配慮することが適当である。

(8) 方式名

追加する方式の名称は「高次多値変調方式」とすることが適当である。ただし、方式名称で規定されていない固定局についてはこの限りではない。

(9) 回線品質

「高次多値変調方式」又は相当の方式を適用する固定局において適応変調を適用する場合には、変調多値数が変動し回線品質が変化することになるため、あらかじめ所要回線品質を定義するための変調多値数（リファレンス多値数）を規定することが適当である。このリファレンス多値数については「現行規格の最高次の変調方式」を適用し、「高次多値変調方式におけるリファレンス方式」として定義することが望ましい。

また、自動送信電力制御（ATPC）機能を使用する場合においては、ATPC の補償電力を加えない平常時受信出力で回線品質を満足することが望ましい。

(10) 他システムとの共用

固定通信システムについては、隣接する周波数帯を使用する他システムや同一の周波数帯を使用する他の固定通信システムとの共用可能性について技術計算を行い、安定的な運用が確保されていることを確認した上で免許がなされている。具体的には、固定通信システムと他システム等の設置場所や周辺の地形情報を踏まえて、他システム等からの被干渉や伝搬損を考慮した場合に固定通信システムの安定的な運用に必要な受信入力レベルが確保できるよう回線設計を行うとともに、固定通信システムが他システム等の安定的な運用を阻害する干渉を及ぼさないことを確認している。

6/6.5/7.5GHz 帯における固定通信システムの高度化に係る検討では、高度化された固定通信システムの送信電力やスプリアスマスク等の電波の質や特性に関係する基準について見直しを行っていないことから、他システム等に及ぼす干渉の影響量は変わらない。このため、高度化された固定通信システムは、従前と同じく、他システム等との技術計

算を行った上で免許することにより、他無線システム等と共存することが可能である。
また、5.8/6.4/6.9GHz 帯における 30MHz チャネルの追加においては、当該システムの回線品質を担保しつつ既存システムの混信保護規格を満足することを確認することにより免許することが適当である。

(11) その他

ア　回線品質を受信入力値で規定する固定局については、自動送信電力制御(ATPC)機能を使用する場合には最大空中線電力[1]時を参照して干渉調整を行うことが適当である。一方、最大空中線電力が規定されている固定局については、自動送信電力制御(ATPC)機能を使用する場合には現行規定に従って干渉調整を行うことが適当である。

イ　6/6.5/7.5GHz 帯固定局については、迅速な無線局の設置を行えるように技術基準適合証明及び工事設計認証制度が適用できるよう規定の整備を行うことが望ましい。

3.1.2　無線設備の技術的条件

(1)　中継方式

6/6.5/7.5GHz 帯においては、現行の規定どおり、検波再生中継方式とする。ただし、6GHz 帯の 4PSK 及び 16QAM においては、非再生中継方式を用いることが出来るものとする。なお、5.8/6.4/6.9GHz 帯に追加される 30MHz チャネルを利用する場合は、検波再生中継方式とする。

(2)　送信装置

ア　主信号の情報伝送速度及びクロック周波数

主信号の情報伝送速度及びクロック周波数については、前述の「3.1.1　一般的条件の第(4)項及び第(5)項」に従い特段規定しない。

イ　周波数の許容偏差

5.8/6.4/6.5/6.9/7.5GHz 帯固定局は現行規格のとおりとする。6GHz 帯固定局については技術の進展を勘案し、現行規格 200ppm から他の固定通信システムの規格値と同等に 20ppm とする。

ウ　占有周波数帯幅の許容値

6/6.5/7.5GHz 帯における占有周波数帯幅の許容値は次のとおりとする。

＜6GHz 帯＞

36.5MHz 以下（注１）

直交周波数分割多重方式(OFDM)　　：fcl×サブキャリア数×1.1
fcl: クロック周波数

※現行の占有周波数帯幅の許容値以下とする。

＜6.5/7.5GHz 帯＞

36.5MHz 以下（注１）

28.5MHz 以下（注２）

直交周波数分割多重方式(OFDM)　　：fcl×サブキャリア数×1.1
fcl: クロック周波数

[1] 最大空中線電力：標準受信入力設定時の送信電力

※現行の占有周波数帯幅の許容値以下とする。

また、5.8/6.4/6.9GHz 帯における占有周波数帯幅の許容値は次のとおりとする。

＜5.8/6.4/6.9GHz 帯＞

28.5MHz 以下（注２）

直交周波数分割多重方式(OFDM)　　：fcl×サブキャリア数×1.1

fcl: クロック周波数

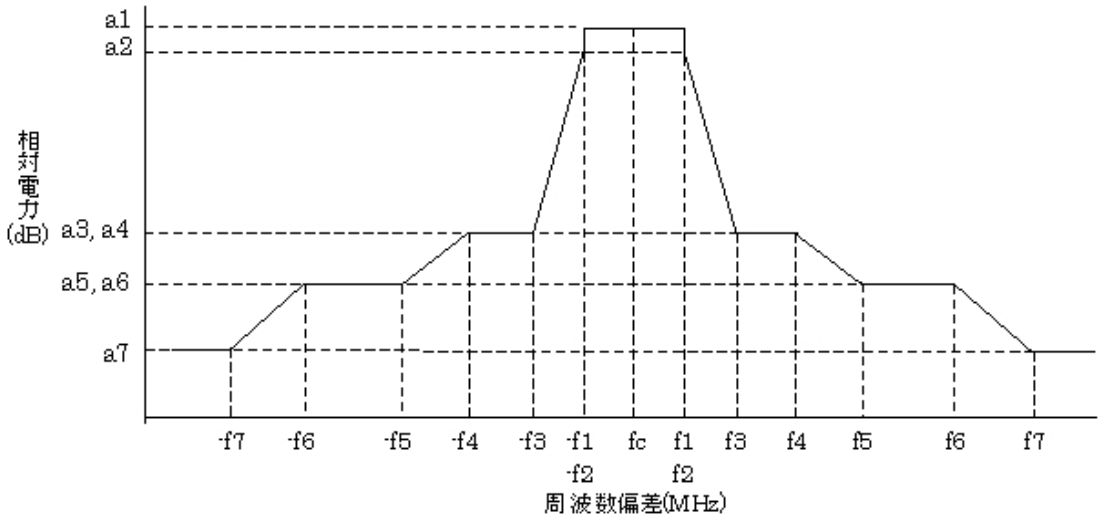
※現行の占有周波数帯幅の許容値以下とする。

注１：40MHz チャネル帯域幅の場合に適用する。

注２：30MHz チャネル帯域幅の場合に適用する。

エ　スペクトルマスク

(ｱ)　6.5/7.5GHz 帯においては、現行の規定どおり以下のとおりとすることが適当である。また、6GHz 帯の 40MHz チャネルについては、6.5/7.5GHz 帯の規定を適用する。

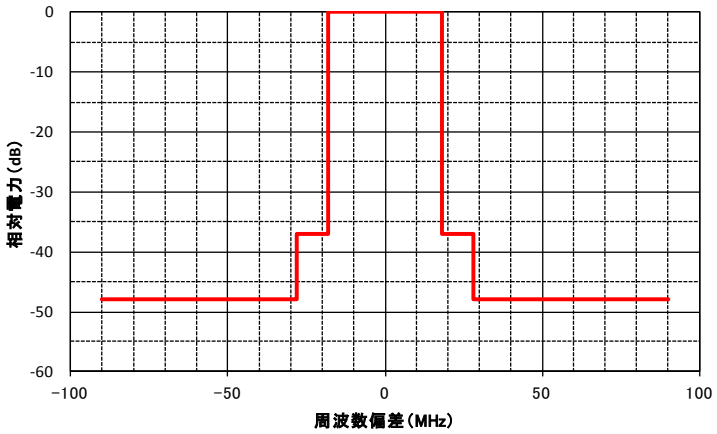


スペクトルマスク基準値

マスク基準点	周波数偏差(MHz)・減衰量(dB)　注													
占有周波数帯幅の許容値	f1MHz	a1dB	f2MHz	a2dB	f3MHz	a3dB	f4MHz	a4dB	f5MHz	a5dB	f6MHz	a6dB	f7MHz	a7dB
2.5MHz	1.25	0	1.25	−6	1.9	−27	2.5	−27	4.25	−45	6.25	−45	20	−60
5MHz	2.5	0	2.5	−6	3.75	−27	5.1	−27	8.5	−45	12.5	−45	20	−65
9.5MHz	5	0	5	−6	7.5	−33	12.3	−33	20.5	−48	25	−48	40	−50
19MHz	10	0	10	−6	15	−33	24.6	−33	41	−48	50	−48	60	−65
28.5MHz	15	0	15	−6	22.5	−33	36.9	−33	61.5	−48	75	−48	90	−50
36.5MHz	20	0	20	−6	30	−36	42.9	−45	71.5	−48	100	−48	120	−60

注　減衰量は、送信ろ波器特性を含めることも可とする。

(ｲ)　5.8/6.4/6.9GHz 帯においては、現行の 5.8/6.4/6.9GHz 帯の番組素材の中継を行う固定局におけるチャネル番号 C8、D1 を使用する場合の送信電力スペクトル規定の 2 チャネル分相当とする。



周波数偏差（MHz）	18	18	28	28	90
相対電力（dB）	0	-37	-37	-48	-48

減衰量は、送信ろ波器特性を含めることも可とする。

オ　スプリアス発射及び不要発射の強度の許容値

5.8/6/6.4/6.5/6.9GHz 帯及び 7.5GHz 帯固定局に関するスプリアス領域における不要発射の強度の許容値及び帯域外領域におけるスプリアス発射の強度の許容値については、現行の無線設備規則に従う。

カ　空中線電力

6GHz 帯においては、現行規格での標準受信入力値の規定に従い特段規定はしない。6.5/7.5GHz 帯においては、現行規格のとおり 2W 以下とする。

また、現行の 5.8/6.4/6.9GHz 帯の放送事業用固定局の規定と同等に 2W 以下とし、回線設計の値から算出される必要最小限の値とする。

キ　空中線電力（平均値）の許容偏差

空中線電力（平均値）の許容偏差は、現行の規定どおり±50%とする。

ク　電波防護指針

電波法施行規則第 21 条の 3（電波の強度に対する安全施設）に従って電波防護の指針に適合するように技術的条件を整備し、アンテナと人体との離隔距離を確保することが必要である。参考資料 5 に最大 EIRP 規格と安全離隔距離との関係を示す。

(3)　受信装置

ア　復調方式

6/6.5/7.5GHz 帯については、現行の規定どおり同期検波方式とする。

5.8/6.4/6.9GHz 帯については、現行の 5.8/6.4/6.9GHz 帯放送事業用固定局の規定に従い、同期検波方式とする。

イ　等価雑音帯域幅及び雑音指数

6/6.5/7.5GHz 帯については、現行の規定どおりとする。

5.8/6.4/6.9GHz 帯については、現行の 6.5/7.5GHz 帯固定局における 30MHz チャネル幅を利用した 128QAM156Mbps 方式の規定を適用する。

ウ　交差偏波識別度補償機能

周波数の有効利用を促進するため、交差偏波識別補償機能(XPIC)を具備している装置については垂直偏波及び水平偏波の同時利用を可能とする。ただし、XPIC を用いない場合においても回線品質を満たす場合にはこの限りではない。

エ　受信入力規定値

現行の規定どおりとする。

オ　副次的に発する電波等の限度

現行の規定どおりとする。

(4)　周波数等

ア　周波数

6/6.5/7.5GHz 帯固定局においては、水平偏波及び垂直偏波の両偏波の同時利用（コチャネル配置）を可能とする。

また、5.8/6.4/6.9GHz 帯に新規導入する 30MHz チャネル幅の周波数は以下のとおりとする。5.8/6.4/6.9GHz 帯の周波数配置で利用する空中線は複数周波数帯共用空中線となるため、現行の放送事業用 5.8/6.4/6.9GHz 帯固定局においてコチャネル配置を行う場合の空中線の交差偏波識別度規定である 38dB 以上を満足することは困難であるため、コチャネル配置による伝送は行わないものとする。

CH 番号	周波数	
	低群	高群
①	5906 MHz(B バンド)	6891 MHz(D バンド)
②	6552 MHz(C バンド)	6927 MHz(D バンド)

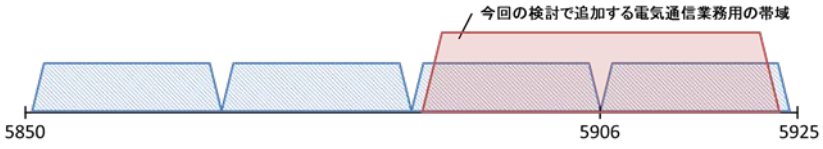


図 3－1　電気通信業務用システムの導入例（5.8GHz 帯）

イ　送信空中線の等価等方輻射電力

6/6.5/7.5GHz 帯固定局における 40MHz チャネルの場合には現行の「64QAM 156M 方式」規格のとおりとし、6.5GHz 帯及び 7.5GHz 帯固定局における 30MHz チャネルの場合には現行の「128QAM 156M 方式」規格のとおりとする。5.8/6.4/6.9GHz 帯に追加される 30MHz チャネルを利用する場合は、現行の 5.8/6.4/6.9GHz 帯の放送事業用の IF 伝送方式を使用する固定局における複数周波数帯共用（C バンド又は D バン

ド/異バンド）の規定を適用し以下のとおりとする。

空中線の放射角	輻射電力の制限値（dBm）
6°≦θ＜70°	81.2-23.9logθ
70°≦θ＜90°	37.2
90°≦θ＜110°	95.7-0.65θ
110°≦θ	24.2

