

情報通信審議会 情報通信技術分科会
移動通信システム委員会

報告（案）

情報通信審議会 情報通信技術分科会

移動通信システム委員会

報告 目次

I	審議事項	5
II	委員会及び作業班の構成	5
III	審議経過	5
IV	審議概要	6
第1章	高速無線伝送システムの審議の背景	6
1-1	小規模無線伝送システムの現状	6
1-2	高速無線伝送システムの利用イメージと需要動向	8
1-3	高速無線伝送システムの海外動向	14
第2章	80GHz帯高速無線伝送システムの概要	16
2-1	求められる要件	16
2-2	基本的な無線方式	18
第3章	他システム等との共用検討	25
3-1	同種システム相互間の共用検討	25
3-2	電波天文との共用検討	27
3-3	近傍周波数の他システムとの共用検討	30
第4章	技術的条件	32
4-1	使用周波数帯及び指定周波数	32
4-2	電波の型式・占有周波数帯幅及び周波数の許容偏差	32
4-3	空中線電力及び許容偏差	33
4-4	不要発射の許容値	35
第5章	その他	37
5-1	免許等の制度	37
5-2	電波防護	38
5-3	今後の課題等	40

V	審議結果	4 1
別表 1	情報通信審議会 情報通信技術分科会 移動通信システム委員会 構成員	4 3
別表 2	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 (平成 23 年 1 月 17 日まで) 構成員	4 4
別表 3	情報通信審議会 情報通信技術分科会 移動通信システム委員会 8 0 G H z 帯高速無線伝送システム作業班 構成員	4 6

I 審議事項

情報通信審議会情報通信技術分科会移動通信システム委員会（平成 23 年 1 月 18 日から。以下「委員会」という。平成 23 年 1 月 17 日までは小電力無線システム委員会）は、情報通信技術分科会諮問第 2009 号「小電力の無線システムの高度化に必要な技術的条件」（平成 14 年 9 月 30 日）のうち、「80GHz 帯高速無線伝送システムの技術的条件」について審議した。

II 委員会及び作業班の構成

別表 1～3 のとおり

III 審議経過

1 小電力無線システム委員会（第 30 回）（平成 22 年 10 月 21 日）

小電力無線システム委員会の運営方針について審議が行われ、了承された。また、審議の促進を図るため、作業班が設置された。

その後、「80GHz 帯高速無線伝送システム」に関し学識経験を有する者から意見聴取を行うこととし、その説明が行われた。

（「80GHz 帯高速無線伝送システム」の技術的条件についての提案はなかった。）

2 80GHz 帯高速無線伝送システム作業班（第 1 回）（平成 22 年 10 月 25 日）

小電力無線システム委員会の運営方針、審議体制等について説明が行われ、審議に着手した。なお、詳細な検討については、作業班の下に設置されたアドホックグループで行うこととした。

3 80GHz 帯高速無線伝送システム作業班（第 2 回）（平成 23 年 1 月 28 日）

委員会報告(案)の審議が行われ、作業班として委員会報告(案)が了承された。

4 移動通信システム委員会（第 1 回）（平成 23 年 2 月 21 日）

平成 23 年 1 月 18 日付で、情報通信技術分科会の委員会が再編されたことからその旨の報告が行われ、移動通信システム委員会の運営方針が審議され、了承された。

その後、「80GHz 帯高速無線伝送システム」に関する委員会報告(案)の審議が行われた。

IV 審議概要

第1章 高速無線伝送システムの審議の背景

1-1 小規模無線伝送システムの現状

マイクロ波・ミリ波を利用した無線通信システムは、現在、主として百数十 Mbps の伝送速度を持つものが実用化され運用されているが、これを超えるものはほとんど普及しておらず、一部に例があるのみという状況にある。

一方、光ケーブルは、数百 Mbps～10Gbps のものが利用されており、このような光ケーブルの敷設が困難な地域などに、比較的柔軟かつ容易に、これに相当する回線構築が可能なシステムの実現が期待されているほか、高精細映像の伝送として、遅延の少ない非圧縮の伝送が可能な 1Gbps 以上の伝送速度を持つ無線通信システムの実現が求められている。

このような背景を踏まえ、大容量通信に適した連続した周波数分配分があり国内では未だ利用の進んでいない 80GHz 帯の周波数帯を想定した高速無線伝送システムの導入に向け、必要な技術的条件について検討を行うものである。

このような 80GHz 帯ミリ波無線システムの利用イメージの概要は図 1-1 のとおりである。

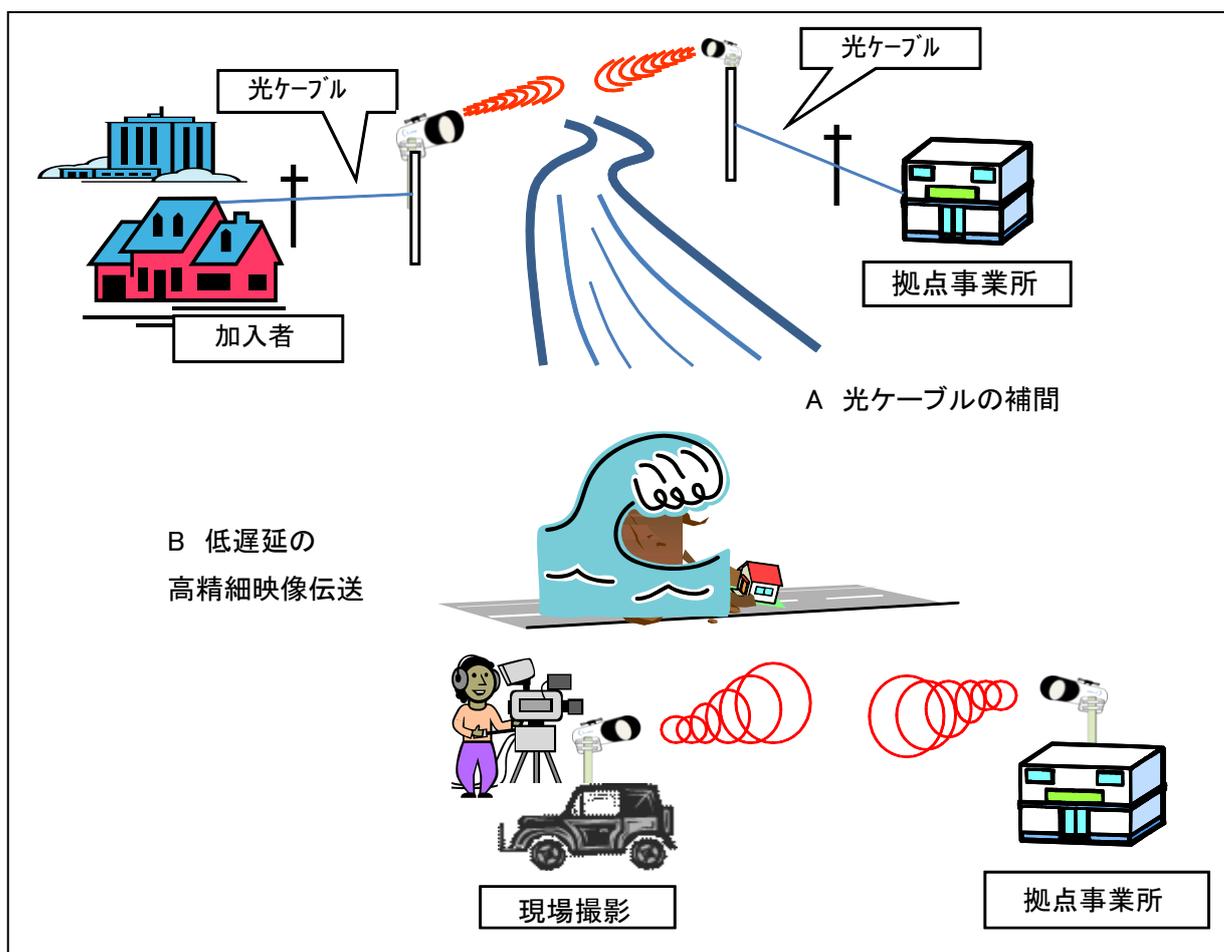


図1-1 80GHz帯高速無線伝送システムの利用イメージの概要

現在、このような利用場面には、表1のようなシステムが利用されているが、放送事業者が番組中継用に使用する無線伝送装置として高速のものが実用化されている他は、百数十 Mbps 以下のものが多く、広く利用できる手段としては特に伝送速度の点においては十分と言えない状況にある。

表1-1 主なミリ波帯無線伝送システム

種別	最大伝送速度	利用用途等
25GHz 帯リンク	約 156Mbps	免許不要（主に機関・企業でのビル間通信等）
26GHz 帯 FWA	約 156Mbps	通信事業用（一般家屋向けアクセス等）
38GHz 帯 FWA	約 156Mbps	自営用（主に機関・企業でのビル間通信等）
50GHz 帯簡易無線	数十 Mbps	自営用（企業でのビル間通信・映像伝送等）
42GHz/55GHz 帯無線装置	約 160Mbps	放送事業用（番組素材の無線伝送）
60GHz 帯無線装置	約 1.5Gbps	免許不要局（無線 LAN 等の様々な用途と共用して番組素材の伝送等にも利用）

これらについて中継・伝送を期待される用途の伝送速度等は次のとおりである。

1-1-1 光ケーブルの補間代替システム

光ケーブルによる通信サービス（FTTH）を利用する加入者の用途ニーズとしては、一般的なインターネット閲覧のほか、最近ではインターネット上での動画配信の利用とともに、ビデオオンデマンドやテレビ放送配信などの動画映像のニーズが多くなりつつある。

FTTHアクセスサービスの最近の普及率は表1-2のとおりであり、現在、FTTH利用者の多くは伝送速度が最大100Mbpsタイプを利用している。

表1-2 FTTHアクセスサービスの普及率※1

FTTHアクセスサービス普及率	平成20年9月末	平成21年9月末	平成22年9月末
	26.3%	31.3%	35.8%

※ 電気通信サービスデータの総務省(9月末)公表及び住民基本台帳データ(各年度末)

上記の統計は、市区町村単位の統計を基礎としており、契約数を市区町村の住民基本台帳に基づく世帯数で除したものであるが、実際にはFTTHを利用可能な市区町村であっても、郊外の地域ではサービス提供対象エリア外となっている地域も多い。その理由は主として経済性と考えられるが、具体的要因としては、郊外地では河川や山などの地形要素によって幹

線の光ケーブルの敷設コストがかさむ一方、サービス対象となる住民が少ないことから工事費用の償却が問題となる点が上げられる。

このような場面においては、比較的短距離の Point to Point 形式の無線伝送も光ケーブルの補間代替として効果的であり、無線システムに対する期待が大きいと言える。

1-1-2 低遅延の高精細映像伝送システム

テレビジョン映像は、従来のアナログテレビジョン放送相当の標準映像（SD）に対し、現在、地上テレビジョン放送のデジタル化の進展等を背景等して、高精細映像（いわゆるHD）が一般化しつつある。

現在、高精細映像伝送のための無線伝送としては、放送事業用として、伝送速度数十 Mbps のものが広く利用されている。この場合は、ハイビジョンカメラの出力信号（HD-SDI 信号、約 1.5Gbps）を圧縮して伝送する必要がある。また、一部ではあるが、ハイビジョンカメラの出力信号をそのまま無線伝送する装置も使用されている。これは、ハイビジョンカメラの信号を有線で接続した場合と同等な画質で伝送できることが特徴であるが、伝送距離が極めて短いことや他の様々な形態のシステムと共用する周波数を利用するものである等のため、広く利用される状況には至っていない。

また、高精細映像伝送のニーズとしては、上記のような放送事業用以外にも、双方向の対話を伴うような場合や、イベント会場においてカメラで撮影した映像をスクリーンへの同時投影する場合等が考えられる。しかし、一般的な数十 Mbps の伝送速度の無線伝送装置では、画像の符号化・復号化に伴う伝送遅延や画質劣化が発生する場合がある。

1-1-3 その他 新たな大容量のバックボーンシステム等

複数の建屋を結ぶ工場敷地内ネットワークから一定の広さに散在するビル相互を結ぶ都市内ネットワーク、更には携帯電話や WiMAX 等のブロードバンドアクセスシステムの基地局向けの幹線等の一部であるいわゆるアプローチ回線やバックボーン回線として新たな高速大容量幹線系ネットワークが求められている。

これらの構築についても、近年では光ケーブルネットワークを用いることが多くなっているが、無線システムについても、短期間で敷設できること、ケーブルの新規敷設に対して費用面で有利であること等から、ケーブル敷設までの仮設利用を含めて従来から利用されている。

しかしながら 1-1 に示したように、無線システムでは伝送能力が不足する場面も多くなってきており、今後、さらなるネットワークの高速化に対して大容量の無線システムの適用が期待される。

1-2 高速無線伝送システムの利用イメージと需要動向

1-2-1 光ファイバーの補間・代替に対する利用のイメージ

光ケーブルの補間・代替に対する利用のイメージを図1-2から図1-4に示す。

光ケーブルによって回線を構築する場合において、河川・鉄道、入江等の横断、島しょ地域、国立公園、山間地等で光ケーブルの敷設が困難な場合において無線システムの補間代替の中継伝送が考えられる。

また、無線システムはその設置の簡便性から、震災や洪水時などでの災害対策における情報通信網確保のための臨時利用にも期待され、光ケーブルの一部が災害によって損傷を受けた場合に素早く回線を復旧するための臨時的な補間手段として活用できるものが求められる。このような利用形態は、災害対策用の他に寿命が20年と言われる光ケーブルの更新・引き直しや光ケーブル網のメンテナンス時における臨時代替の利用も考えられる。

その利用イメージは図1-2のとおりである。

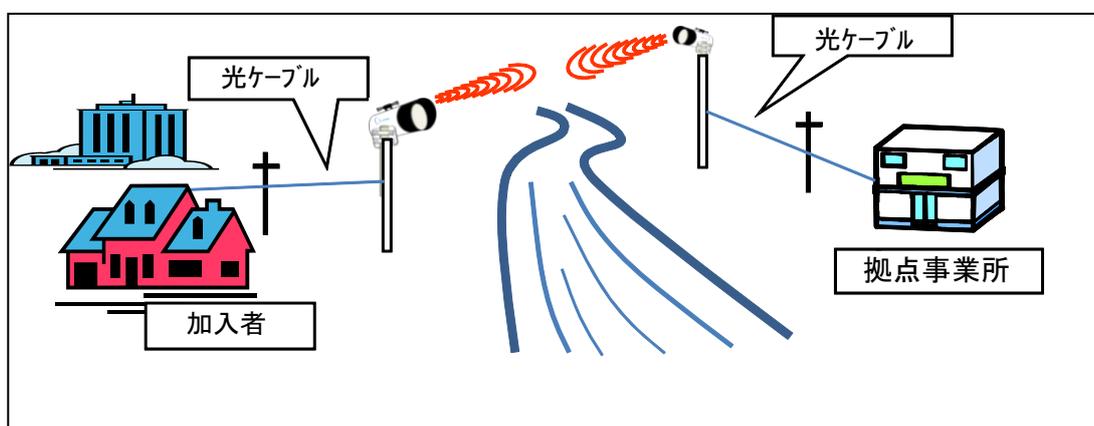


図1-2 光ケーブルの補間についての利用イメージ

さらに、このような補間中継については、ケーブルテレビの事業についても適用でき、さらに、類似のものとして難視聴地域の共聴施設においても期待される機能である。特に難視聴対策としての共聴施設としては山上等の受信点や図1-3に示すような隣接共聴施設からの延長幹線としても利用できる。

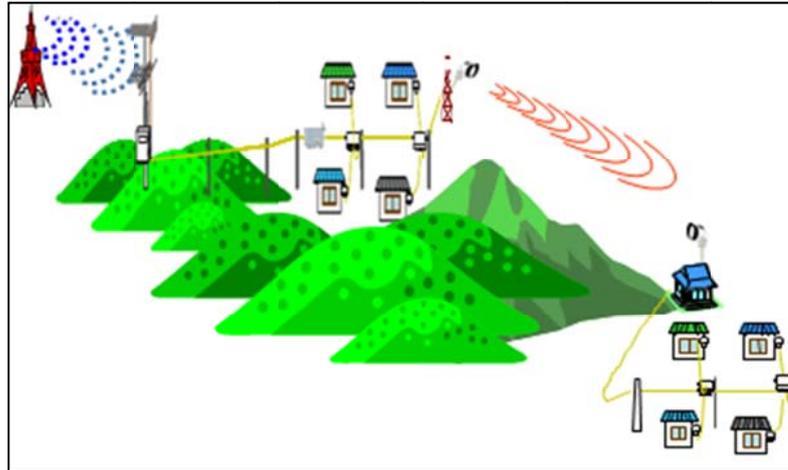


図 1-3 共聴施設の受信点設置代替として隣接共聴施設からの延長幹線としての利用

さらに、通信事業用の光ケーブルの補間用としては、携帯電話等の基地局向けのいわゆるエントランス回線用としても期待できる。特に、今後さらに高度化しつつ普及が見込まれる携帯電話等の分野において、LTE方式や次世代のWiMAX方式の基地局に対しては、より大容量のエントランス回線の確保が必要とされており、光ケーブルが利用できない場合における無線によるエントランス回線も大容量のものが必要と考えられる。

これらの利用イメージは図 1-4 のとおりである。

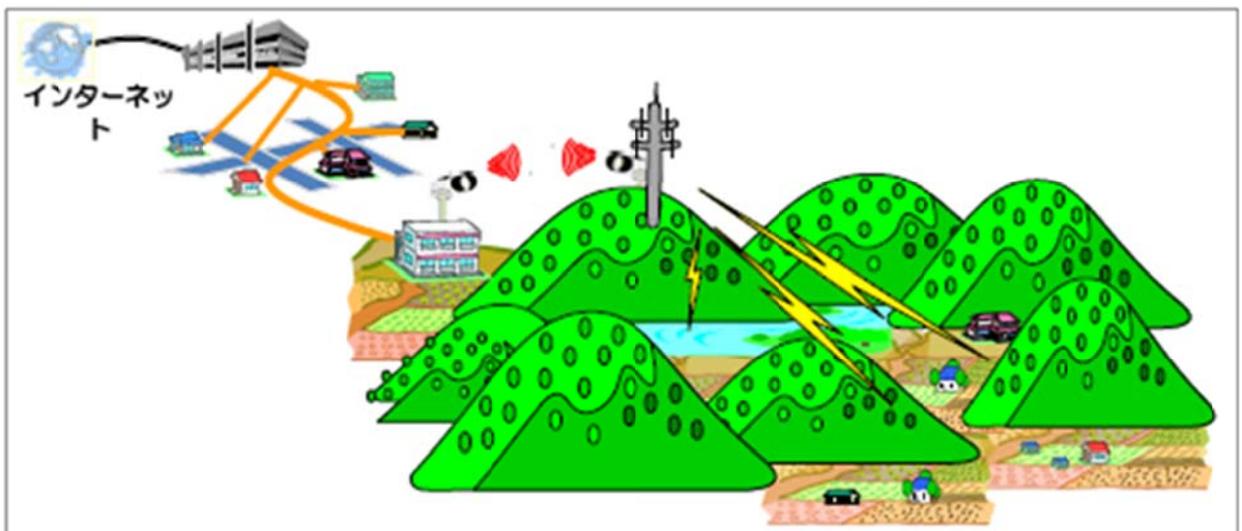


図 1-4 携帯電話やWiMAXの基地局のエントランス回線としての利用

1-2-2 災害やイベントその他の高精細映像伝送のイメージ

災害やイベントその他の高精細映像伝送のイメージを図 1-5 及び図 1-6 に示す。

このような映像伝送は送受が対向する比較的単純な構成であるが、伝送先との双方向の対話を行う場合や、スタジアム等で出演者を直接見たり音楽を直接聞くことができる場合には遅

延が問題になるため、無遅延又は低遅延の大容量伝送が求められる。

このような場合において、中継回線の伝送容量に余裕があるならば、圧縮を行わずに遅延のない伝送ができるほか、圧縮した映像であれば多くの映像を同時に伝送できることから災害時の現場拠点と市役所との間等において映像と同時に多数の音声やデータ等を伝送する等の活用も期待される。