また、静止衛星軌道に対する等価等方輻射電力の制限は、最大輻射方向と対地静止衛星軌道との離角が2度以内の場合には､等価等方輻射電力が35dBW以下とする。

ウ　伝送の質

6/6.5GHz 帯及び 7.5GHz 帯固定局における 40MHz チャネルの場合には現行の「64QAM 156M 方式」規格のとおりとし、6.5GHz 帯及び 7.5GHz 帯固定局における 30MHz チャネルの場合には現行の「128QAM 156M 方式」規格のとおりとする。5.8/6.4/6.9GHz 帯に追加される 30MHz チャネルを利用する場合は、現行の放送事業用固定局と同じとする。

エ　混信保護

6/6.5GHz 帯及び 7.5GHz 帯固定局における 40MHz チャネルの場合には現行の「64QAM 156M 方式」規格のとおりとし、6.5GHz 帯及び 7.5GHz 帯固定局における 30MHz チャネルの場合には現行の「128QAM 156M 方式」規格のとおりとする。5.8/6.4/6.9GHz 帯に追加される 30MHz チャネルを利用する場合は、6.5/7.5GHz 帯の規定を適用するものとする。なお、自動送信電力制御(ATPC)機能を使用する場合には、最大空中線電力[2]時相当をリファレンスとして干渉調整を行う。

なお、自動送信電力制御（ATPC）機能を用いる場合であって、平常時受信入力で使用するときは、他回線から受ける被干渉量が ATPC の補償量分減じられるため留意すること。

また、高次多値変調方式(40MHz チャネル、30MHz チャネル)同士の与干渉・被干渉条件の算出に必要な干渉軽減係数(IRF)の値については、各々0dB(0MHz)とする。

現行の 6.5/7.5GHz 帯固定局における 30MHz チャネル幅を利用した 128QAM156Mbps 方式の規定と同等以下とする。

混信保護値（dB）		
干渉波一波当たりの値（平常時）		全干渉波の総和に対する値（フェージング時）
同一経路	異経路	
50.5	37.5+Fmr	34.3

新規に導入する 30MHz チャネル幅を利用する「高次多値変調方式」と既設の方式との干渉軽減係数（IRF）は参考資料１に示すとおりとする。

[2] 最大空中線電力：標準受信入力設定時の送信電力

(5) アンテナ

ア 送受信空中線特性

現行の 5.8/6.4/6.9GHz 帯の放送事業を行う固定局における複数周波数帯共用(C バンド又は D バンド/異バンド）の規定を適用し以下のとおりとする。

空中線の放射角	絶対利得の最大値 (dBi)
$0° \leqq \theta < 6°$	$47.6-0.475\theta^2$
$6° \leqq \theta < 70°$	$49.1-23.9\log\theta$
$70° \leqq \theta < 90°$	5
$90° \leqq \theta < 110°$	$63.5-0.65\theta$
$110° \leqq \theta$	-8

イ 偏波

現行の 5.8/6.4/6.9GHz 帯の放送事業用固定局の規定と同等に垂直又は水平とする。

3.1.3 回線設計例

6GHz 帯（エントランス回線用）固定局の回線設計例を代表例として参考資料 6 に示す。

3.1.4 測定法

国内で適用されている測定法に準ずることが適当であるが、今後、国際電気標準会議(IEC)等の国際的な動向を踏まえて対応することが望ましい。なお、垂直偏波及び水平偏波等を同時に用いる場合には各偏波ごとのアンテナ測定端子で測定する。

(1) 周波数の偏差

ア アンテナ測定端子付きの場合

無変調の状態で動作させ、指定された周波数に対する偏差の最大値について周波数計を用いて測定する。必要に応じて導波管-同軸変換器を用いて測定を行う。測定点はアンテナ測定端子又は測定用モニタ端子とする。

イ アンテナ測定端子のない場合

アンテナ測定端子がない場合は、一時的に測定用端子を設けてアと同様に測定する。

(2) 占有周波数帯幅

ア アンテナ測定端子付きの場合

通常の変調状態で動作させ、スペクトルアナライザを用いて測定する。測定点はアンテナ測定端子又は測定用モニタ端子とする。使用するパターン発生器は、規定伝送速度に対応した標準符号化試験信号を発生する信号源とする。誤り訂正等を使用している場合には、そのための信号を付加した状態で測定する(内蔵パターン発生器がある場合はこれも使用しても良い)。標準符号化試験信号はランダム性が確保できる信号とする。

イ アンテナ測定端子のない場合

アンテナ測定端子がない場合は、一時的に測定端子を設けてアと同様の状態で測

定する。

(3) スペクトルマスク

ア　アンテナ測定端子付きの場合

通常の変調状態で連続送信として動作させ、スペクトルマスクをスペクトルアナライザを用いて測定する。この場合、スペクトルアナライザの分解能帯域幅は 1MHz として測定し、基準レベルは、分解能帯域幅を 1MHz としたスペクトル分布の最大となる値を 0dB とする。

イ　アンテナ測定端子のない場合

アンテナ測定端子がない場合は、一時的に測定端子を設けてアと同様に測定する。この場合、アンテナ測定端子と一時的に設けた測定用端子の間の損失等を補正する。

(4) スプリアス発射又は不要発射の強度

ア　帯域外領域におけるスプリアス発射の強度

(ｱ)　アンテナ測定端子付きの場合

無変調の状態で動作させ、帯域外領域におけるスプリアス発射の平均電力をスペクトルアナライザを用いて測定する。測定点はアンテナ測定端子とする。

(ｲ)　アンテナ測定端子のない場合

アンテナ測定端子がない場合は、一時的に測定端子を設けて(ｱ)と同様に測定する。この場合、アンテナ測定端子と一時的に設けた測定用端子の間の損失等を補正する。

イ　スプリアス領域における不要発射の強度

(ｱ)　アンテナ測定端子付きの場合

通常の変調状態で動作させ、スプリアス領域における不要発射の強度の平均電力をスペクトルアナライザを用いて測定する。測定点はアンテナ測定端子とする。測定周波数範囲は 30MHz から 26GHz までとし、導波管を用いるものは下限周波数をカットオフ周波数の 0.7 倍とする。ただし、導波管が十分長く技術基準を満たすカットオフ減衰量を得られる場合は、下限周波数をカットオフ周波数とすることができる。

(ｲ)　アンテナ測定端子のない場合

アンテナ測定端子がない場合は、一時的に測定端子を設けて(ｱ)と同様に測定する。この場合、アンテナ測定端子と一時的に設けた測定用端子の間の損失等を補正する。

(5) 空中線電力の偏差

ア　アンテナ測定端子付きの場合

通常の変調の状態で連続送信として動作させ、送信設備の出力電力を電力計又はスペクトルアナライザを用いて測定し、定格出力との偏差を求める。

イ　アンテナ測定端子のない場合

アンテナ測定端子がない場合は、一時的に測定端子を設けてアと同様に測定する。この場合、アンテナ測定端子と一時的に設けた測定用端子の間の損失等を補正する。

(6) 受信設備が副次的に発射する電波

ア　アンテナ測定端子付きの場合

受信状態時に、副次的に発する電波をスペクトルアナライザを用いて測定する。測定点はアンテナ測定端子とし、受信空中線と電気的常数の等しい擬似空中線回路を使用して測定する。

イ　アンテナ測定端子のない場合

アンテナ測定端子がない場合は、一時的に測定端子を設けてアと同様に測定する。この場合、アンテナ測定端子と一時的に設けた測定用端子の間の損失等を補正する。

3.2　6.5GHz/7.5GHz 帯可搬型システムの技術的条件

公共業務用固定局の帯域である 6.5/7.5GHz 帯において、基地局及び陸上移動局の運用を可能とするための技術的条件については本章に記載のとおりとすることが適当である。

3.2.1　一般的条件

(1)　無線周波数帯

公共業務用 6.5GHz 帯（6,570MHz を超え 6,870MHz 以下）及び 7.5GHz 帯（7,425MHz を超え 7,750MHz 以下）を対象とする。

(2) 通信方式

1 対 1 の対向方式とし、2 周波を用いた複信方式とする。

(3) 変調方式

現行の同周波数帯を利用する固定局の規定による 4PSK、16QAM、128QAM を基本とする。変調方式切替は、電波の質及び混信保護に影響を与えない範囲において可能とすることが適当である。

(4) 情報伝送速度

現行の同周波数帯を利用する固定局の規定による伝送速度に準拠する。基地局及び陸上移動局は小型化、省電力化が求められるシステムであるため、コチャネル方式は使用しない。

(5) クロック周波数

フィルタ等の技術進歩により、現行の同周波数帯を利用する固定局の占有周波数帯域幅の規定を変更することなく、現行規定よりクロック周波数を高めることにより大容量化が図れるようになっている。このため、現行の同周波数帯を利用する固定局のクロック周波数の規定は用いず、占有周波数帯幅での規定とし適用するクロック周波数の自由度を高めることが適当である。

(6) 標準受信入力規定値

基地局及び陸上移動局の前提条件としては、回線品質に依らない長距離伝送を可能とする必要があるため、標準受信入力規定は対象外とする。

(7) 割当周波数の使用順位

現行の同周波数帯を利用する固定局の規定による周波数配置に準拠することが適当

である。

(8) 方式名

現行の同周波数帯を利用する固定局の規定に準拠するものとする。また固定局と同様に、追加する方式の名称は「高次多値変調方式」とすることが適当である。

(9) 回線品質

フェージングマージン及び C/N を考慮し、所要受信電力を設定する。空中線電力は所要受信電力を満足するものとする。

なお、6.5/7.5GHz 帯可搬型システムに自動送信電力制御(ATPC)機能を使用する場合、固定局と同様に ATPC の補償電力を加えない平常時受信出力で回線品質を満足することが望ましい。

(10) 他システムとの共用

事前に干渉計算を行った後、免許申請を行うものとする

(11) その他

6.5/7.5GHz 帯可搬型システムについては、迅速な無線局の設置を行えるように技術基準適合証明及び工事設計認証制度が適用できるよう規定の整備を行うことが望ましい。

3.2.2 無線設備の技術的条件

(1) 中継方式

現行の同周波数帯を利用する固定局の規定どおり検波再生中継方式とする。

(2) 送信装置

ア 主信号の情報伝送速度及びクロック周波数

主信号の情報伝送速度及びクロック周波数については、前述の「3.2.1 一般的条件の第(4)項及び第(5)項」に従い特段規定しない。

イ 周波数の許容偏差

現行の同周波数帯を利用する固定局の規定どおりとする。

ウ 占有周波数帯幅の許容値

現行の同周波数帯を利用する固定局の規定に準拠するとともに、高次多値変調方式における占有周波数帯幅の許容値は 28.5MHz 以下とする。

また、直交周波数分割多重方式については、次式により求められる値に従うものとする。

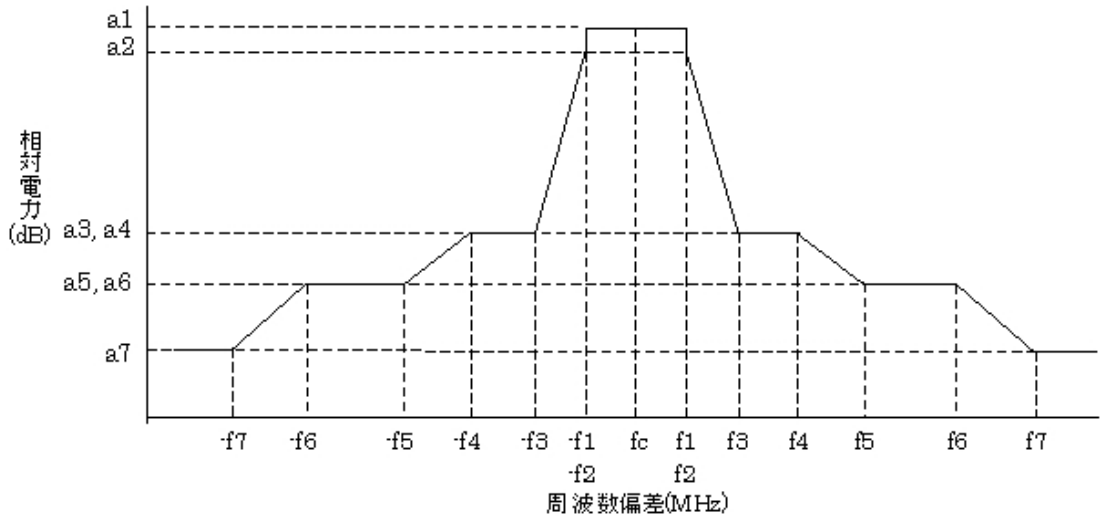
直交周波数分割多重方式(OFDM) ：fcl×サブキャリア数×1.1

fcl: クロック周波数

※現行の占有周波数帯幅の許容値以下とする。

エ スペクトルマスク

現行の同周波数帯を利用する固定局の規定どおり以下のとおりとすることが適当である。



スペクトルマスク基準値

マスク基準点	周波数偏差(MHz)・減衰量(dB)　注													
占有周波数帯幅の許容値	f1MHz	a1dB	f2MHz	a2dB	f3MHz	a3dB	f4MHz	a4dB	f5MHz	a5dB	f6MHz	a6dB	f7MHz	a7dB
2.5MHz	1.25	0	1.25	−6	1.9	−27	2.5	−27	4.25	−45	6.25	−45	20	−60
5MHz	2.5	0	2.5	−6	3.75	−27	5.1	−27	8.5	−45	12.5	−45	20	−65
9.5MHz	5	0	5	−6	7.5	−33	12.3	−33	20.5	−48	25	−48	40	−50
19MHz	10	0	10	−6	15	−33	24.6	−33	41	−48	50	−48	60	−65
28.5MHz	15	0	15	−6	22.5	−33	36.9	−33	61.5	−48	75	−48	90	−50