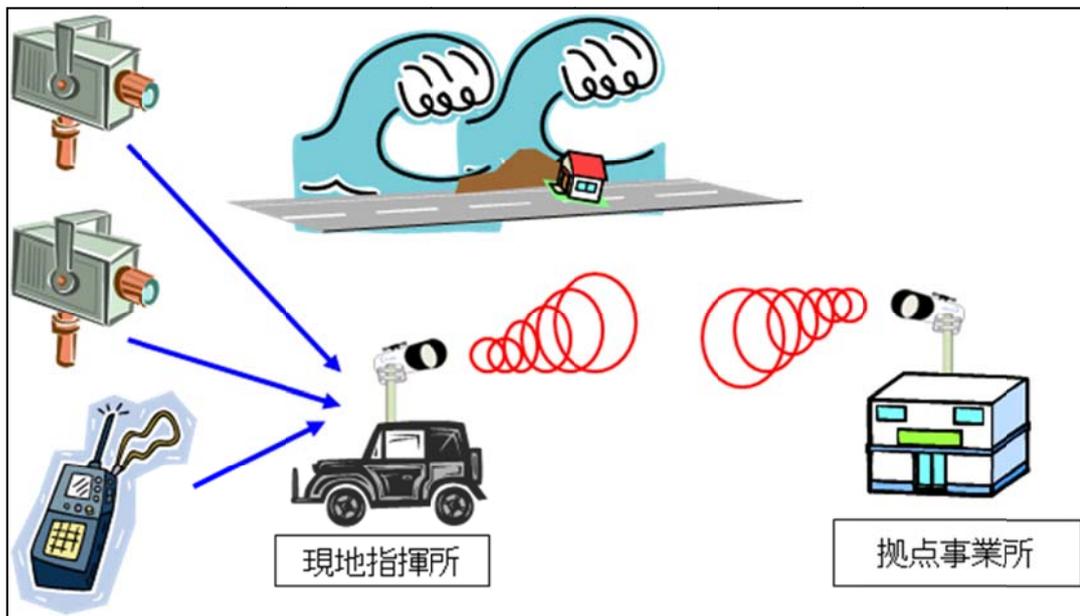


図 1 - 5 非常災害時における緊急の回線構築



図 1 - 6 野外イベント会場等における遅延のない（リアルタイム）の中継回線

1-2-3 その他

その他の利用形態として、大容量バックボーンシステムとして本無線システムを主体として利用したシステムのイメージを図1-7から図1-8に示す。大都市の高層ビル群や、広範囲の工業地帯の建造物を相互に接続したバックボーンとして、光ネットワークとの共存を考慮しつつも簡便に多くの地点をつなげるWAN（都市内広域ネットワーク）として構築することが可能である。

また、同様の考え方は、多数の携帯電話等基地局を相互に接続して面的なサービスエリアを構成する上でも適用できる。

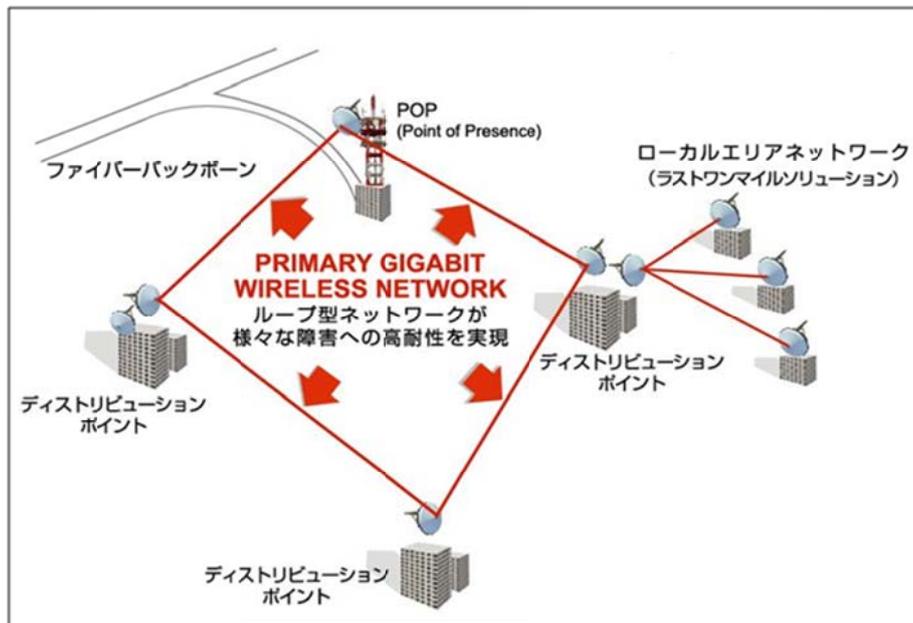


図1-7 高層ビル群をリンクしたWAN構築イメージ

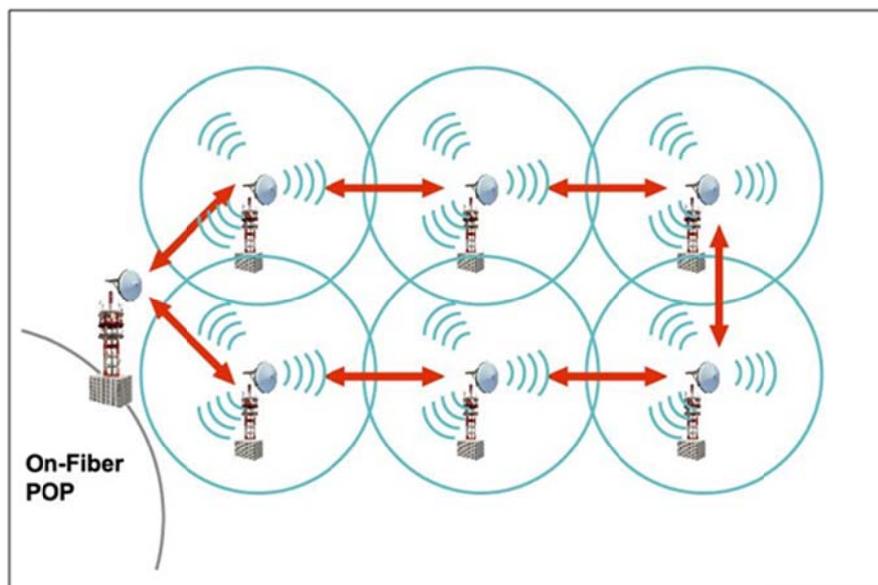


図1-8 携帯電話・WiMAXの基地局相互の接続

このような構成のネットワークは、光ケーブルが十分普及した地域においては導入される可能性は限定的と考えられるが、そのような地域でも地盤の液状化を含む地震災害や高潮、洪水等の災害対策を考慮した場合に、光ケーブル網の分断などが発生し得ることを考慮すると、光ケーブルと特性の異なるシステムによる冗長性を確保するための対策手法としても有効と考えられる。

1-2-4 需要動向

このようなシステムについての将来の普及については、価格や大きさ等の要素の他、すでに普及している他のシステムとの相互の関係、さらにはミリ波帯の運用経験や伝搬特性に対する理解等との関係が複雑であるため、正確な予測は困難であるが、伝送速度が1Gbps内外、伝送可能距離が1km~2km程度を想定した場合の概ねの市場についてのひとつの試算例を表1-3に示す。

表1-3 80GHz帯高速無線伝送システムの需要仮試算
(制度化から5~10年程度経過後を想定)

区分	試算の考え方	試算	結果
光ケーブル補間① (通信事業・一般)	通信事業用ネットワークの山岳・河川・離島等補間用として、全国市町村の約半数に1区間の補間回線(携帯電話基地局エントランス除く)	1733市町村(※5) ×0.5×2局	1733局
光ケーブル補間② (CATV他)	CATV事業者の約1/10に1区間の補間回線	517事業者(※2) ×0.1×2局	103局
光ケーブル補間③	携帯電話基地局エントランスとして、基地局開設場所の約1/1000に1区間の補間回線	168,000カ所(※1) ×0.001×2局	336局
映像中継伝送① (放送事業)	地上系放送(ラジオ・ケーブル除く)事業者の約1/10に1区間(単向)の仮設伝送	124事業者(※3) ×0.1×1局	12局
映像中継伝送② (制作・イベント事業等)	映像番組制作・配給事業者の約1/10に1区間(単向)の仮設伝送	3588事業者(※4) ×0.1×1局	359局
映像中継伝送③ (その他)	全国市町村の約1/20が1区間の仮設回線	1733市町村(※5) ×0.05×2局	173局
合計			2716局

※1 主要4社の開設場所数の和の概数(平成22年8月~10月総務省無線局検索(複数帯域を保有する事業者は局数最大の帯域の局数))

※2 22年情報通信白書(4-4-1-5)

※3 22年情報通信白書(4-4-1-5)

※4 22年情報通信白書(4-5-3-1)

※5 総務省統計平成22年4月

このように、実用化から 5 年ないし 10 年程度経過した後の普及イメージとして、数千局程度を見込むことができると考えられ、サービス内容と要請される伝送速度等の特性が適合した場合、さらに多くの普及の可能性も見込まれる。

1-3 高速無線伝送システムの海外動向

主として 80GHz 帯を使用する高速無線伝送システムの海外の動向は次のとおりである。多くの国で本システムと類似の態様を持つシステムが制度化され、あるいは制度化が検討されている。

1-3-1 米国

いわゆる Eバンド帯域として次の様な要件により 2003 年に FCC (米国連邦通信委員会) により次の様に制度が整えられ、86GHz 以下については製品が発売されている。

- 1) 周波数帯 71~76GHz、81~86GHz、92~95GHz
- 2) 利用形態 Point to Point
- 3) アンテナビーム幅 1.2 度以下
- 4) 用途 特に規定しない
- 5) 手続き 設置場所毎でのオンライン登録
- 6) 運用調整 以下の場合には別途、個別の調整が必要
 - A) 他のリンクとの重大な干渉がある場合
 - B) 電波天文の場所に近接している場合
 - C) カナダまたはメキシコの国境に近接している場合
 - D) 機密とされる特定のエリアに近接している場合等

1-3-2 英国

以下の要件により 2007 年から制度化がなされている。

- 1) 周波数帯 71.125-75.875GHz
81.125-85.875GHz
- 2) 利用形態 Point to Point
- 3) 手続き 簡易型の免許制度 (現在は書面による申請であるが、近くオンラインによる手続きが可能となる見込み)

1-3-3 英国以外の欧州

CEPT (欧州郵便電気通信主管庁会議) は 71~76GHz/81~86GHz 帯について本システム

類似の用途への割り当ての方針を公表しており、E T S I（欧州電気通信標準化機構）もその割り当てにおける標準となる技術基準の作成作業を行っている。なお、以下の国々については制度化され、実際の免許の手続き方法等が明確化されている。

- オーストリア
- チェコ共和国
- ラトビア共和国
- ロシア
- スペイン
- スイス

1-3-4 その他の国々

オーストラリア、ニュージーランドでは 71～76GHz/81～86GHz 帯を本システム類似の通信用に割り当てることとしており、ニュージーランドでは具体的な手続きが公表されている。また、韓国は、2009 年に 71～76GHz/81～86GHz 帯の割り当ての方針を明らかにしており、現在免許の手続きについて調整中である。

(注) 上記の他、機器を製造している米企業からの情報によれば、上記のほか、次の国々でも 71～76GHz/81～86GHz 帯を本システム類似のシステムへの割当がなされ、あるいは検討が進められている模様である。

ドイツ、アイルランド共和国、イタリア、オランダ、スロベニア共和国、スロバキア、マルタ共和国、パプアニューギニア、アラブ首長国連邦、オマーン、リビア、バーレーン、ヨルダン、インド、フィリピン

第2章 80GHz帯高速無線伝送システムの概要

2-1 求められる要件

第1章で述べたように、本システムは比較的近距离で大容量の通信を行うことを目的とするものであり、それらの目的・要請を満たす十分な性能が必要である。

2-1-1 伝送容量

本システムに期待される伝送容量（伝送速度）としては以下のようなものが挙げられる。

- ① 光ケーブル等の中継装置
- ② 非圧縮の高精細映像の伝送システム
- ③ その他

2-1-1-1 光ケーブルの中継装置

現在、光ケーブルに適用されている主な規格は表2-1のとおりである。

表2-1 光ケーブルの伝送に係る主な規格

標準規格	標準化機関	標準規格名称	伝送速度	最大伝送距離	BER	最大伝送遅延 (UNI-SNI間 ^{*1})
B-PON	ITU-T SG15	ITU-T G. 983	622Mbps	20km	10e-10 以下	1.5msec
G-PON		ITU-T G. 984	2.5Gbps	20km (理論上は 最大 60km)	10e-10 以下	1.5msec
XG-PON		ITU-T G. 987	10Gbps	20km (理論上は 最大 60km)	10e-12 以下	1.5msec
GE-PON (EPON)	IEEE 802.3ah	1000BASE-PX	1.2Gbps	20km	10e-12 以下	
10G-EPON	IEEE 802.3av	10GBASE-PR	10Gbps	20km	10e-12 以下	

PON; Passive Optical Network

現在、これらのうち、B-PON方式は、加入者系のケーブルの伝送方式として広く使用されており、さらにGE-PON方式も広まりつつあるほか、さらに10G-EPON方式の導入等による高速化も進められていくと考えられる。

これらに対し、今回想定している80GHz帯の周波数分配の状況から考えると、本システムの

伝送容量としては数 Gbps 以下が現実的と考えられることから、622Mbps（B-PON相当）～2.5Gbps（G-PON相当）が対象となるものと考えられる。

2-1-1-2 高精細映像（非圧縮）の伝送システム

高精細映像を伝送する場合に、現在使用されている無線伝送装置の伝送速度（ビットレート）は、表 2-2 のとおりである。

表 2-2 番組制作等で使用されている高精細映像の無線伝送の主な方式のビットレート

通信方式	ビットレート	現在使用されている周波数帯
圧縮（MPEG2/H.264 など）	数十～百数十 Mbps	マイクロ波帯、42/55GHz 帯等
非圧縮（HD-SDI）	1.485Gbps	60GHz 帯

高精細の映像を伝送するに当たっての所要ビットレートとしては、数十 Mbps でも十分といえるが、これらはいずれも高度な映像信号の圧縮（符号化・復号化等）処理を行っており、時間の計測や比較を行うための映像伝送、相互の会話を伴う映像中継、音楽コンサートのステージやスポーツなどでの映像のスクリーンへの同時投影等、正確なリズム・タイミングが重要視される伝送においては、運用上で不便を感じる場合も多い。

このような映像の圧縮により生じる遅延を避けるためのいわゆる非圧縮の伝送においては、約 1.5Gbps（SMPT-292M:YPbPr/4:2:2/10bit で 1.485Gbps）に相当するビットレートでの伝送も必要とされているところであり、本システムにおいても考慮すべき速度と考えられる。

2-1-2 伝送距離

本システムも含め、無線システムについては、一般的には伝送可能な距離は長いほど利便性が高まるが、伝送可能な距離については選定した周波数帯の伝搬特性と送信電力が密接に関係し、電波の有効利用の観点のほか、所要の伝送容量との対比、降雨・降雪等に対する回線信頼性の確保と入手可能な送信用電力増幅素子の能力等により上限が決まることとなるため、80GHz 帯を利用した場合については比較的短距離になることが想定される。

これら気象等を考慮した実験の成果（2-2-2 参照）や、光ケーブル補間を要する河川等の地形の実態を考慮し、最大の伝送距離として数百 m～数 km を想定する。

2-1-3 運用形態及び伝送装置の大きさ

第 1 章に示したように、本システムは、大容量の伝送を行うものであり、上記のとおり、数百 m～数 km の最大伝送距離を想定している。

運用形態は主として特定の地点間の通信であり、相当の鋭い指向性を持つ空中線を利用することを前提として考えて差し支えないが、イベントでの映像伝送に代表されるような仮設・可搬の敷設の場合と、光ケーブル網の補間を中心とした常設的な敷設とがあることに留意する必要がある。

装置の大きさに関しては、一般的にはできるだけ小さいことが望ましいが、運用に影響が生じるとして期待される具体的な大きさの上限としては、上記のような仮設・可搬に対応す

るか常設とするか等用途によって異なるところである。

装置の大きさは、基本的にアンテナ（パラボラアンテナ等）により決定づけられる。これは伝送距離とも密接な関係にあり、2-1-2に示すような適用する距離や混信に対する強度、実際の運搬方法や据え付け方法等も考慮すると、パラボラアンテナとしてはおおむね次のような大きさになると考えられる。

- ①. 映像伝送や光ケーブルに向けた仮設型の中継装置の場合、最大で直径数十センチメートル。
- ②. 光ケーブルなどの常設型の中継装置の場合、直径が最大 1m 程度。

具体的な無線方式や技術的条件を検討する上でもこれらの大きさを考慮する必要がある。

2-2 基本的な無線方式

2-2-1 占有帯域幅

2-1-1で述べた伝送速度を確保するための占有帯域幅について、事例を図2-1に示す。

本事例は、約 1.5Gbps 相当の情報信号について、OOK (on-off-keying : 振幅変調) により、伝送を行うこととした場合の例である。

第4章に示すように、本周波数帯においてはスペクトルの計測が難しく、計測のための周波数変換等で生じるいわゆるフロア雑音が高いためにやや明確さに欠けるが、横軸を約 600MHz/div、縦軸を 10dB/div としたこの図においては、搬送波の残留分を除く最大の部分から約 20dB 低下する帯域の幅が約 5GHz に達していることがわかる。

特にこのような振幅変調の場合、占有帯域幅は、変調出力の帯域幅（又は入力信号の帯域幅）を制限するフィルタの特性によって大きく異なり、最小で 3GHz 程度に収めることのできる可能性もあるが、ある程度の安定した伝送を確保するためには、占有帯域幅の許容値を最大 5GHz 近くに設ける必要がある。

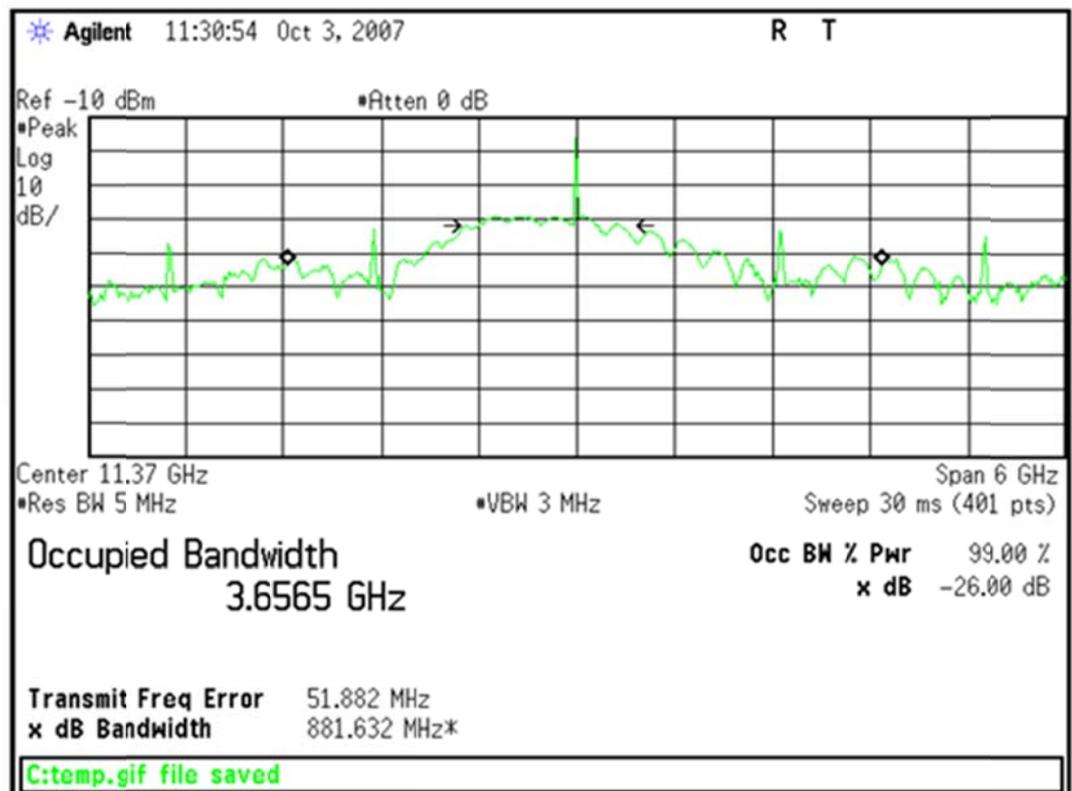
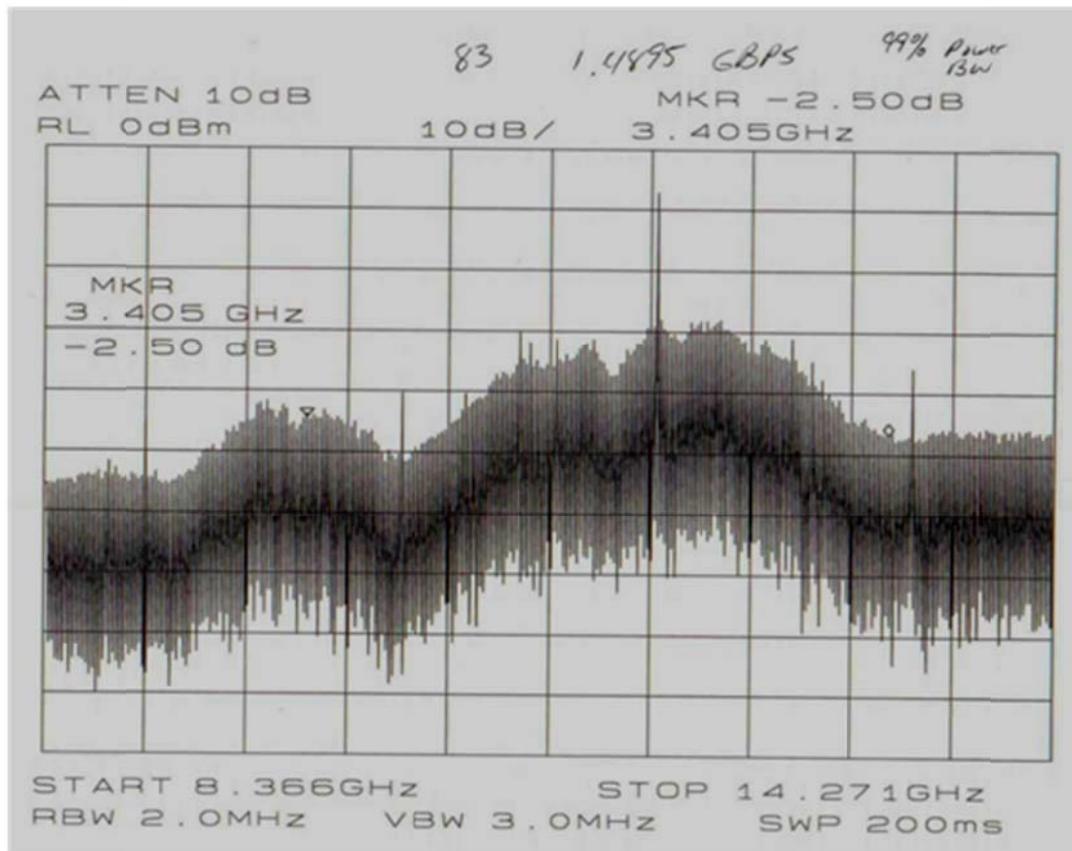