注　減衰量は、送信ろ波器特性を含めることも可とする。

オ　スプリアス発射及び不要発射の強度の許容値

現行の同周波数帯を利用する固定局の規定どおりとする。

カ　空中線電力

現行の同周波数帯を利用する固定局の規定どおりとする。ただし、所要受信電力を満足するものとする。

なお、異免許人が混在する当該帯域において自動送信電力制御（ATPC）機能を使用する場合、干渉問題の増加を招き周波数利用効率が低下する可能性があるため、考慮が必要である。

キ　空中線電力（平均値）の許容偏差

現行の同周波数帯を利用する固定局の規定（無線設備規則）に従い±50%とする。

ク　電波防護指針

電波法施行規則第 21 条の 3（電波の強度に対する安全施設）に従って電波防護の

指針に適合するように技術的条件を整備し、アンテナと人体との離隔距離を確保することが必要である。参考資料5に最大EIRP規格と安全離隔距離との関係を示す。

(3) 受信装置

ア　復調方式

現行の同周波数帯を利用する固定局の規定どおりとする。

イ　等価雑音帯域幅及び雑音指数

現行の同周波数帯を利用する固定局の規定どおりとする。

ウ　交差偏波識別度補償機能

コチャネル方式は使用しないため、対象外とする。

エ　受信入力規定値

標準受信入力規定は対象外とする。

オ　副次的に発する電波等の限度

現行の同周波数帯を利用する固定局の規定どおりとする。

(4) 周波数等

ア　周波数

水平偏波及び垂直偏波の両偏波の同時利用（コチャネル配置）は使用しないものとする。

イ　送信空中線の等価等方輻射電力

現行の同周波数帯を利用する固定局の規定どおりとする。

ウ　伝送の質

現行の同周波数帯を利用する固定局の規定どおり、6.5/7.5GHz帯固定局における30MHzチャネルの場合には「128QAM 156M方式」の規格とする。

エ　混信保護

現行の同周波数帯を利用する固定局の規定どおり、6.5/7.5GHz帯固定局における30MHzチャネルの場合には「128QAM 156M方式」の規格とする。なお、自動送信電力制御(ATPC)機能を使用する場合には、当該局が送信できる最大電力相当をリファレンスとして干渉調整を行う。

なお、自動送信電力制御（ATPC）を用いる場合であって、平常時受信入力で使用するときは、他回線から受ける被干渉量がATPCの補償量分減じられるため留意すること。

また、高次多値変調方式(30MHzチャネル)同士の与干渉・被干渉条件の算出に必要な干渉軽減係数(IRF)の値については、各々0dB(0MHz)とする。

(5) アンテナ

現行の同周波数帯を利用する固定局の規定どおりとする。

3.2.3　測定法

国内で適用されている測定法に準ずることが適当であるが、今後、国際電気標準会議(IEC)等の国際的な動向を踏まえて対応することが望ましい。

(1) 周波数の偏差

ア　アンテナ測定端子付きの場合

無変調の状態で動作させ、指定された周波数に対する偏差の最大値を周波数計を用いて測定する。必要に応じて導波管-同軸変換器を用いて測定を行う。測定点はアンテナ測定端子又は測定用モニタ端子とする。

イ　アンテナ測定端子のない場合

アンテナ測定端子がない場合は、一時的に測定用端子を設けてアと同様に測定する。

(2) 占有周波数帯幅

ア　アンテナ測定端子付きの場合

通常の変調状態で動作させ、スペクトルアナライザを用いて測定する。測定点はアンテナ測定端子又は測定用モニタ端子とする。使用するパターン発生器は、規定伝送速度に対応した標準符号化試験信号を発生する信号源とする。誤り訂正等を使用している場合には、そのための信号を付加した状態で測定する(内蔵パターン発生器がある場合はこれも使用しても良い)。標準符号化試験信号はランダム性が確保できる信号とする。

イ　アンテナ測定端子のない場合

アンテナ測定端子がない場合は、一時的に測定端子を設けてアと同様の状態で測定する。

(3) スペクトルマスク

ア　アンテナ測定端子付きの場合

通常の変調状態で連続送信として動作させ、スペクトルマスクをスペクトルアナライザを用いて測定する。この場合、スペクトルアナライザの分解能帯域幅は 1MHz として測定し、基準レベルは、分解能帯域幅を 1MHz としたスペクトル分布の最大となる値を 0dB とする。

イ　アンテナ測定端子のない場合

アンテナ測定端子がない場合は、一時的に測定端子を設けてアと同様に測定する。この場合、アンテナ測定端子と一時的に設けた測定用端子の間の損失等を補正する。

(4) スプリアス発射又は不要発射の強度

ア　帯域外領域におけるスプリアス発射の強度

(ｱ)　アンテナ測定端子付きの場合

無変調の状態で動作させ、帯域外領域におけるスプリアス発射の平均電力をスペクトルアナライザを用いて測定する。測定点はアンテナ測定端子とする。

(ｲ)　アンテナ測定端子のない場合

アンテナ測定端子がない場合は､一時的に測定端子を設けて(ｱ)と同様に測定する。この場合、アンテナ測定端子と一時的に設けた測定用端子の間の損失等を補正する。

イ　スプリアス領域における不要発射の強度

(ｱ)　アンテナ測定端子付きの場合

通常の変調状態で動作させ、スプリアス領域における不要発射の強度の平均電力をスペクトルアナライザを用いて測定する。測定点はアンテナ測定端子とする。測定周波数範囲は 30MHz から 26GHz までとし、導波管を用いるものは下限周波数をカットオフ周波数の 0.7 倍とする。ただし、導波管が十分長く技術基準を満たすカットオフ減衰量を得られる場合は、下限周波数をカットオフ周波数とすることができる。

(ｲ)　アンテナ測定端子のない場合

アンテナ測定端子がない場合は、一時的に測定端子を設けて(ｱ)と同様に測定する。この場合、アンテナ測定端子と一時的に設けた測定用端子の間の損失等を補正する。

(5) 空中線電力の偏差

ア　アンテナ測定端子付きの場合

通常の変調の状態で連続送信として動作させ、送信設備の出力電力を電力計又はスペクトルアナライザを用いて測定し、定格出力との偏差を求める。

イ　アンテナ測定端子のない場合

アンテナ測定端子がない場合は、一時的に測定端子を設けてアと同様に測定する。この場合、アンテナ測定端子と一時的に設けた測定用端子の間の損失等を補正する。

(6) 受信設備が副次的に発射する電波

ア　アンテナ測定端子付きの場合

受信状態時に、副次的に発する電波をスペクトルアナライザを用いて測定する。測定点はアンテナ測定端子とし、受信空中線と電気的常数の等しい擬似空中線回路を使用して測定する。

イ　アンテナ測定端子のない場合

アンテナ測定端子がない場合は、一時的に測定端子を設けてアと同様に測定する。この場合、アンテナ測定端子と一時的に設けた測定用端子の間の損失等を補正する。

別表１

情報通信審議会　情報通信技術分科会　陸上無線通信委員会　構成員

氏　名		所　属
主査 委員	安藤　真	東京工業大学　理事・副学長（研究担当）　産学連携推進本部長
主査代理 専門委員	矢野　博之	国立研究開発法人　情報通信研究機構　ワイヤレスネットワーク研究所　所長
専門委員	飯塚　留美	(一財)マルチメディア振興センター 電波利用調査部 研究主幹
〃	伊藤　数子	特定非営利活動法人 STAND　代表理事
〃	大寺　廣幸	(一社)日本民間放送連盟　常勤顧問
〃	小笠原　守	日本電信電話(株)　技術企画部門　電波室長
〃	加治佐 俊一	日本マイクロソフト(株)　兼 マイクロソフトディベロップメント(株)　技術顧問
〃	川嶋　弘尚	慶應義塾大学 名誉教授
〃	菊井　勉	(一社)全国陸上無線協会 常務理事・事務局長
〃	河野　隆二	横浜国立大学大学院 工学研究院 教授　兼　同大学未来情報通信医療社会基盤センター長
〃	小林　久美子	日本無線(株) 研究開発本部 研究所 ネットワークフロンティア チームリーダ
〃	斉藤　知弘	日本放送協会 放送技術研究所 伝送システム研究部長
〃	玉眞　博義	(一社)日本アマチュア無線連盟 専務理事
〃	本多　美雄	欧州ビジネス協会 電気通信機器委員会 委員長
〃	松尾　綾子	(株)東芝 研究開発センター ワイヤレスシステムラボラトリー 研究主務
〃	三谷　政昭	東京電機大学　工学部情報通信工学科　教授
委員	森川　博之	東京大学 先端科学技術研究センター 教授
専門委員	矢野　由紀子	日本電気(株)クラウドシステム研究所 シニアエキスパート
〃	若尾　正義	元(一社)電波産業会 専務理事

別表２

情報通信審議会　情報通信技術分科会　陸上無線通信委員会
基幹系無線システム作業班　構成員（敬称略：主任以外は五十音順）

氏　名	所　属
【主任】三谷　政昭	東京電機大学　工学部　情報通信工学科　教授（第７回）
唐沢　好男	電気通信大学　大学院情報理工学研究科　教授（第１回～第６回）
飯塚　正孝	日本電信電話(株)　アクセスサービスシステム研究所　主幹研究員
拮石　康博	KDDI（株）　電波部　企画・制度グループ　マネージャー（第１回～第６回）
伊藤　泰成	KDDI（株）　電波部　企画・制度グループ　マネージャー（第７回）
井野　年勝	富士通（株）ネットワークプロダクト事業本部　グローバルアクセス事業部 シニアマネージャー
植田　和典	日本電気(株)　消防・防災ソリューション事業部　シニアエキスパート
江場　健司	電気事業連合会　情報通信部　副部長
岡田　良教	電気興業(株)　技術開発統括部　電気通信開発部　IP システム課　課長
中川　永伸	(一財)テレコムエンジニアリングセンター　企画・技術部門 技術グループ　担当部長（第１回～第６回）
小竹　信幸	(一財)テレコムエンジニアリングセンター　企画・技術部門 技術グループ　担当部長（第７回）
小山　祐一	ソフトバンクモバイル(株)　技術第二統括　アクセスソリューション本部 モバイル伝送ネットワーク部　部長
筧　雅光	(株)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 モバイル設計部　担当部長
笠松　章史	国立研究開発法人　情報通信研究機構　未来 ICT 研究所　超高周波 ICT 研究室　室長
川上　明夫	東京都　総務局　総合防災部　防災通信課　無線係　係長（第１回～第６回）
岸　博之	東京都　総務局　総合防災部　防災通信課　無線係　統括課長代理（第７回）
佐藤　英樹	ノキアソリューションズ＆ネットワークス(株) RAN 技術本部　ソリューションマネージャー
鈴木　健児	日本放送協会　技術局　送受信技術センター　放送網施設部　副部長
渡来　祐一	日本無線(株)　通信機器技術部　課長
重野　誉敬	警察庁　情報通信局　通信施設課　課長補佐（第１回～第５回）
橋本　昌史	警察庁　情報通信局　通信施設課　課長補佐（第６回～第７回）
伊藤　泰成	UQ コミュニケーションズ(株)　渉外部　渉外グル―プ　課長（第１回～第６回）
拮石　康博	UQ コミュニケーションズ(株)　渉外部　渉外グル―プ グループマネージャー（第７回）
野村　一郎	国土交通省　大臣官房　技術調査課　課長補佐（第１回～第３回）
平川　洋	国土交通省　大臣官房　技術調査課　課長補佐（第４回～第７回）
福本　史郎	ワイモバイル(株)　渉外室　課長（第１回～第５回）
大山　真澄	ワイモバイル(株)　渉外室　企画第一部（第６回）
藤井　康之	(株)東芝　府中コミュニティ・ソリューション工場　放送・ネットワークシステム部 通信システム機器設計担当　参事
松田　和敏	(一社)電波産業会　利用促進部　主任研究員
村上　信高	(株)TBS テレビ　技術局　報道技術部
山崎　高日子	三菱電機(株)　通信システム事業本部　通信システムエンジニアリングセンター 技術担当部長

参考資料１：放送事業用無線システム技術的条件

１　ARIB 標準規格

STL/TTL/TSL 及び FPU の ARIB 標準規格一覧を表 1 に示す。

表 1　STL/TTL/TSL 及び FPU の ARIB 標準規格一覧

用途	帯域	変調方式	ARIB 標準規格
地上デジタルテレビ STL/TTL	マイクロ波帯	QAM OFDM	「地上デジタル放送用デジタル STL/TTL 伝送方式」 ARIB STD-B22
TSL	マイクロ波帯	QPSK QAM	「テレビジョン放送番組素材伝送用固定形マイクロ波帯デジタル無線伝送システム」 ARIB STD-B12
FPU	800MHz 及び マイクロ波帯	多値 FM	「テレビジョン放送番組素材伝送用多値 FM 変調方式」 ARIB STD-B8
		OFDM	「テレビジョン放送番組素材伝送用可搬形 OFDM 方式デジタル無線伝送システム」 ARIB STD-B33
	マイクロ波帯	QPSK QAM	「テレビジョン放送番組素材伝送用可搬形マイクロ波帯デジタル無線伝送システム」 ARIB STD-B11