図 2-1 80GHz 帯を使用する振幅変調のスペクトルの例

(LOEA社資料より。1.4895Gbps の入力信号により、OOK (on-off-keying : 振幅変調) を行ったもの。80GHz 帯を 10GHz 帯に変換して計測。上段と下段とでは参照帯域幅等の測定要件が異なる。)

2-2-2 送信電力

図2-2に伝送実験結果の一例を示す。

伝送実験の概要は次のとおりである。

- ・ 周波数帯 80GHz
- ・ 送信電力 100mW
- ・ 伝送距離 1.3km
- ・ 空中線利得 44.5dBi
- ・ 伝送信号 約1.5Gbps OOK (on-off-keying : 振幅変調)
- ・ 受信感度 (回線断レベル) -54dBm

図に掲載された計測等の結果においては、降雪前後の受信状況等が示されており、非降水(非降雪)時においては100mWの比較的弱い送信電力によっても安定した通信が実現している一方、一般的にも発生頻度が高いと考えられる降雪量とそれによる着雪とによって回線断が発生していることがわかる。

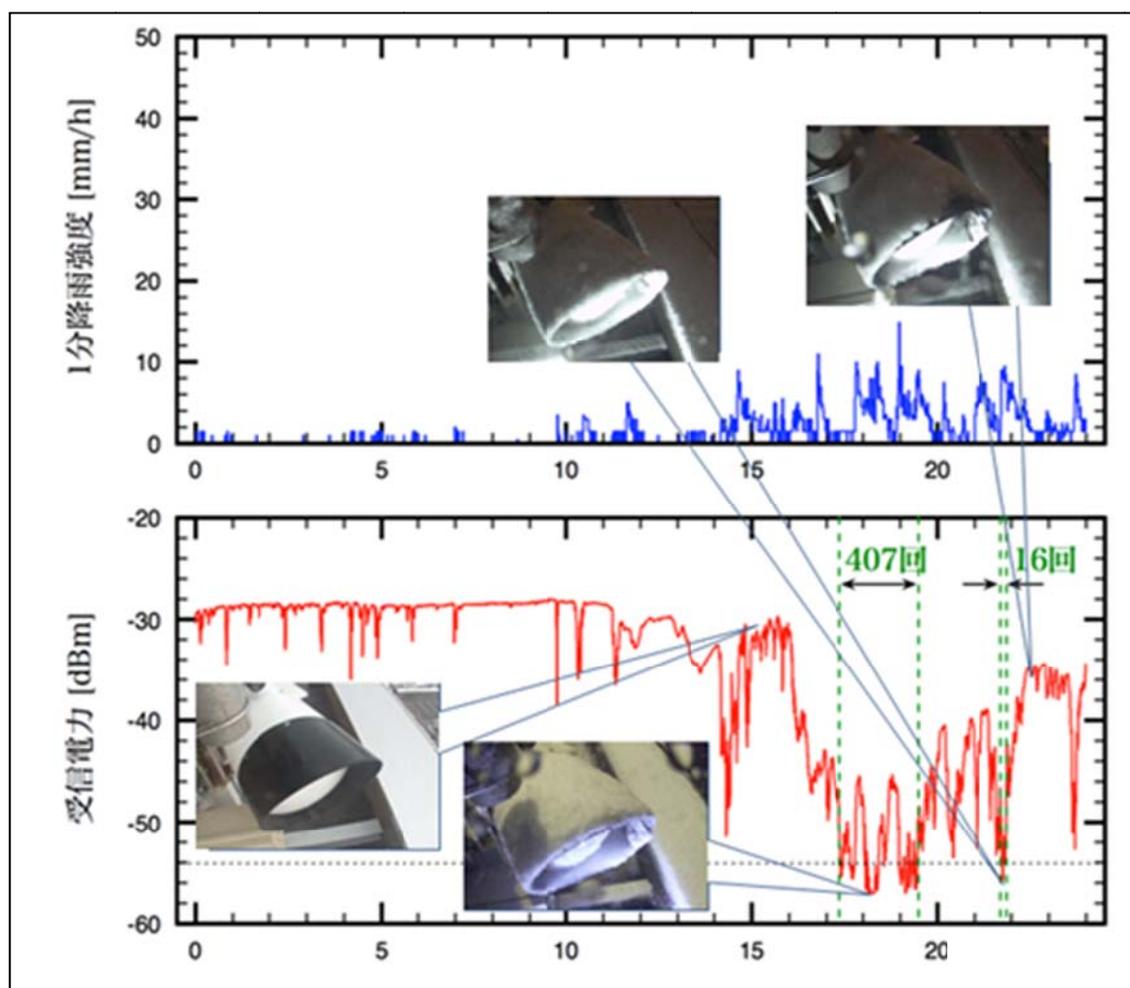


図2-2 降雪前後における通信状況の実験結果 (回数は瞬断)

このような結果も踏まえて、所要送信電力の算出例を表 2-3 に示す。

この場合において、まず、伝送距離については、2-1-2 を踏まえて 2km とする。また、降雨減衰については、50mm/h の降雨時（注）においても伝送が可能となることを条件とし、空中線は直径 1.2m（利得 55dBi）、変調方式は所要 C/N が最も小さい BPSK 相当のものを前提に検討している。

（注；我が国の降雨において、0.01%時間率雨量が約 40mm～80mm/h 内外となっている。（0.01%時間率雨量は、年間においてある雨量より強い降雨となる時間率が 0.01%となる雨量であり、例として東京では 60.3mm/h。（なお、0.0001%時間率雨量は東京では 183.4mm/h。いずれも 1 分間降雨強度の密度をもとに換算した 1 時間雨量）；http://www.soumu.go.jp/main_content/000083614.pdf より）

表 2-3 送信電力の試算

	項目	規格	備考
送信パラメータ	① 送信電力（尖頭電力）	30.0 dBm	1 W
	② 送信電力（平均電力）	23.7 dBm	尖頭電力-6.3dB
	③ 占有帯域幅	5000.0 MHz	
	④ 送信アンテナ利得	55.0 dBi	直径約 1.2m
	⑤ 共用器損失	0.0 dB	
	⑥ 帯域内輻射電力	78.7 dBm	②+④+⑤
	⑦ 帯域内輻射電力密度	41.7 dBm/MHz	⑥-10log(③)
受信パラメータ	⑧ 受信アンテナ利得	55.0 dBi	83.5GHz
	⑨ 共用器損失	0.0 dB	
	⑩ 受信感度	-88.5 dBm/MHz	
伝搬損失	⑪ 自由空間伝搬損失 +大気減衰	137.4 dB	2km、自由空間伝搬損失 +大気減衰
降雨減衰	⑫ 降雨減衰	38.0 dB	50mm/h の降雨
回線設計/ 降雨マージン	⑬ 回線設計マージン	9.9 dB	⑦+⑧-⑨-⑪-⑫-⑩

このような仮定をもとに試算した場合、送信電力が 1W 程度の場面において概ね一定の信頼のおける回線設定が可能となっていることがわかる。

このような試算を目安とし、また、最近の本周波数に対する素子の開発を踏まえて使用する送信電力の上限は 1W 程度（空中線最大利得 55dBi）とすることが望ましい。

なお、上記の試算では、想定される最も大きな利得の空中線を利用し、所要 C/N が小さい変調方式（BPSK 方式。受信感度が良いことに相当）を前提としていることから、同一の電力でより小さい空中線や所要 C/N の大きい変調方式を使用する場合には、マージンが低下し、通信可能な距離が小さくなることに留意する必要がある。

また、送信電力の許容偏差については、想定範囲においては相当の大きな電力での送信が常

態化しない限り重大な影響はなく、一般則の条件（設備規則 14 条第一項の表中第六（470MHz 以上の無線局の一般則。上限 +50%、下限 -50%等）とすることが望ましい。

なお、電力密度に関しては、これら通信システム相互の干渉及び電波天文との関係においては、極端に密度の高い（帯域幅の狭い）送信は望ましくないものの、高速の伝送を目的とした場合に本システムを導入することが多いと考えられることから一般的には狭帯域の送信が行われる可能性は低く、当面の間において多様な機器が開発できるよう、電力密度は規定しないことが望ましい。

2-2-3 割当て候補の周波数帯

80GHz 帯における現在の周波数分配の概要は図 2-3 のとおりである。

この周波数帯は、現在までに利用されている最も高い周波数帯である 60GHz 帯よりさらに高い周波数帯であり、現段階では、我が国においては利用が進んでいるとは言えない状況である。

一方、この帯域では「移動業務」「無線標定業務」等の業務の種別ごとの分配幅の単位が大きく高速・大容量の伝送への割当て・活用が期待できるほか、国際的に共通性の高い分配の配置となっている。

このような状況と上記 2-2-1 の期待される要件、また複信（双方向通信）が可能なものであることを考慮し、割当て周波数帯の候補として、71.0GHz～76.0GHz、81.0GHz～86.0GHz の 5GHz×2 の割当てをおこなうことが望ましい。