２　回線諸元

放送事業用無線システムの主な回線諸元を表 2、表 3、表 4 及び表 5 に示す。

B/C/D/M/N バンドを使用する場合にはおいては、1 区間の回線距離は概ね 10km から 60km 程度で構築している。

表 2　地上テレビジョン放送用 STL/TTL 回線の主な回線諸元

方式	TS 方式	IF 方式
空中線電力[W]	2※1	
隣接周波数間隔[MHz]	9（B/C/D バンド）、10（M/N バンド）※2	
偏波	直線偏波（水平又は垂直）	
占有周波数帯幅[MHz]	7.6 以下	5.7 以下※3
標準受信入力[dBm]	-58.5+Fmr/2※4	
最大受信入力[dBm]	-36	
混信保護[dB]（干渉波 1 波あたり）	同一経路　39 異経路　35+Fmr	同一経路　49.5 異経路　53.5+F※5
混信保護[dB]（全干渉波の総和に対する値）	30.5	45

※1　伝搬路条件により最大 4W
※2　IF 方式は 9（B/C/D）のみ
※3　SC（サービスチャンネル）信号は 110kHz 以下
※4　Fmr：所要フェージングマージン
※5　F：差動フェージングマージンを考慮した補正値

表 3　TSL 回線の主な回線諸元

空中線電力[W]	1
隣接周波数間隔[MHz]	18（B/C/D バンド）、20（M/N バンド）※2
偏波	直線偏波（水平又は垂直）
占有周波数帯幅[MHz]	16.2 以下
標準受信入力[dBm]	-58.5+Fmr/2
最大受信入力[dBm]	-36
混信保護[dB]（干渉波 1 波あたり）	同一経路　32.3 異経路　30+Fmr
混信保護[dB]（全干渉波の総和に対する値）	25

表 4　音声放送用 STL/TTL 回線の主な回線諸元

空中線電力[W]	2
隣接周波数間隔[kHz]	500
偏波	原則として垂直偏波
占有周波数帯幅[kHz]	350 以下
標準受信入力[dBm]	-65.5+Fmr/2
最大受信入力[dBm]	-36
混信保護[dB]（干渉波 1 波あたり）	同一経路　39 異経路　35+Fmr
混信保護[dB]（全干渉波の総和に対する値）	30.5

表 5　監視/制御回線用の主な回線諸元

空中線電力[W]	2
隣接周波数間隔[kHz]	250
偏波	原則として垂直偏波
占有周波数帯幅[kHz]	100 以下
標準受信入力[dBm]	-66.5+Fmr/2
最大受信入力[dBm]	-36
混信保護[dB]（干渉波 1 波あたり）	同一経路　39 異経路　35+Fmr
混信保護[dB]（全干渉波の総和に対する値）	30.5

３　雑音配分について

STL/TTL 回線でも電気通信事業用等の固定回線と同様に、BER(Bit Error Rate)の値が 10^-4 において雑音配分が規定されている。

STL/TTL 回線では、TS 伝送方式、IF 伝送方式の 2 つの方式について、TSL については 1 種類の雑音配分が規定されている。

雑音配分の例を図 1、図 2 に示す。図 2 は IF 伝送方式のものであるが、非再生中継であることから、多段中継のネットワークを構築している放送システム全体の雑音から決まるとされている。

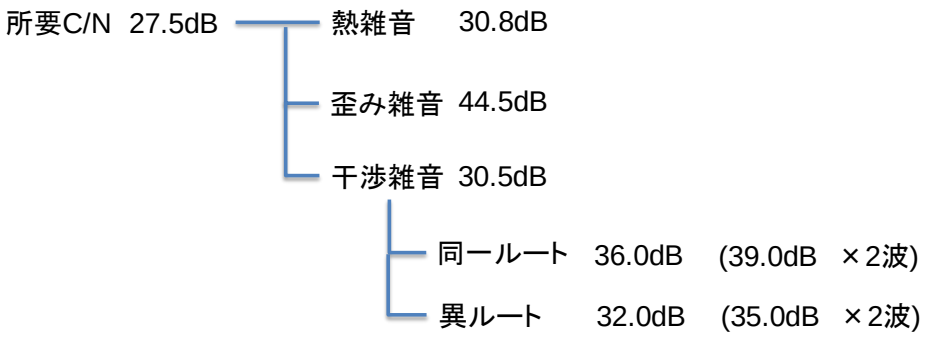
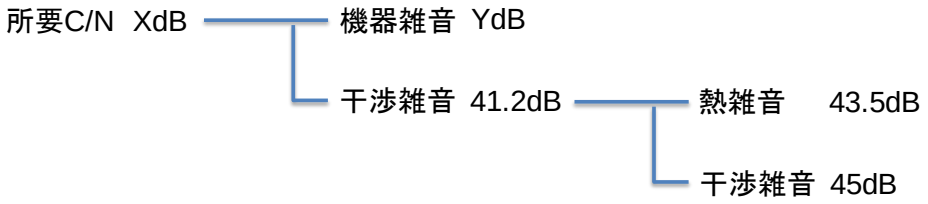


図 1　TS 伝送方式の雑音配分



※X、Y の値は放送システム全体の雑音から決まる

図 2　IF 伝送方式の雑音配分（従属同期のうち低雑音方式の場合）

4　放送事業用帯域での共用

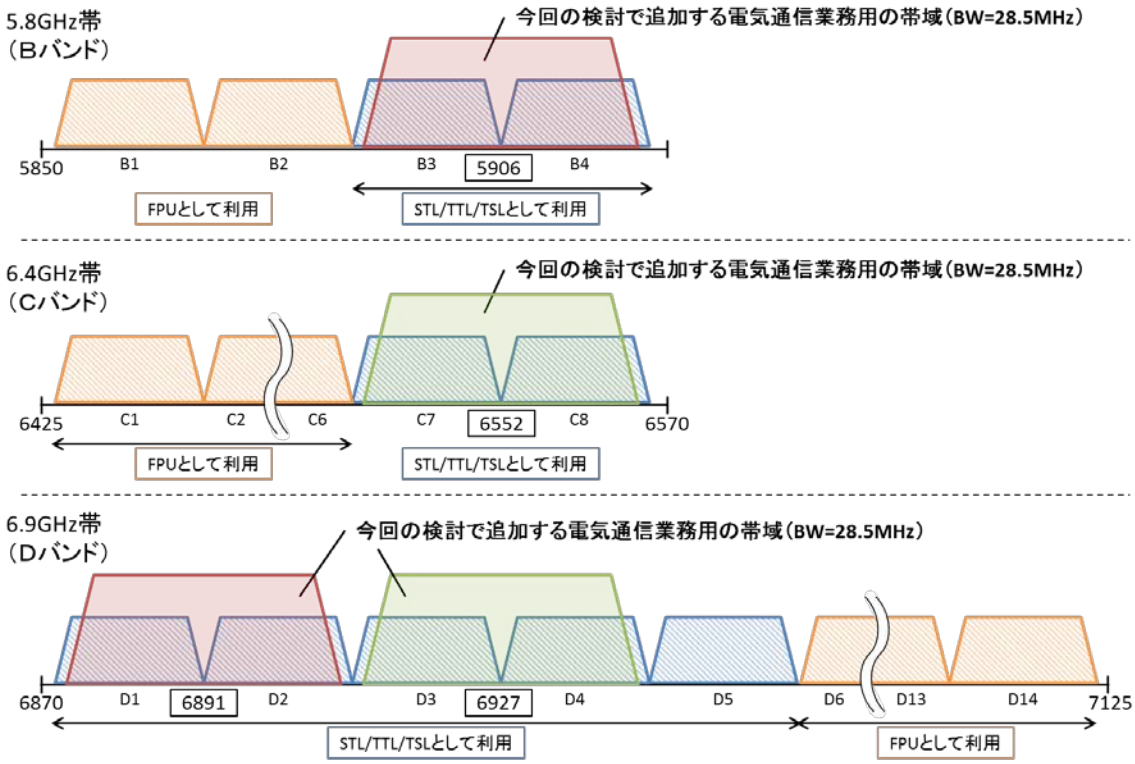


図 3　チャネル配置

５　干渉軽減係数（IRF）

30MHz チャネル幅を利用する「電気通信業務用高次多値変調方式」と「放送事業用の各方式」との干渉軽減係数（IRF）は原則次のとおりとする。

なお、電気通信業務用高次多値変調方式を新たに導入される際には実機による IRF 値の検証を行い、その上で必要が生じれば見直しを図ることが必要と考える。

(1)　高次多値変調方式と既存方式との IRF について

B/C/D バンドに新規に導入する電気通信業務用高次多値変調方式と既存の他方式との干渉軽減係数（IRF）は、現時点では高次多値変調方式の実機による検証を行うことができないことから、既存の方式に対して影響が無いように、以下の方針に従って設定した値とする

IRF 値の設定方針

① 干渉波を 1 つの既存方式に固定し、希望波が既存方式のときの全ての組合せにおいて､隣接チャネルの IRF の中で一番小さい値を高次多値変調方式が希望波のときの IRF とする。

② 希望波を 1 つの既存方式に固定し、干渉波が既存方式のときの全ての組合せにおいて､隣接チャネルの IRF の中で一番大きい値を高次多値変調方式が干渉波のときの IRF とする。

実施例として、TS 伝送方式が干渉波又は希望波の場合を図 4 に示す。

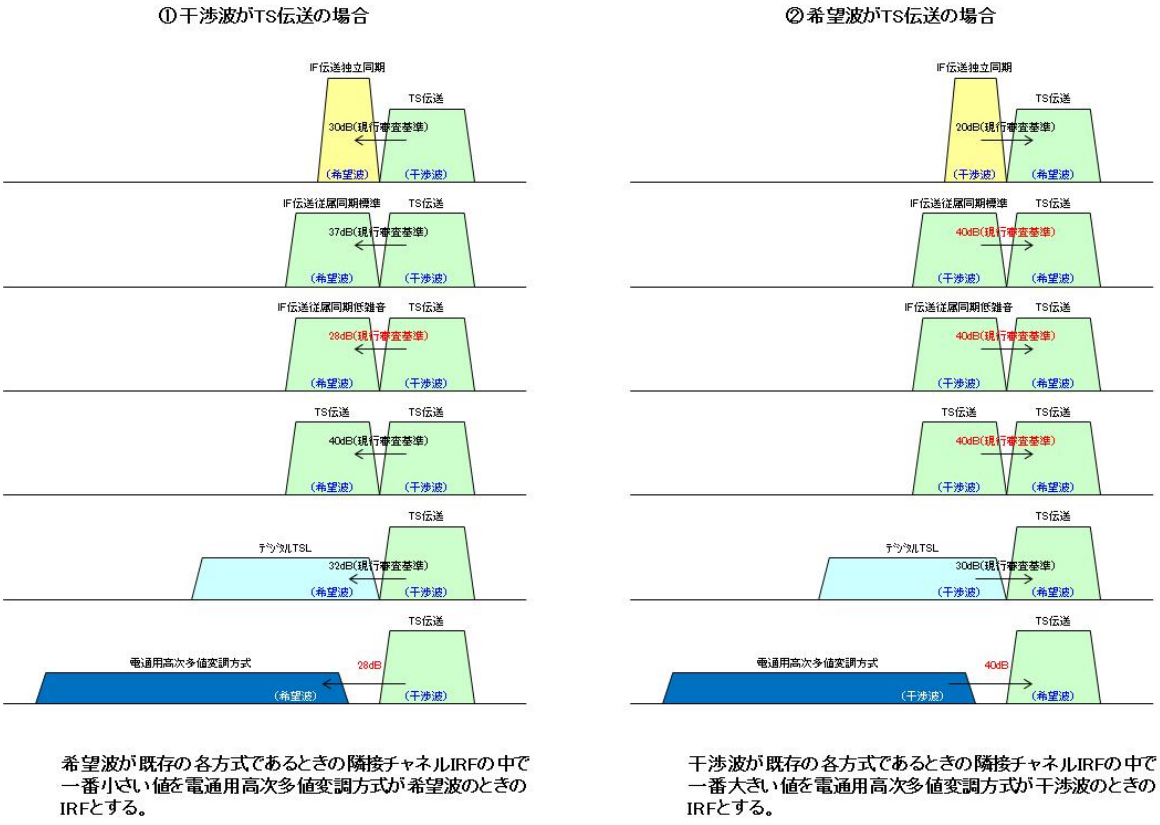


図 4　IRF の設定例

(2)　B/C/D バンド内における干渉軽減係数

B/C/D バンドに導入する高次多値変調方式と他方式とのチャネル配置関係を図 5 に、IRF を表 6 及び表 7 に示す。

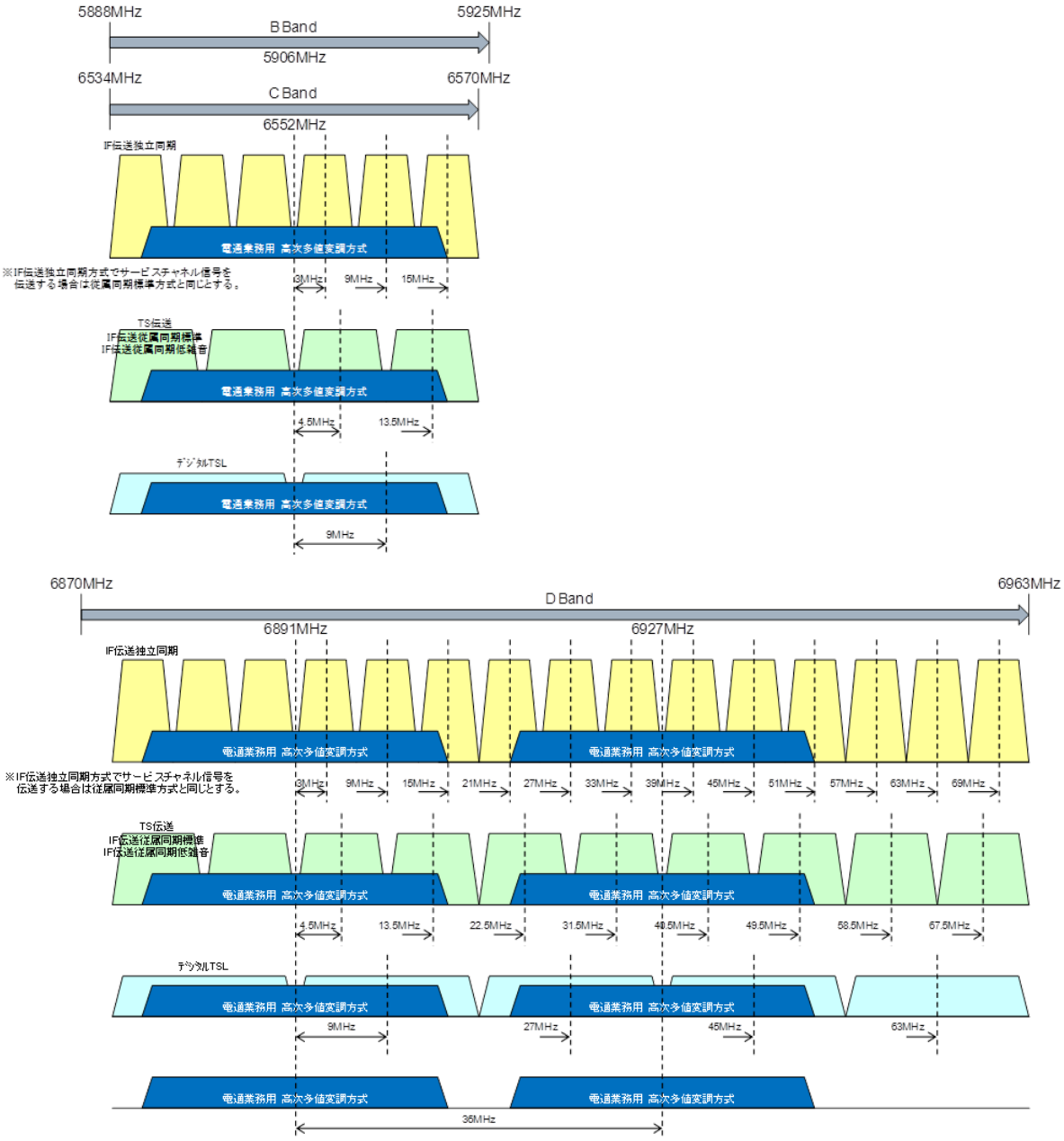


図 5　B/C/D バンド内における高次多値変調方式と他方式とのチャネル配置関係

表 6　B/C/D バンド内における高次多値変調方式と他方式との IRF
（放送事業用回線の送信機にろ波器を装備する場合）

希望波	干渉波	干渉軽減係数 IRF [dB] 周波数差 [MHz]											
		3	9	15	21	27	33	39	45	51			
電通業務用高次多値変調方式	IF伝送独立同期(送信ろ波器あり)	0	0	0	0	46	56	66	74	－			
IF伝送独立同期	電通業務用高次多値変調方式	0	0	0	45	50	59	69	78	80			

希望波	干渉波	干渉軽減係数 IRF [dB] 周波数差 [MHz]											
		4.5	13.5	22.5	31.5	40.5	49.5						
電通業務用高次多値変調方式	IF伝送従属同期標準(送信ろ波器あり)	0	0	30	57	71	80						
IF伝送従属同期標準	電通業務用高次多値変調方式	0	0	47	59	74	80						

希望波	干渉波	干渉軽減係数 IRF [dB] 周波数差 [MHz]											
		4.5	13.5	22.5	31.5	40.5	49.5						
電通業務用高次多値変調方式	IF伝送従属同期低雑音(送信ろ波器あり)	0	0	25	57	71	80						
IF伝送従属同期低雑音	電通業務用高次多値変調方式	0	0	36	54	69	79						

希望波	干渉波	干渉軽減係数 IRF [dB] 周波数差 [MHz]											
		4.5	13.5	22.5	31.5	40.5	49.5						
電通業務用高次多値変調方式	TS伝送(送信ろ波器あり)	0	0	28	49	66	79						
TS伝送	電通業務用高次多値変調方式	0	0	40	54	68	79						

希望波	干渉波	干渉軽減係数 IRF [dB] 周波数差 [MHz]											
		9	27	45									
電通業務用高次多値変調方式	ﾃﾞｼﾞﾀﾙTSL(送信ろ波器あり)	0	30	66									
ﾃﾞｼﾞﾀﾙTSL	電通業務用高次多値変調方式	0	45	80									

表 7　B/C/D バンド内における高次多値変調方式と他方式との IRF
（放送事業用回線の送信機にろ波器を装備しない場合）

希望波	干渉波	干渉軽減係数 IRF [dB] 周波数差 [MHz]											
		3	9	15	21	27	33	39	45	51			
電通業務用高次多値変調方式	IF伝送独立同期(送信ろ波器なし)	0	0	0	0	43	45	50	53	－			
IF伝送独立同期	電通業務用高次多値変調方式	0	0	0	45	50	50	54	58	60			

希望波	干渉波	干渉軽減係数 IRF [dB] 周波数差 [MHz]											
		4.5	13.5	22.5	31.5	40.5	49.5						
電通業務用高次多値変調方式	IF伝送従属同期標準(送信ろ波器なし)	0	0	30	50	55	59						
IF伝送従属同期標準	電通業務用高次多値変調方式	0	0	47	50	56	60						

希望波	干渉波	干渉軽減係数 IRF [dB] 周波数差 [MHz]											
		4.5	13.5	22.5	31.5	40.5	49.5						
電通業務用高次多値変調方式	IF伝送従属同期低雑音(送信ろ波器なし)	0	0	25	50	55	59						
IF伝送従属同期低雑音	電通業務用高次多値変調方式	0	0	36	45	51	55						

希望波	干渉波	干渉軽減係数 IRF [dB] 周波数差 [MHz]											
		4.5	13.5	22.5	31.5	40.5	49.5						
電通業務用高次多値変調方式	TS伝送(送信ろ波器なし)	0	0	28	40	48	55						
TS伝送	電通業務用高次多値変調方式	0	0	40	50	55	60						

希望波	干渉波	干渉軽減係数 IRF [dB] 周波数差 [MHz]											
		9	27	45									
電通業務用高次多値変調方式	ﾃﾞｼﾞﾀﾙTSL(送信ろ波器なし)	0	5	44									
ﾃﾞｼﾞﾀﾙTSL	電通業務用高次多値変調方式	0	32	52									

なお、D バンドにおける隣接する高次多値変調方式間の IRF は、M バンドにおける 128QAM156Mbps 方式の隣接チャネル IRF とし、表 8 に示す。

表 8　高次多値変調方式間の IRF

希望波	干渉波	干渉軽減係数 IRF [dB] 周波数差 [MHz]											
		36											
電通業務用高次多値変調方式	電通業務用高次多値変調方式	32											

(3)　C バンドと M バンド間における干渉軽減係数

C バンドに導入する高次多値変調方式と M バンドの他方式とのチャネル配置関係を図 6 に、IRF を表 9 に示す。

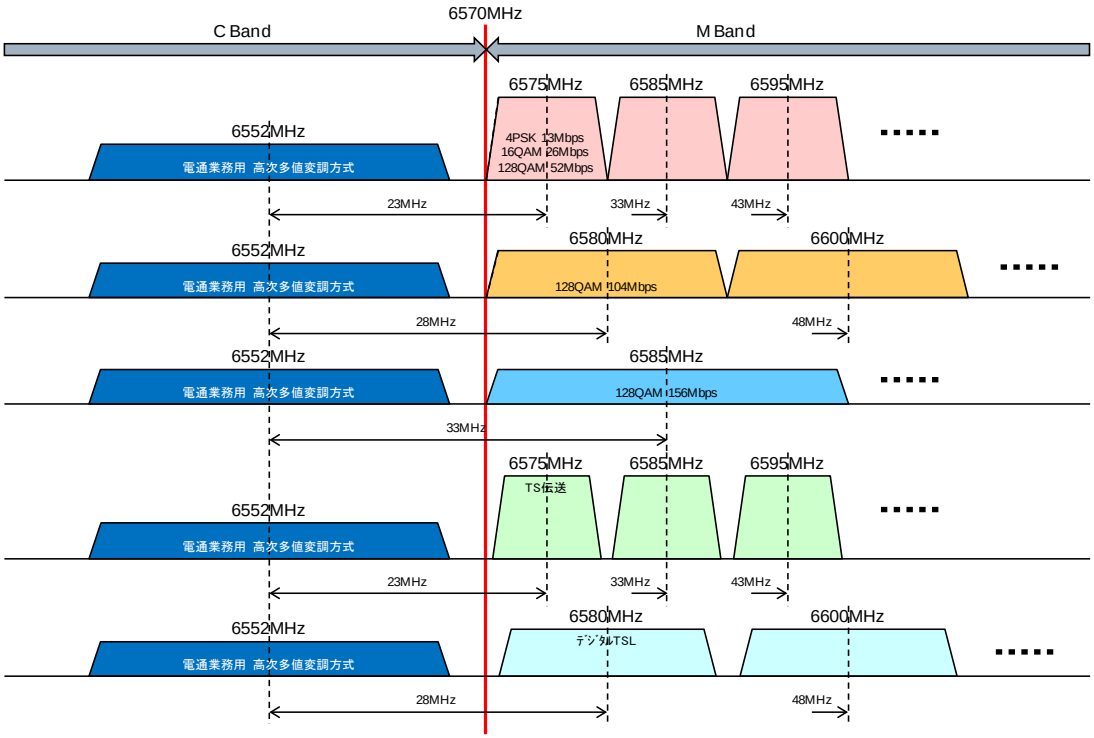


図 6　C バンド高次多値変調方式と M バンド他方式とのチャネル配置関係

表 9　C バンド高次多値変調方式と M バンド他方式との IRF

希望波	干渉波	干渉軽減係数 IRF [dB] 周波数差 [MHz]											
		23	33	43									
電通業務用高次多値変調方式	4PSK 13Mbps	3	52	80									
4PSK 13Mbps	電通業務用高次多値変調方式	39	58	80									

希望波	干渉波	干渉軽減係数 IRF [dB] 周波数差 [MHz]											
		23	33	43									
電通業務用高次多値変調方式	16QAM 26Mbps	3	52	74									
16QAM 26Mbps	電通業務用高次多値変調方式	38	58	80									

希望波	干渉波	干渉軽減係数 IRF [dB] 周波数差 [MHz]											
		23	33	43									
電通業務用高次多値変調方式	128QAM 52Mbps	4	68	75									
128QAM 52Mbps	電通業務用高次多値変調方式	32	74	80									

希望波	干渉波	干渉軽減係数 IRF [dB] 周波数差 [MHz]											
		28	48										
電通業務用高次多値変調方式	128QAM 104Mbps	3	–										
128QAM 104Mbps	電通業務用高次多値変調方式	40	65										

希望波	干渉波	干渉軽減係数 IRF [dB] 周波数差 [MHz]											
		33	63										
電通業務用高次多値変調方式	128QAM 156Mbps	10	80										
128QAM 156Mbps	電通業務用高次多値変調方式	31	80										

希望波	干渉波	干渉軽減係数 IRF [dB] 周波数差 [MHz]											
		23	33	43									
電通業務用高次多値変調方式	TS伝送（送信ろ波器あり）	26	52	76									
TS伝送	電通業務用高次多値変調方式	45	75	80									

希望波	干渉波	干渉軽減係数 IRF [dB] 周波数差 [MHz]											
		28											
電通業務用高次多値変調方式	デジタルTSL（送信ろ波器あり）	5											
ﾃﾞｼﾞﾀﾙTSL	電通業務用高次多値変調方式	50											