なお、今後の多様な技術開発の促進及び運用の自由度の確保を考慮し、当該周波数帯においては詳細なチャンネル配置を限定せず、指定周波数により割当てするなど、柔軟な対応が可能となることが望ましい。

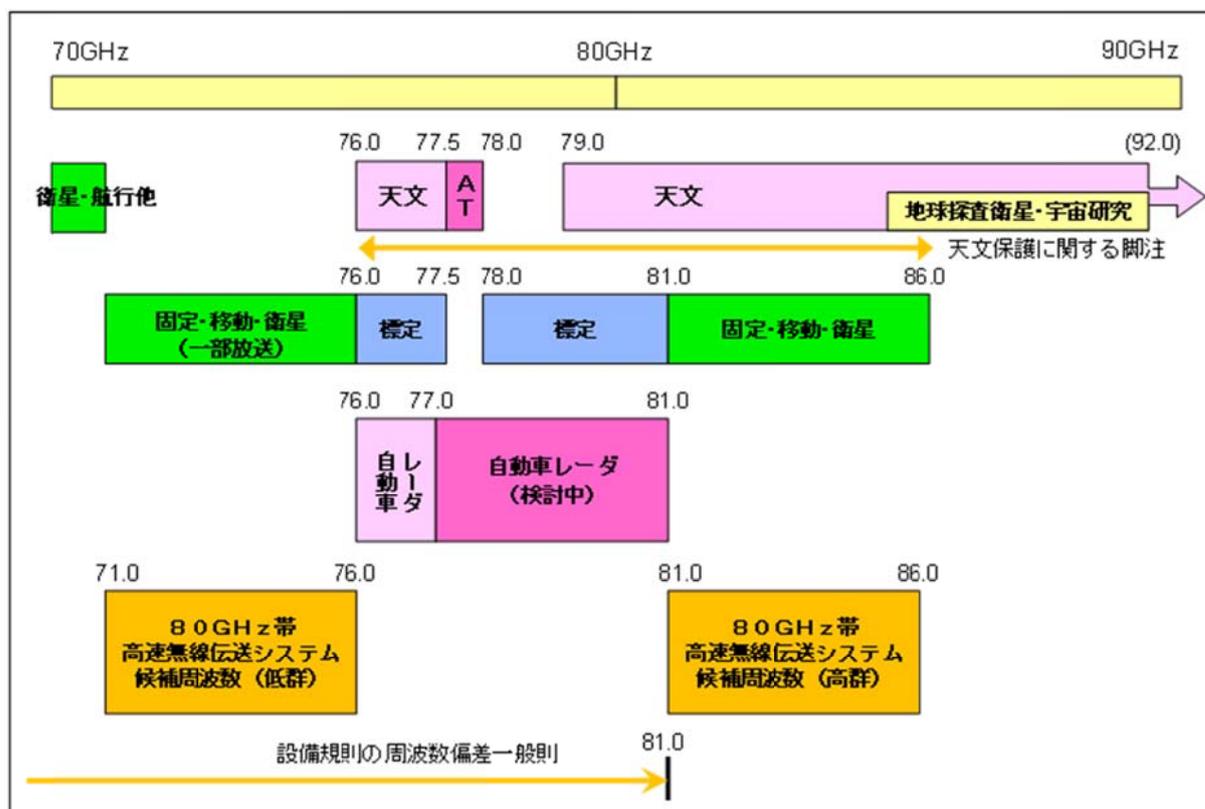


図 2 - 3 70GHz~90GHz の分配等の状況

2-2-4 不要発射

不要発射及び受信機が副次的に発射する電波等については、一定の技術により適切に抑制できることから、他のシステムの例に準じて規定することが望ましいが、一般的な運用形態やそれに適合した機器の製造におけるコスト等を考慮すべきであり、さらに、本周波数帯が極めて高い周波数帯であり、感度が十分に高い（測定雑音が十分に小さい）測定機器の入手や較正が困難であること等から、次の①~③のように規定することが望ましい。

- ① 不要発射の許容値は一般的な水準とし、次のとおりとする。
 - ・ スプリアス領域における不要発射の強度 $50 \mu\text{W}/\text{MHz}$ 以下（尖頭電力）
 - ・ 帯域外領域における不要発射の強度 $100 \mu\text{W}/\text{MHz}$ 以下（尖頭電力）
- ② 本システムでは指定周波数帯により指定することから、特定のチャネル配置を前提とした隣接チャネル漏洩電力の規定は不要である。
- ③ 受信機が副次的に発射する電波等については、下記により、送信における不要発射と同等の水準として定めることとし、次のとおりとする。
 - ・ スプリアス領域に相当する周波数における電波等の強度 $50 \mu\text{W}/\text{MHz}$ 以下（尖頭電力）
 - ・ 帯域外領域に相当する周波数における電波等の強度 $100 \mu\text{W}/\text{MHz}$ 以下（尖頭電力）

本システムで想定される装置として、送受信一体構成で送信は常時行われる製品が主となると考えられることから、一般的に帯域外のスプリアス発射の測定に必要な無変調波の発射機能を保有させることや受信装置単独で動作させることがいずれも困難な場合も多く、送受の不要発射・副次発射を個別に定める必要性も大きくないと考えられ、また、周波数が極めて高く、現段階では感度の十分に高い測定機器の入手が困難なために、受信機の構成から一般的に想定される水準の副次的発射の計測も困難である。

一方、目的とする周波数が高いために近傍の周波数及びより高い周波数の輻射による他の無線局への影響の可能性は十分に低く、かつ、無線機器内のフィルタ類・導波管等の構成を考慮するとより低い周波数成分において他に影響を与える水準の強い発射が生じる可能性は低いと考えられることから、受信機による副次発射は送信における不要発射と同じ値とするとともに、送受を分離せずに計測することも考慮した簡略化された測定方法を認めることが望ましい。

第3章 他システム等との共用検討

3-1 同種システムの相互間の共用検討

本システムを用いた電波（周波数）の利用に当たり、まず、同種相互間の周波数共用（干渉）の検討を行う。

この場合において、次のような前提を考慮しつつ検討する必要がある。

- ① 本システムは高速・大容量の伝送を行うことを目的としており、割当帯域内に帯域幅をより狭く制限した明示的な複数のチャンネルを設けることは困難であること。
- ② 本システムは主に特定の地点間の伝送を行うものであって、第2章に示したように、その中でも常設的な運用と仮設的な運用とがあるところ、免許等の制度に関してはこれらの形態ごとに異なる考え方で干渉を回避する方法があるが、本システムの利用分野においてはその差を明確化しにくいこと。

（特に「固定」として扱う場合には設置場所ごとの既存局との干渉を計算する一方、設置場所毎に免許を得る等の制度的対応が中心。「移動」として扱う場合には移動範囲内における局数の把握等に限られる一方、相互調整・技術的対策が中心になる。）

同種システムの相互間における干渉発生モデル例を図3-1のA及びBに示す。

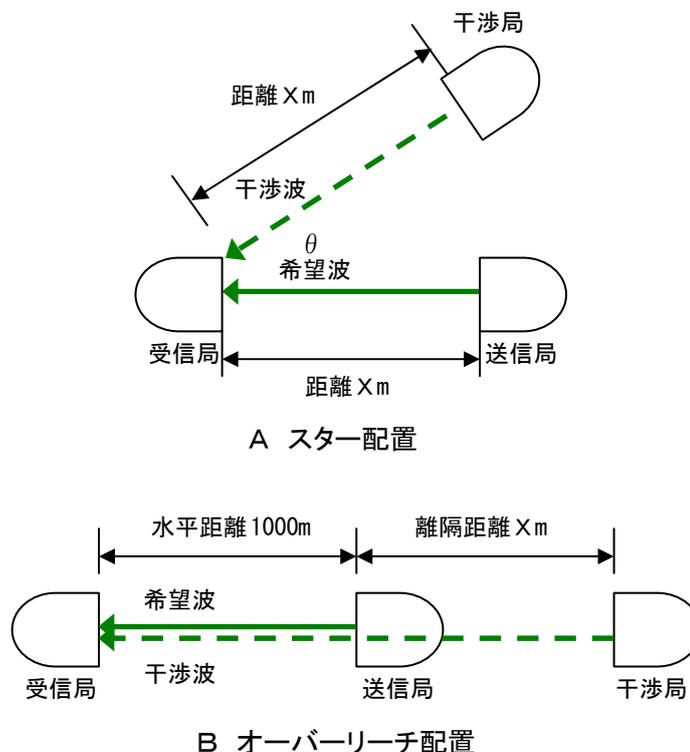


図3-1 同種システム相互間の干渉検討のモデル

本システムは、基本的に上り下り 1 チャンネルのみの割当てを想定しており、すべてのシステムが同じ周波数を繰り返し利用することを想定している。

図 3-1 A においては、希望する信号に対して同一の距離で他の方向から干渉波が入射されるものであり（スター配置）、B においては、同一の方向から干渉波が入射されるものである（オーバーリーチ配置）。

これらのモデルにおいて、C/I が 23dB（ETSI EN 302 217-3）を前提とした場合の計算結果を表 3-1 に示す。

また、計算に使用した空中線指向特性の例を図 3-2 に示す。

表 3-1 同種システム相互間の干渉検討結果（所要 C/N 23dB とした場合）

区分	A スター配置型	B オーバーリーチ配置型
空中線の指向性による減衰	23dB (3° 以上)	0dB (同一方向)
自由空間伝搬損失（追加分）	0dB (1km 同一距離)	20.6dB (130.8dB (1km) → 151.4dB (10.7km))
水蒸気損失（追加分） (0.25dB/1km)	0dB (1km 同一距離)	2.4dB (0.25dB (1km) → 2.7dB (10.7km))
合計	23dB	23dB