(4)　M バンドと D バンド間における干渉軽減係数

D バンドに導入する高次多値変調方式と M バンドの公共/一般/電気通信業務用他方式とのチャネル配置関係を図 7 に、IRF を表 10 に示す。

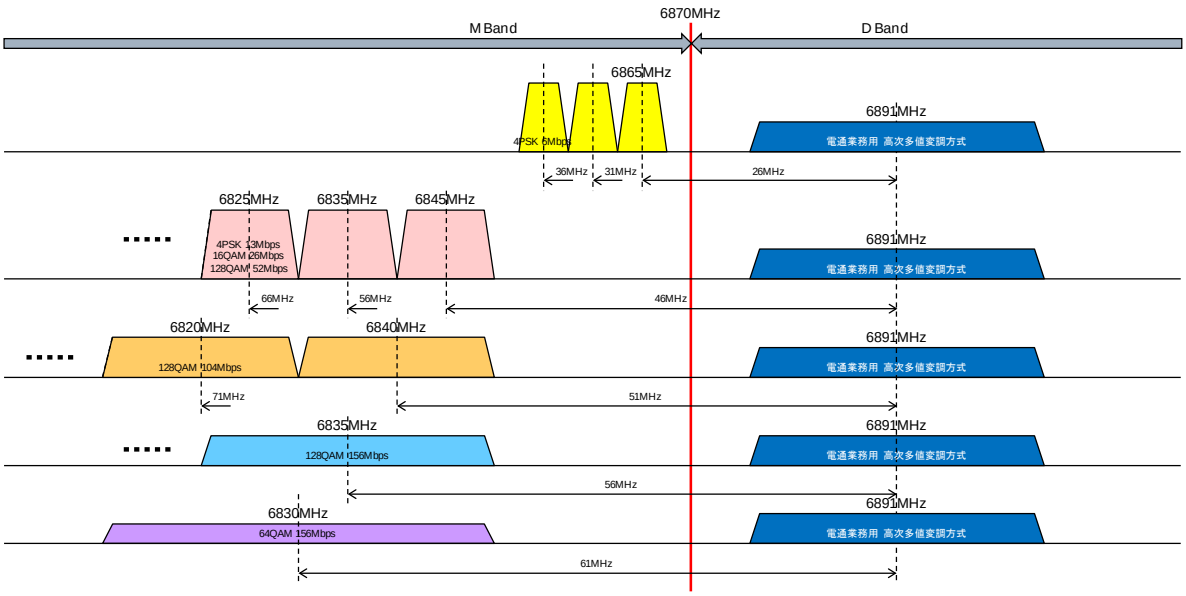


図 7　D バンド高次多値変調方式と M バンド公共/一般/電気通信業務用他方式とのチャネル配置関係

表 10　D バンド高次多値変調方式と M バンド公共/一般/電気通信業務用他方式との IRF

希望波	干渉波	干渉軽減係数 IRF [dB] 周波数差 [MHz]											
		26	31	36									
電通業務用高次多値変調方式	4PSK 6Mbps	51	72	80									
4PSK 6Mbps	電通業務用高次多値変調方式	65	80	80									

希望波	干渉波	干渉軽減係数 IRF [dB] 周波数差 [MHz]											
		46											
電通業務用高次多値変調方式	4PSK 13Mbps	80											
4PSK 13Mbps	電通業務用高次多値変調方式	80											

希望波	干渉波	干渉軽減係数 IRF [dB] 周波数差 [MHz]											
		46											
電通業務用高次多値変調方式	16QAM 26Mbps	80											
16QAM 26Mbps	電通業務用高次多値変調方式	80											

希望波	干渉波	干渉軽減係数 IRF [dB] 周波数差 [MHz]											
		46											
電通業務用高次多値変調方式	128QAM 52Mbps	80											
128QAM 52Mbps	電通業務用高次多値変調方式	80											

希望波	干渉波	干渉軽減係数 IRF [dB] 周波数差 [MHz]											
		51											
電通業務用高次多値変調方式	128QAM 104Mbps	–											
128QAM 104Mbps	電通業務用高次多値変調方式	–											

希望波	干渉波	干渉軽減係数 IRF [dB] 周波数差 [MHz]											
		56											
電通業務用高次多値変調方式	128QAM 156Mbps	80											
128QAM 156Mbps	電通業務用高次多値変調方式	74											

希望波	干渉波	干渉軽減係数 IRF [dB] 周波数差 [MHz]											
		61											
電通業務用高次多値変調方式	64QAM 156Mbps	68											
64QAM 156Mbps	電通業務用高次多値変調方式	62											

また、Dバンドに導入する高次多値変調方式とMバンドの放送事業用他方式とのチャネル配置関係を図8に、IRFを表11に示す。

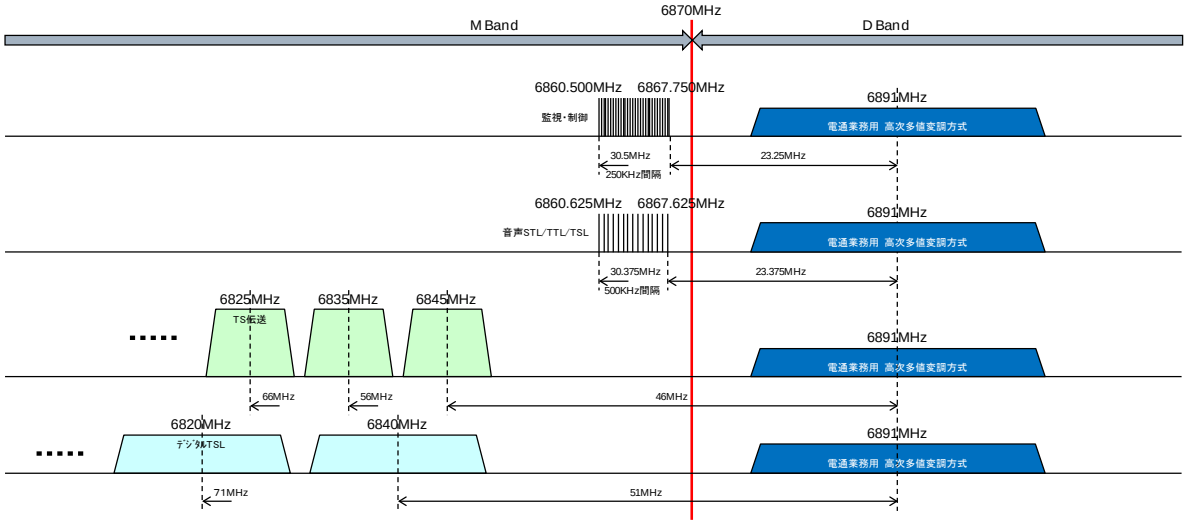


図8　Dバンド高次多値変調方式とMバンド放送事業用他方式とのチャネル配置関係

表11　Dバンド高次多値変調方式とMバンド放送事業用他方式とのIRF

希望波	干渉波	干渉軽減係数 IRF [dB]										
		周波数差 [MHz]										
		23.25	23.5	23.75	24	24.25	24.5	24.75	25	25.25	25.5	25.75	26
電通業務用高次多値変調方式	監視・制御	41	43	44	46	47	49	50	51	52	53	54	55
監視・制御	電通業務用高次多値変調方式	68	68	68	69	69	69	69	70	71	71	72	72
		周波数差 [MHz]										
		26.25	26.5	26.75	27	27.25	27.5	27.75	28	28.25	28.5	28.75	29
電通業務用高次多値変調方式	監視・制御	56	57	58	59	60	61	63	64	64	65	66	66
監視・制御	電通業務用高次多値変調方式	73	74	75	76	－	－	－	－	－	－	－	－
		29.25	29.5	29.75	30	30.25	30.5						
電通業務用高次多値変調方式	監視・制御	66	67	68	69	70	71						
監視・制御	電通業務用高次多値変調方式	－	－	－	－	－	－						

希望波	干渉波	干渉軽減係数 IRF [dB]										
		周波数差 [MHz]										
		23.375	23.875	24.375	24.875	25.375	25.875	26.375	26.875	27.375	27.875	28.375	28.875
電通業務用高次多値変調方式	音声STL/TTL/TSL(64QAM)	43	47	50	52	55	57	59	61	63	65	67	68
電通業務用高次多値変調方式	音声STL/TTL/TSL(4PSK)	44	47	50	52	55	57	59	61	63	65	67	68
音声STL/TTL/TSL(64QAM)	電通業務用高次多値変調方式	65	66	66	66	67	68	70	74	76	78	79	80
音声STL/TTL/TSL(4PSK)	電通業務用高次多値変調方式	78	79	79	79	80	80	80	80	80	80	80	80
		周波数差 [MHz]										
		29.375	29.875	30.375									
電通業務用高次多値変調方式	音声STL/TTL/TSL(64QAM)	70	71	72									
電通業務用高次多値変調方式	音声STL/TTL/TSL(4PSK)	70	71	72									
音声STL/TTL/TSL(64QAM)	電通業務用高次多値変調方式	－	－	－									
音声STL/TTL/TSL(4PSK)	電通業務用高次多値変調方式	－	－	－									

希望波	干渉波	干渉軽減係数 IRF [dB]										
		周波数差 [MHz]										
		46										
電通業務用高次多値変調方式	TS伝送(送信ろ波器あり)	72										
TS伝送	電通業務用高次多値変調方式	70										

希望波	干渉波	干渉軽減係数 IRF [dB]										
		周波数差 [MHz]										
		51										
電通業務用高次多値変調方式	ﾃﾞｼﾞﾀﾙTSL(送信ろ波器あり)	72										
ﾃﾞｼﾞﾀﾙTSL	電通業務用高次多値変調方式	80										

※　表内の「－」は、周波数差が大きいために現行審査基準には規定がないものである。

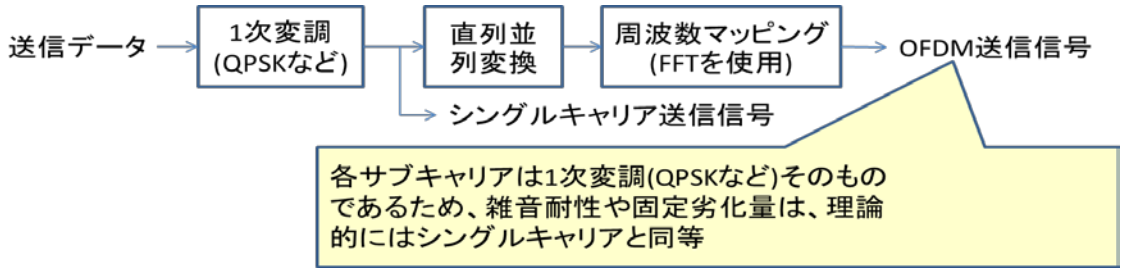
参考資料２：直交周波数分割多重方式（OFDM）導入に関しての補足資料

１　OFDM の雑音耐性と固定劣化量

(1)　OFDM は多数のシングルキャリアを効率よく並べただけであるため、理論的な雑音耐性はシングルキャリアと同等である(16QAM あるいはそれ以上の多値変調を用いた場合も同じ)。

(2)　OFDM 送受信装置を具現化する場合に考慮すべき固定劣化量も、理論的にはシングルキャリアと同等である(Guard Interval(GI)によってタイミング誤差やアナログ回路の群遅延偏差等の吸収が可能なためシングルキャリアより有利になる可能性もある)。

(3)　このため、雑音耐性と固定劣化量の観点からは、今回の検討結果は、原理的に OFDM の適用に支障はないと考えられる。



２　OFDM のスペクトル

(1)　OFDM は既に地上波デジタル放送(地デジ)、LTE、無線 LAN（WiFi）などに用いられており、厳しいスペクトルマスクの中で運用されている(図１に地デジのスペクトルマスクの例を示す)。

(2)　OFDM では、シンボル間の不連続点にランピング処理を行うことによって、ベースバンドでの帯域制限が容易にできるため、規定されたマスクに収めることは容易である(図２にイメージを示す)。

(3)　OFDM では、使用するサブキャリア数を調整することによって占有帯域幅を容易に変更できるため、規定されたマスクに応じた占有帯域幅の調整は容易である。

(4)　このため、スペクトルの観点からも、今回の検討結果は、原理的に OFDM の適用に支障はないと考えられる。

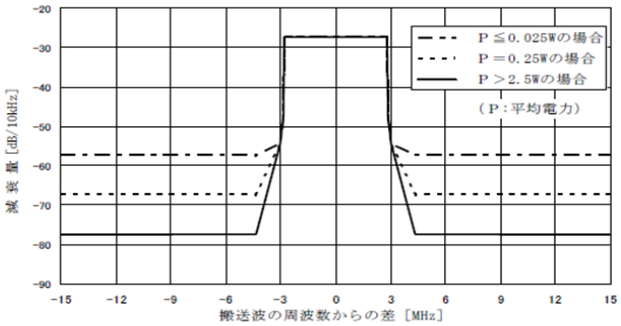


図 4-1　地上デジタルテレビジョン放送の送信スペクトルマスク

表 4-1　送信スペクトルマスクのブレークポイント

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)	規定の種類
±2.79	−27.4	上限
±2.86	−47.4	上限
±3.00	−54.4	上限
±4.36	−77.4*1*2	上限

(ARIB STD-B31)から転載

図１　地デジのスペクトルマスク：地上デジタルテレビジョン放送の伝送方式

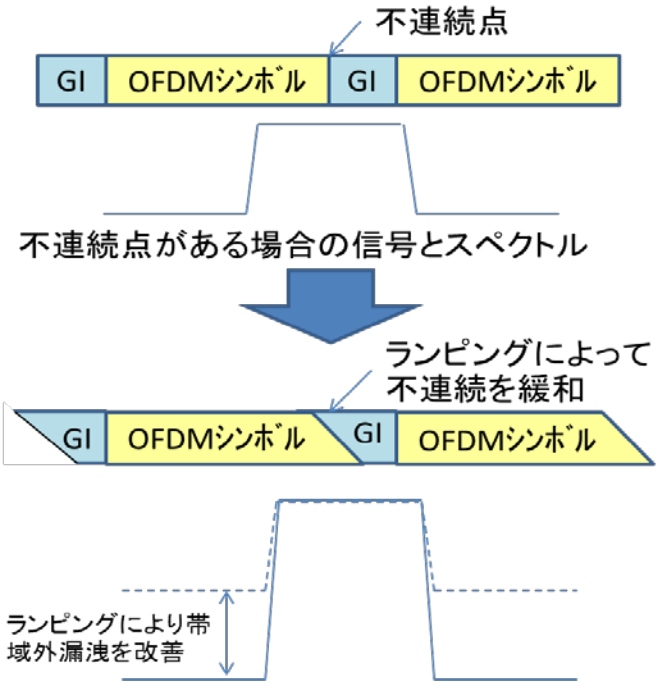


図２　ランピングによって不連続を緩和した場合の信号とスペクトル

３　OFDM のピーク電力

(1)　OFDM はシングルキャリアに比べてピークが大きくなることは良く知られているが、シングルキャリアにおいても、狭帯域化によってシンボル識別点以外ではピークが発生する。

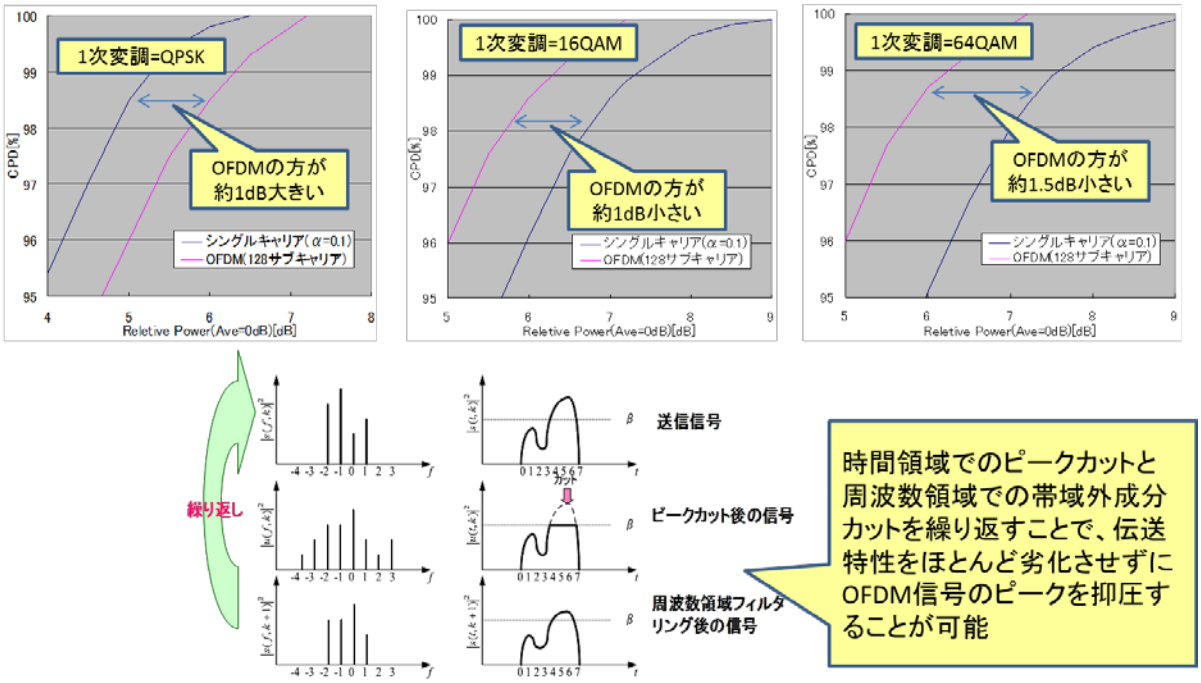
(2)　また、16QAM 以上の多値変調においては、シングルキャリアにおいても、シンボル識別点でもピークが発生する(シングルキャリアでは変調多値数が増加するとそのピーク

も大きくなるが､OFDM においては大群化効果のため多値数が増加してもほとんど影響がないため、多値数が大きい場合はむしろ OFDM の方が有利＝次ページ上側に検討結果を示す)。

(3)　OFDM においてはピークカット技術(伝送特性をほとんど劣化させずにピークを抑圧する技術)を用いると更にピークを低減することが可能になる。

(4)　このことから、ピーク電力の観点からも、今回の検討結果は、原理的に OFDM の適用に支障はないと考えられる。

1 次変調の違いによる瞬時電力の変化:QPSK の場合は OFDM の方が 1dB 程度大きいものの、16QAM では 1dB, 64QAM では 1.5dB それぞれ OFDM の方が小さくなる。



参考資料 3：16QAM 非再生中継方式の追加に関しての補足資料

1. 16QAM 非再生中継方式の追加について

下記(1)～(4)の事項から 16QAM を非再生中継方式に追加することに支障はないと考えられる。

(1) 中継装置に AGC や ALC が具備されている場合は、再生中継方式及び非再生中継方式を比較すると送信電力や帯域外輻射について他システムへの影響は同じである。
(2) 中継装置全体の利得が一定である最悪ケースを想定した場合でも、16QAM 非再生中継方式が他方式に与える影響は、現状の審査基準で認められている 4PSK 非再生中継方式が他方式に与える影響より小さい。
(3) 上記の事から 16QAM 非再生中継方式を導入した場合、他方式への干渉は現状の再生中継方式とほぼ同等である。
(4) 回線設計の実施においても 4PSK と同様に取り扱うことが可能。

*AGC(Automatic Gain Control):フェージング等の受信電力レベル変動を一定にする機能。
ALC(Automatic Level Control):空中線電力レベルを一定にする機能。

2. 非再生中継装置の構成例

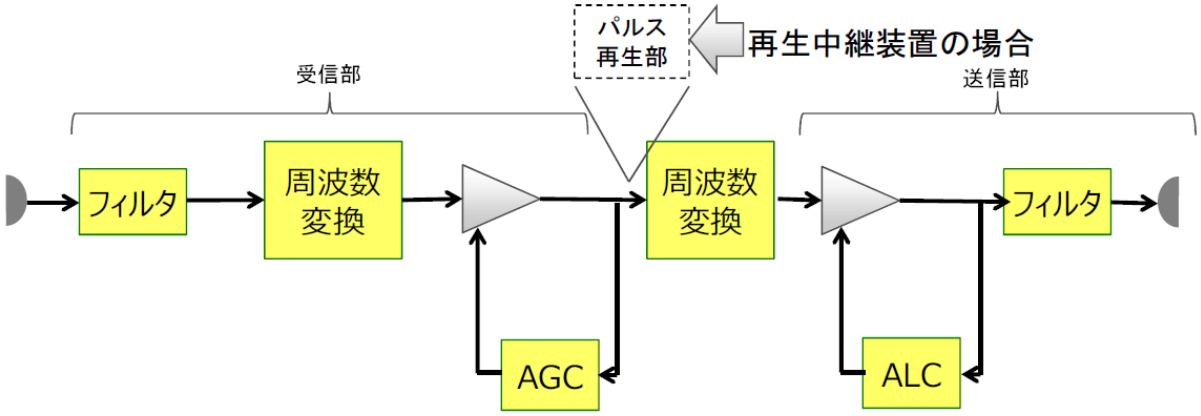


図 1　非再生中継装置の構成例

・ 伝搬路のフェージングに対応するため、受信部に AGC を設け、送信入力部のレベルは一定に保つ。また、送信部は出力電力を一定に保つため、 ALC 等の制御を装備する。これにより、送信電力に関して非再生中継装置と再生中継装置は同じである。
・ 帯域外輻射に関しては、受信部及び送信部にフィルタを設け帯域外電力を審査基準内に収める。このことは、非再生中継装置と再生中継装置に差異はない。

3. 非再生中継装置が他方式に与える影響について

3.1　AGC 又は ALC が存在する場合

中継装置の受信部に伝搬路のフェージングに対応するため AGC が装備されている。これにより、干渉波も含めた受信電力を一定値に保つ制御を行う。また、受信電力レベルが変動しても送信電力を審査基準範囲内に保持するよう制御される ALC が送信部に装備されている場合は、中継装置入力の干渉レベルに関わらず、送信電力は一定に保たれる。このため、非再生中継装置と再生中

継装置の他方式に与える干渉電力は同じである。

3.2　非再生中継装置の全体利得が一定の場合

中継装置の全体利得が一定(AGC,ALC 機能なし)の場合、他方式へ与える影響が最悪の条件となる。この場合の干渉量を以下に検討した。

3.2.1 他方式への干渉検討モデル

図 2 のように、中継装置の受信入力に干渉波が認められる場合、その干渉波がさらに次の中継において他方式へ与える影響を数値で表した。再生中継方式の入力干渉量を C/I-a、他方式へ与える干渉量を C/I-b、非再生中継方式の入力干渉量を C/I-c、他方式へ与える干渉量を C/I-d と定義する。

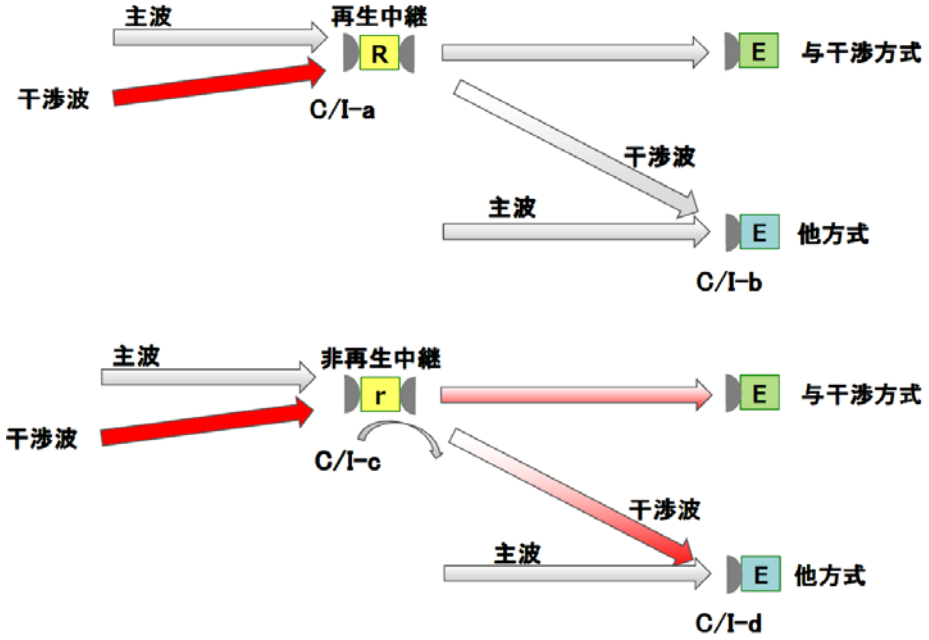


図 2 他方式への干渉検討モデル

3.2.2 与干渉方式が 4PSK 52M 方式の場合の計算例

3.2.1 のモデルに 4PSK 52M 方式を適用した場合の例を図 3 に示す。中継時の入力干渉量は、再生中継方式,非再生中継方式共に 38dB 以上(審査基準より)である。再生中継方式は次の中継にこの干渉を継続しないため、C/I-b は変化しない。非再生中継方式は、この入力干渉量が他方式への干渉に含まれるため、

C/I-d = C/I-b + C/I-c

と表せる。この式を使用して 4PSK 52M 方式から他方式への干渉量の最悪値を計算できる。

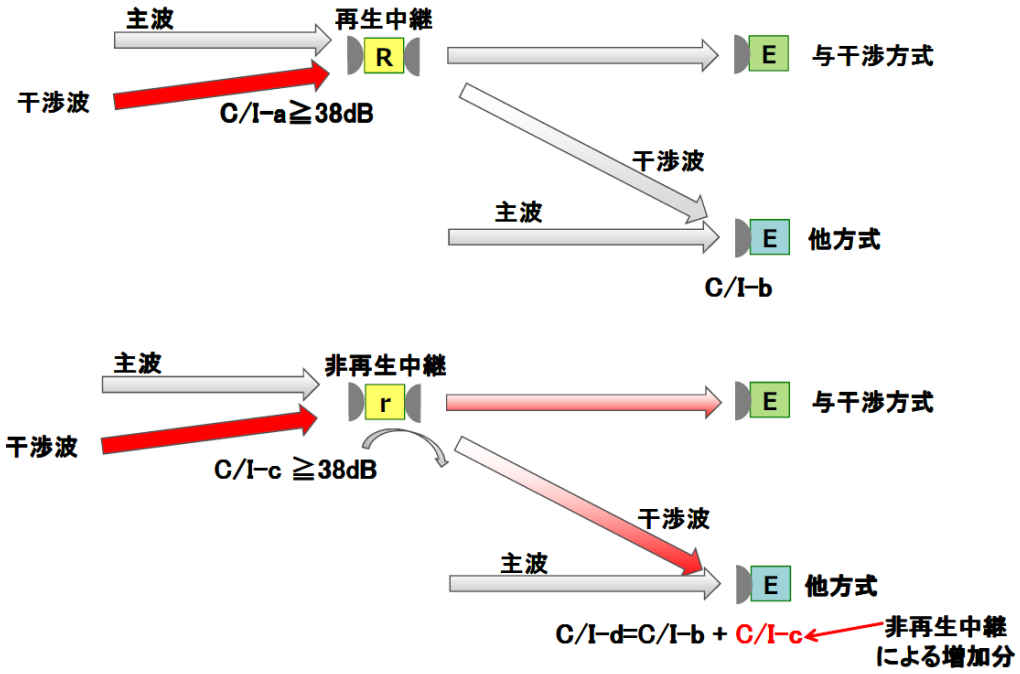


図 3 与干渉方式が 4PSK 52 方式の場合

この計算式を被干渉方式(他方式)ごとに計算した例を図 4 に示す。非再生中継方式の場合に 4PSK 52M 方式から他方式への干渉量 C/I-d は、再生中継方式の干渉量 C/I-b と比べるとその差が僅かでああることが分かる。

与干渉方式　：　4PSK 52M方式(6M方式)
現状の技術審査基準で既に認められている方式

被干渉方式	C/I-a	C/I-b	C/I-c	C/I-d
256QAM 104M方式 256QAM 52M方式	38dB以上	57dB以上	38dB以上	56.999dB以上
64QAM 156M方式 64QAM 78M方式	38dB以上	51dB以上	38dB以上	50.999dB以上
16QAM 156M方式	38dB以上	50dB以上	38dB以上	49.999dB以上
16QAM 52M方式	38dB以上	45dB以上	38dB以上	44.999dB以上