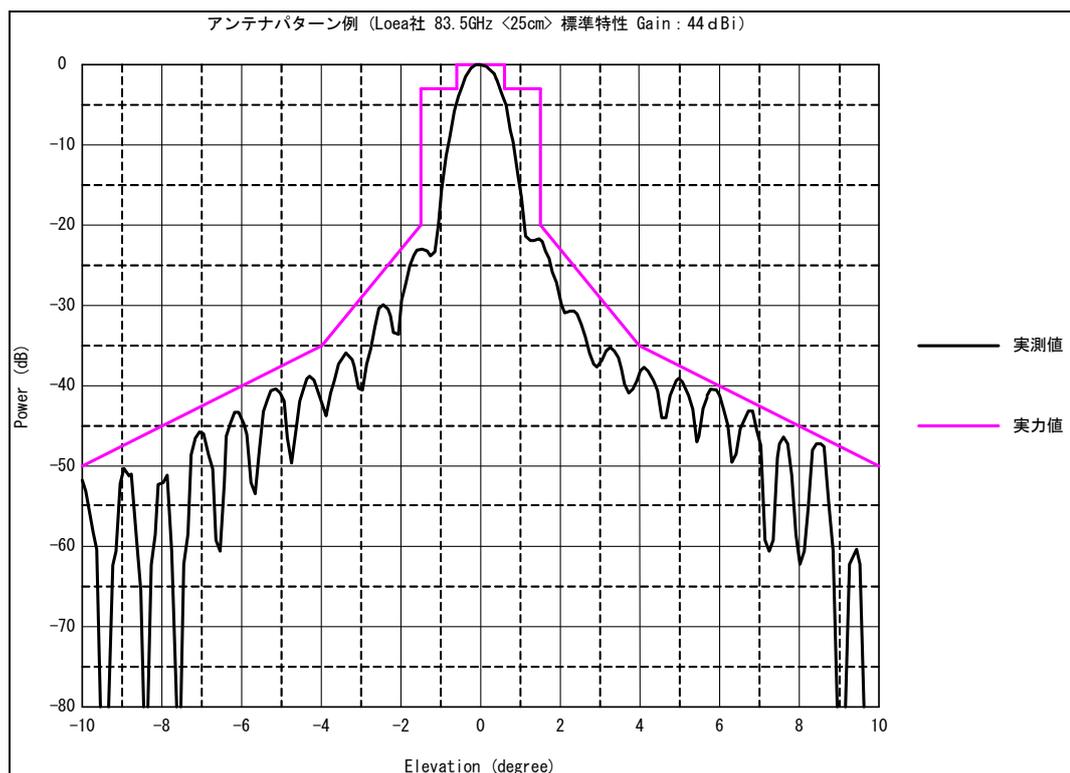


図 3-2 空中線指向特性 (口径約 25cm) の例 (利得最大点の定格約 44dBi)

スター配置の場合においては、アンテナ口径が約 25cm の場合、約 3 度以上の離隔角度を設けることにより、同一周波数での運用が可能となり、考えうる最悪の配置である指向性の正面 (3 度以内) におけるオーバーリーチ配置の場合においても、希望する区間を 1km とした場合、10.7km 以上の距離を離すことにより、同一周波数での運用が可能である。

これらを踏まえ、また、本システムの利用用途が比較的限られていて第 1 章に示したような運用形態を前提に全国で数千台程度からその 10 倍程度台数を想定するような範囲で普及台数が極端に多くなる可能性が低いことを考慮すると、同種のシステムの相互間における干渉の可能性は極めて低く、特に設置場所ごとに他の局との干渉検討を行って免許する等の特段の制度的な混信回避策をとる必要性は乏しく、一定の運用の自由度を確保するためにできるだけ簡便な免許等の制度を適用することが有効であると考えられる。

3-2 電波天文との共用検討

本システムの予定する周波数のうち、81GHz から 86GHz までの周波数については図 2-3 のとおり、電波天文業務と周波数を共用しているところである。

現在、当該周波数帯に関して電波法に基づく指定を受けた電波天文等の業務の受信局は表 3-2 のとおりであり、今後とも極端に増える可能性は低いと考えられるものの、本システムの運用において、今後このような施設が増加し、あるいは指定帯域が拡大する可能性があることを考慮する必要がある。

表 3-2 80GHz 帯において法に基づく指定を受けた電波天文の受信局

設置機関	受信局名(通称)	都道府県	80GHz 帯近傍の 公示周波数 (GHz)	備考
国立天文台	野辺山	長野県	86-92	隣接帯
国立天文台	水沢	岩手県	85.5-92	
国立天文台	鹿児島	鹿児島県	86-92	隣接帯
国立天文台	入来	鹿児島県	85.5-92	
国立天文台	小笠原	東京都	85.5-92	
国立天文台	石垣島	沖縄県	85.5-92	

3-2-1 干渉モデル及び検討結果

電波天文に対する保護の基準としては、ITU 勧告として、ITU-R RA.769 が規定されている。同勧告のうち、表 1 (TABLE1) において、例えば 80GHz 帯の有害干渉の閾値として規定された電力束密度は $-228\text{dBW}/\text{m}^2\cdot\text{Hz}$ であり、参照帯域幅等の換算を行うと、 $-197.4\text{dBm}/\text{MHz}$ となるが、これは、いわば、この値を超えなければ電波天文業務における受信に影響がないとみなされる値である。しかし、これを超える場合においても、電波天文受信施設の実際の運用状況によっては、十分な時間的余裕をもった調整を通じ、電波天文受信施設の業務に影響を与えずに本システムの運用が可能となる場合があり得ると考えられる。

本システムとの共用の検討においては、本システムの運用者が調整の要否を容易に判断できる比較的単純な基準(指針)を示すことを目的とし、一般的な運用関係のモデルとして次により運用の調整が必要となる基準を検討することとする。

- ① 電波天文の受信施設が見通し範囲にある場合。
- ② 電波天文の受信施設が見通し範囲外にある(中間に遮蔽物がある)場合で、一定の高さ 100m 相当のリッジ遮蔽がある場合(図 3-3)。

いずれの場所においても、考え得る中でもっとも高い空中線利得を持ちつつ、主ビームが受信施設方向に正対する可能性が低い(指向性による減衰特性が図 3-2 相当で 10 度程度方位離隔がある)ことを前提とし、かつ、水蒸気吸収について受信施設が立地する場合が多い高地の晴天時相当の吸収量が存在するものとして検討する。

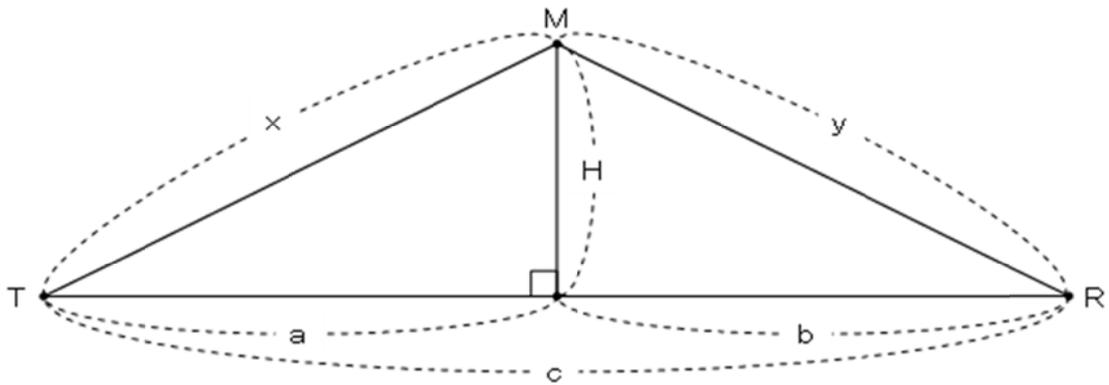


図 3-3 遮蔽のある場合の計算モデル例

3-2-2 検討結果

共用検討の結果を表 3-3 及び表 3-4 に表す。

遮蔽物がない（見通し状態にある）場合における最小離隔距離は約 217km となっており、遮蔽物が存在する場合の最小離隔距離は約 46km となっている。すなわち、これらの最小離隔距離内において本システムを運用した場合に電波天文受信施設の運用に影響を与え得る。

これらは、あくまでも一定のモデルによる結果であるが、調整の要否についての目安としては現実的なものであり、本システムの運用者が天文受信施設の保護を前提として調整を行う手掛かりとするためには、一定の単純な条件を設けることが必要であり、具体的事項として以下の場合においては、本システムの運用条件（設置場所、運用時間、指向方向等）や電波天文受信施設の運用条件を踏まえて当該受信施設の運用者と本システムの運用者との間で調整することとすることが望ましい。

- ① 電波天文受信施設からの見通し範囲において本システムの無線局を運用する場合。
- ② 本システムの無線局が電波天文受信施設から見通し範囲にないがその離隔距離が 50km 未満となる場合。

表 3-3 見通し関係にある場合の調整距離

	項目	規格	備考
送信パラメータ	① 送信電力	31.0 dBm	
	② 占有周波数帯域幅	1,000.0 MHz	
	③ 送信アンテナ利得	55.0 dBi	
	④ 指向性減衰	-50.0 dB	図 3-2 で±10°
	⑤ 帯域内輻射電力	36.0 dBm	①+③+④
	⑥ 帯域内輻射電力密度	6.0 dBm/MHz	⑤-10log(②)
受信パラメータ	⑦ 受信アンテナ利得	0.0 dBi	
	⑧ 指向性減衰	0.0 dB	

	⑨	電力スペクトルフラックス密度	-228.0	dB(W/(m ² ·Hz))	ITU-R RA. 769
	⑩	干渉閾値換算値	-197.4	dBm/MHz	
所要減衰量	⑪	所要減衰量	203.4	dB	⑥-⑩
伝搬損失	⑫	自由空間伝	177.6	dB	216.7km
	⑬	水蒸気圧	3.9	mmHg	
	⑭	水蒸気密度	2.9	g/m ³	15°C
	⑮	水蒸気分子による吸収係数	0.119	dB/km	
	⑯	大気減衰	25.8	dB	
	⑰	ナイフエッジ回折損	0.0	dB	
	⑱	伝搬損失の合計	203.40	dB	⑫+⑯+⑰

表 3-4 100m 相当の遮蔽がある場合の調整距離

		項目	規格		備考
送信パラメータ	①	送信電力	31.0	dBm	
	②	占有周波数帯域幅	1,000.0	MHz	
	③	送信アンテナ利得	55.0	dBi	
	④	指向性減衰	-50.0	dB	図 3-2 で±10°
	⑤	帯域内輻射電力	36.0	dBm	①+③+④
	⑥	帯域内輻射電力密度	6.0	dBm/MHz	⑤-10log(②)
受信パラメータ	⑦	受信アンテナ利得	0.0	dBi	
	⑧	指向性減衰	0.0	dB	
	⑨	電力スペクトルフラックス密度	-228.0	dB(W/(m ² ·Hz))	ITU-R RA. 769
	⑩	干渉閾値換算値	-197.4	dBm/MHz	
所要減衰量	⑪	所要減衰量	203.4	dB	⑥-⑩
伝搬損失	⑫	自由空間伝	164.0	dB	45.6km
	⑬	水蒸気圧	3.9	mmHg	
	⑭	水蒸気密度	2.9	g/m ³	15°C
	⑮	水蒸気分子による吸収係数	0.119	dB/km	
	⑯	大気減衰	5.4	dB	
	⑰	ナイフエッジ回折損	33.9	dB	
	⑱	伝搬損失の合計	203.40	dB	⑫+⑯+⑰