計算式　：　C/I-d = C/I-b + C/I-c

図 4 与干渉方式が 4PSK 52M 方式の場合の計算結果

3.2.3 与干渉方式が 16QAM 52M 方式の場合の計算例

同様に与干渉方式として､提案している 16QAM 52M 方式を適用した場合の計算結果を図 5 に示す。前項と同様に、非再生中継方式の場合の他方式への干渉量 C/I-d と再生中継方式の場合の他方式への干渉量 C/I-b の差は僅かであり、他方式へ与える影響は小さい。

与干渉方式　：　16QAM 52M方式 *注
今回提案の方式

被干渉方式	C/I-a	C/I-b	C/I-c	C/I-d
256QAM 104M方式 256QAM 52M方式	45dB以上	57dB以上	45dB以上	56.9999dB以上
64QAM 156M方式 64QAM 78M方式	45dB以上	51dB以上	45dB以上	50.9999dB以上
4PSK 52M方式 4PSK 6M方式	45dB以上	38dB以上	45dB以上	37.9999dB以上

計算式　：　C/I-d = C/I-b + C/I-c

注)16QAMには52M方式と156M方式があるが、ここではより条件の厳しい52Mで計算。

図 5 与干渉方式が 16QAM 52M 方式の場合の計算結果

4. 回線設計上の取り扱い

図 6 のように、現在の技術審査基準に非再生中継方式における回線設計の扱いが既に規定されている。現行で既に認められている 4PSK と今回追加する 16QAM の差異は、C/N_0(符号誤り率=10^{-4}点における所要 C/N)の違いのみであり回線設計を行うにあたり特に支障は無い。

$$F_{dl} = -10\log\left[10^{\frac{-(C/N_{th})_l}{10}}+10^{\frac{-(C/N_x)_l}{10}}+10^{\frac{-(C/N_{id})_l}{10}}+10^{\frac{-(C/N_{sat})_l}{10}}\right]$$
$$+10\log\left\{\left[10^{-\frac{C/N_0}{10}}-10^{-\frac{-(C/N_{const})_l}{10}}-10^{\frac{-(C/N_{is})_l}{10}}\right]\right.$$
$$\left.-\sum_{k=1,k\neq l}^{M}\left[10^{-\frac{(C/N_{th})_k}{10}}+10^{-\frac{(C/N_x)_k}{10}}+10^{-\frac{(C/N_{id})_k}{10}}\right]\right.$$
$$\left.+10^{-\frac{(C/N_{sat})_k}{10}}+10^{-\frac{(C/N_{const})_k}{10}}+10^{-\frac{(C/N_{is})_k}{10}}\right]\right\}+A$$

F_{dl}：非再生中継方式の l 番目のホップのフェージングマージン

図 6 回線設計に関する現在の技術審査基準

5. 参考）現行の被干渉の許容値（審査基準から抜粋）

カ　混　信

(ｱ)　被干渉の許容値

A　既設回線からの異経路干渉による搬送波電力対雑音電力比（C／I）は、平常時においてできる限り次表を満足すること。

なお、ここでの干渉雑音は、異なる周波数帯を使用するレーダーからの帯域外不要輻射による干渉雑音を含むものとする。

方　　式　　名	被干渉の許容値(C/I)
256QAM　104M方式	57dB以上
256QAM　52M方式	
64QAM　156M方式	51dB以上
64QAM　78M方式	
16QAM　156M方式	50dB以上
16QAM　52M方式	45dB以上
4PSK　52M方式	38dB以上
4PSK　6M方式	

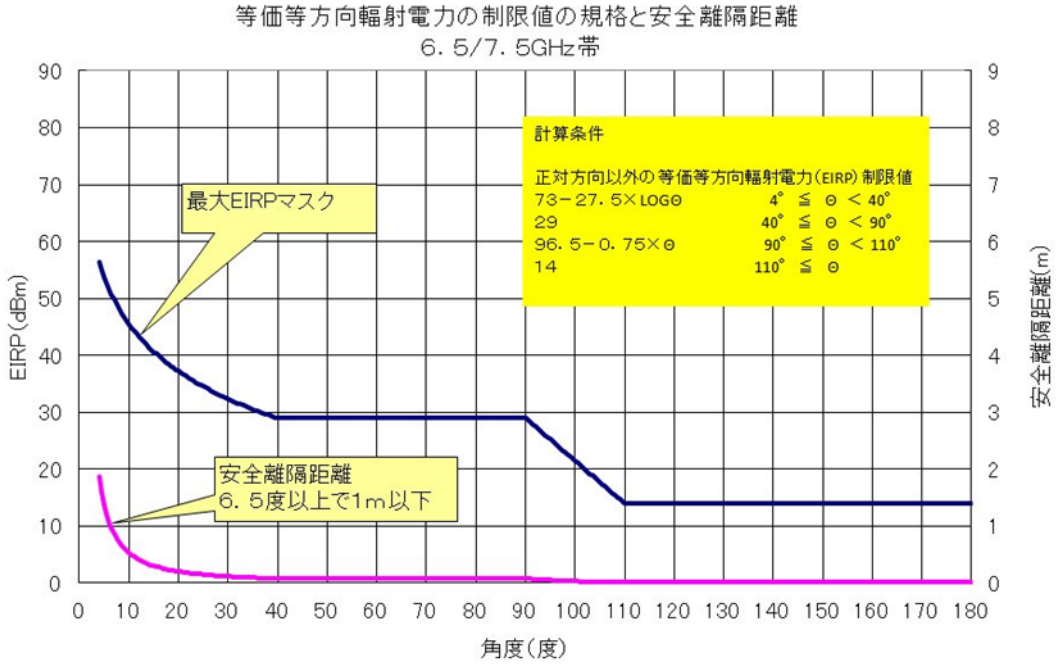
以上

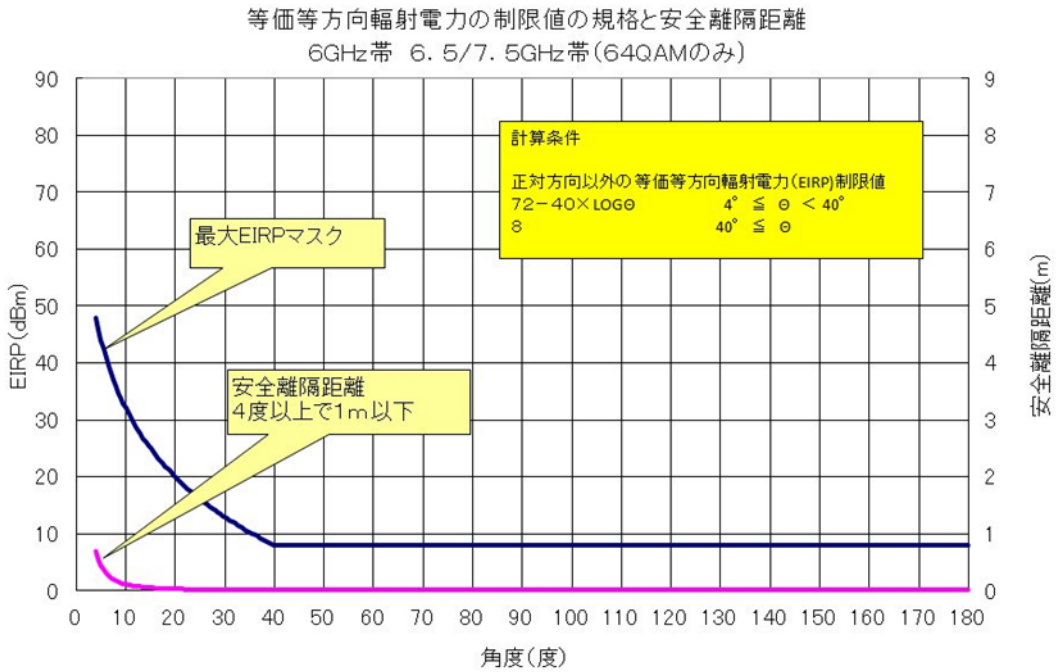
参考資料４：基地局及び陸上移動局の運用条件

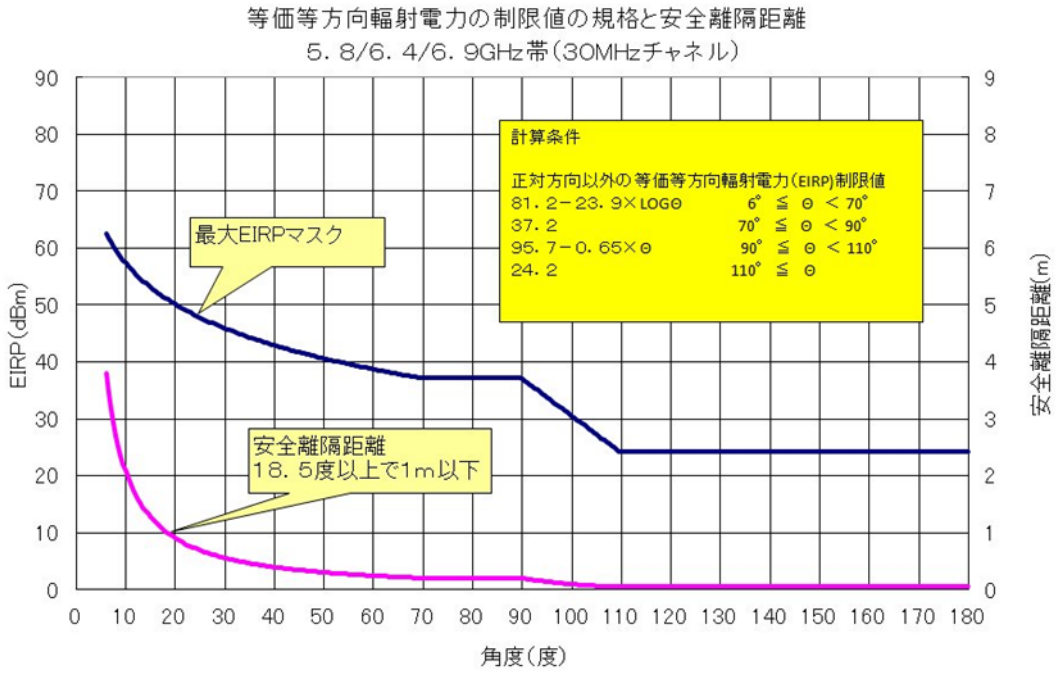
項目 ＼ 免許形態		固定局	基地局及び陸上移動局
一般事項	チャネル間隔	既存固定局のとおり	既存固定局のとおり
	伝送容量	既存固定局のとおり	既存固定局のとおり 但しコチャネルは使用しない
	システム構成	固定局同士の対向	基地局と陸上移動局の対向
	設置場所	指定が必要	指定が必要
干渉	周波数	事前の混信計算により決定	事前の混信計算により決定
	与干渉	事前の混信計算にて担保する	事前の混信計算にて担保する
	被干渉	事前の混信計算にて担保される	法制的には担保されない
回線品質	受信レベル計算	フェージングマージン （Fmr 及び Fms）を考慮	フェージングマージン （Fmr 及び Fms）を考慮
	標準受信電界	±3dB 以内とする	考慮しない
	空中線電力	事前の回線設計にて決定	事前の回線設計にて決定。 ただし、所要受信電力を満足するものとする
運用方法	設置場所における周波数変更	不可	予め与干渉検討上問題が無い周波数から選択
	免許付与の方法	1 チャネル/1 回線	予め与干渉検討上問題が無い周波数から選択

参考資料 5：最大 EIRP 規格と安全離隔距離との関係

最大等価等方輻射電力規定（最大 EIRP マスク）の電波法施行規則別表二号の三の二に規定される電力束密度 1mW/cm^2（電界強度値 61.4V/m）を与える 5.8/6/6.4/6.5/6.9GHz 帯及び 7.5GHz 帯固定局の場合の離隔距離（安全離隔距離）を下図に示す。無線局のアンテナは安全離隔距離内に取扱者以外の人が容易に出入りできないように施設しなければならない。






等価等方向輻射電力の制限値の規格と安全離隔距離
5．8/6．4/6．9GHz帯（30MHzチャネル）
計算条件
正対方向以外の等価等方向輻射電力（EIRP）制限値
81．2－23．9×LOGθ　6° ≦ θ ＜ 70°
37．2　70° ≦ θ ＜ 90°
95．7－0．65×θ　90° ≦ θ ＜ 110°
24．2　110° ≦ θ
最大EIRPマスク
安全離隔距離
18．5度以上で1m以下
EIRP（dBm）
安全離隔距離（m）
角度（度）
0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110 120 130 140 150 160 170 180
0 10 20 30 40 50 60 70 80 90
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

参考資料 6：回線設計例（6GHz 帯（エントランス用回線））

１．回線設計条件の例

周波数帯	6GHz帯		
計算周波数	6.175GHz		
変調度	64QAM	512QAM	2048QAM
送信出力	33dBm		
空中線利得	32.3dBi		
雑音指数	5dB		
等価雑音帯域幅	34.5MHz		
所要C/N	21dB	30dB	37.5dB
標準受信入力	-37dBm		
SD	有り		
伝搬路種別	平野		
年間不稼働率	0.054%/2500km		

２．伝送距離特性

変調度	64QAM	512QAM	2048QAM
6GHz帯	20.8km	20.8km	20.8km
稼働率	0.9999999669	0.9999998186	0.9999958731
規格(審査基準)	0.999995499		