3-3 近傍周波数の他システムとの共用条件

近傍の周波数（76GHz～81GHz）においては、自動車用高分解能レーダの導入が検討されている。

詳細な干渉波の入感強度等については、当該自動車用レーダの送信電力特性や受信感度等を明確化する必要があるが、次のように、当該レーダとの間の干渉は特段問題にならないものと考えられる。

① 本システムから自動車用レーダに対する干渉

ア 自動車用レーダは、同一周波数において連続波方式・間欠波方式それぞれを含む自動車用レーダが相当数普及することを前提に、それらが相互に共存可能なように検討が進められていること。

イ 本システムからの、自動車用レーダの帯域への漏洩電力は十分に小さく、かつ、本システムの普及台数は極端に多くなる可能性は低く、アのレーダ相互の位置関係に比べて極端に近接する場合は少ないと考えられること。

② 自動車用レーダから本システムに対する干渉

自動車用レーダからの、本システムの帯域への漏洩電力量は十分に小さく、自動車用レーダは相当数普及する可能性はあるものの、通常は移動しており、本システムの空中線指向特性が鋭いことから、干渉が生じても、極めて短時間の一過性干渉となるために、本システム相互間の干渉に比べて重大な影響が生じる可能性は低い

以上のように、自動車レーダはなお検討中であるが、当該レーダとの干渉については、レーダの発射する本システムの周波数帯域内のエネルギー成分が極端に大きくなる、あるいはレーダのうち、被干渉耐性が極端に低いものが提案されるようなことがない限り、特段の問題はないと考えられる。

第4章 技術的条件

技術基準に係る内容及び測定法は次のとおりとすることが望ましい。技術基準の事項についてはいずれも将来の無線技術の進展・利用の動向等に伴って見直されるべきものであるが、測定法についても、測定機器の開発や製品化の状況等を考慮して見直す必要がある。

4-1 使用周波数帯及び指定周波数

① 規定内容等

使用周波数帯は 71.0GHz から 76.0GHz 及び 81.0GHz から 86.0GHz までとする。周波数は 73.5GHz 及び 83.5GHz を指定しつつ、指定に当たっては 4-2 のとおり指定周波数帯とする。

② 測定方法

4-2 ② のとおり。

4-2 電波の型式・占有周波数帯幅及び周波数の許容偏差

① 規定内容等

電波の型式は特に規定しない。占有周波数帯幅の許容値は 5GHz 以下とし、周波数の指定に当たって指定周波数帯として許容偏差は規定しない。

② 測定方法

ア 指定周波数帯

指定周波数帯は、次項の占有周波数帯幅の測定において占有周波数帯幅の上限の周波数及び下限の周波数が指定周波数帯内にあることをもって確認する。

イ 占有周波数帯幅の許容値

標準符号化試験信号により変調をかけた状態において得られるスペクトル分布の全電力について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こと。

標準符号化試験信号による変調が困難な場合は制御符号等を除くデータ領域のみ標準符号化試験信号とすることができる。

なお、送信スペクトル分布から測定系の雑音レベルまで余裕がなく電力積算に影響を与える場合は、分解能帯域幅を 1MHz とした状態で、キャリアリーク等を除く電力最大点から 23dB 減衰する点の上限周波数と下限周波数の差を用いることができる。

なお 23dB 低下した点が複数ある場合は、最も高い周波数と最も低い周波数の幅とする。

○ 測定法に関する検討結果

一定の変調を行った状態でスペクトルアナライザを用いて電力の総和との比率を算出する一般的な方法を基本としつつも、本周波数が極めて高い周波数帯であって測定器の感度が低い（測定雑音レベルが高い）こと等（注）を考慮すると、電力の総和を算出する方法が必ずしも正確ではないことから、23dB 減衰する（スペクトルの強度が、最大点の 0.5%相当となる）周波数の測定で判定することも認めることが望ましい。この場合、一般的には前者の方式（上限・下限の 0.5%を除く方式）に比べて実質的帯域幅は同等以下の幅が確保される。一方、スペクトルの強度の最大点としては、十分に幅の狭いキャリアーク（残留搬送波）を除いて判定して差し支えないと考えられる。

注 現在、市販されているスペクトルアナライザの測定周波数の上限は 50GHz であり、一部 67GHz まで対応可能な機種もあるが、67GHz を超える周波数を測定するためには、外付け周波数混合器（外部ミキサ）を用いてスペクトルアナライザの測定可能な周波数まで変換する必要がある。市販されている外部ミキサはスペクトルアナライザから供給される数 GHz の局部発振器（ローカル発振器）周波数を逡倍して用いているため、ミキサの変換損失が 30dB から 50dB 程度となり測定感度は極めて低くなる。

また、占有周波数帯幅を測定する際も周波数変換が必要であり、この場合、局部発振周波数は原則として占有帯域幅の 2 倍以上の周波数を確保しないと、いわゆる「折り返しスペクトル」が表示されて正確な測定ができないが、本件設備は帯域幅が最大 5GHz と広く、この 2 倍に当たる周波数の局部発振器の入手が困難である。局部発振器に前置フィルタ（プリセレクタ）が設置されていれば、局部発振器はより低い周波数でも測定可能であるが、このようなプリセレクタ付きの外部ミキサも 80GHz を超える周波数に対応する製品の入手が困難である。

4-3 空中線電力及び許容偏差

① 規定内容

空中線電力は 1W 以下であること。また、空中線電力の許容偏差は、上限 +50%、下限 -50%とすること。

② 測定法

ア 搬送波の振幅を変動しない変調方式にあつては、平均電力を測定する。この場合において、平均電力は原則として連続送信波によって測定する。ただし、運用状態において連続送信状態にすることが困難な場合にはバースト送信（間欠的要素を持つ連続送信）状態にて測定することができる。

バースト送信状態にて測定する場合は、送信時間率（電波を発射している時間／バースト繰り返し周期）が最大となる値でバースト繰り返し周期よりも十分長い区間における平均電力を測定し、送信時間率の逆数を乗じてバースト内平均電力を求める。

また、試験用端子が空中線端子と異なる場合は、空中線端子と試験用端子の間の損失等を補正する。ただし、空中線端子がない場合においては、測定のために一時的に測定用端子を設けて同様に測定すること。

イ ASK等搬送波の振幅を変動する変調方式にあつては、尖頭電力を測定する。ただし、尖頭電力の測定が困難な場合には、変調状態における最大電力となる電力で無変調の連続送信状態となるよう設定して、平均電力計を用いて測定した値を尖頭電力とすることができる。

また、上記無変調の連続送信状態の設定が困難な場合には、変調状態において平均電力計を用いて測定した値をもとに尖頭電力を算出することができる。この場合において、送信時間率（電波を発射している時間の積分値／データ周期等）が最大となる値で一定の値としてデータ周期よりも十分長い区間における平均電力を測定し、送信時間率の逆数を乗じ、更に必要に応じて尖頭電力換算係数を乗じて尖頭電力を求める。

この場合において、尖頭電力換算係数は、変調状態の平均電力値を、変調包絡線の最大値により連続送信したときの平均電力に換算する係数であり、変調包絡線の波形や帯域制限のためのフィルタの特性を考慮して算出する。

また、試験用端子が空中線端子と異なる場合は、空中線端子と試験用端子の間の損失等を補正する。ただし、空中線端子がない場合においては、測定のために一時的に測定用端子を設けて同様に測定すること。

○ 測定法に関する検討結果

指定する電力は、電波型式によって尖頭電力による場合と平均電力による場合とがあり、一般則としては、今回想定されているASK等で搬送波を断続する場合には尖頭電力、またBPSKなど位相変調の場合は平均電力で規定されているが、80GHz帯で1Gbps程度の変調速度の場合は尖頭電力を測定する電力計は入手困難であり、実質的には平均電力で測定することとなる。したがって、次の点を考慮する必要がある。

1) 尖頭電力で規定されている電波型式の場合は、測定上、次の対応を検討する必要がある。

(ア) 無線機側で連続した尖頭電力の尖頭値と同じ無変調波が連続送信できる試験モードの設定が可能な場合は無変調波を送信して平均電力を測定し、これを尖頭電力の測定値とする。

(イ) 無変調波の送信が困難な無線設備の場合、周波数混合器と局部発振器を用いてダウンコンバートしオシロスコープで計測するか、ベースバンド波形とフィルタ特性等をもとに変調波形を推定し、尖頭電力に換算する係数を測定し、求めた平均電力に乗じて尖頭電力を算出する。

2) 一般に平均電力で規定される電波型式であっても、多値QAMやOFDMのように尖頭電力と平均電力の比が大きい場合、次のような点を考慮して測定に用いる電力計の種類によって平均電力を補正する必要がある。

(ア) 平均電力の測定は、一般的には熱電対型の電力計を用いる。この場合、尖頭電力と平均電力の比が大きい場合であっても熱電対型の電力計では正しく測定できる。しかしながら、市販品の上限周波数が50GHzであるため80GHz帯の測定では使用することができない。

- (イ) 尖頭電力と平均電力の比が大きい場合において、ダイオード型の平均電力計で測定すると、測定値がずれる場合があるため必要に応じて測定値を補正する等の考慮が必要である。

4-4 不要発射の許容値

① 規定内容

不要発射の許容値は次のとおりであること。

- ・ スプリアス領域における不要発射の強度 $50 \mu\text{W}/\text{MHz}$ 以下（尖頭電力）
- ・ 帯域外領域における不要発射の強度 $100 \mu\text{W}/\text{MHz}$ 以下（尖頭電力）
- ・ 受信機が副次的に発射する電波等の限度
当該装置が送信する電波のスプリアス領域に相当する帯域における限度
 $50 \mu\text{W}/\text{MHz}$ 以下（尖頭電力）
当該装置が送信する電波の帯域外領域に相当する帯域における限度
 $100 \mu\text{W}/\text{MHz}$ 以下（尖頭電力）

なお、隣接チャンネル漏洩電力、帯域外領域及びスプリアス領域におけるスプリアス発射の強度はそれぞれ個別には規定しない。

② 測定法

ア 運用状態において占有周波数帯幅が最大となる変調状態として、不要発射の参照帯域幅当たりの尖頭電力を、スペクトルアナライザ等を用いて測定すること。この場合、スペクトルアナライザ等の分解能帯域幅は、技術的条件で定められた参照帯域幅に設定する。

イ 測定周波数範囲は、原則として 30MHz から 2 次高調波までとする。ただし、当面の間、測定周波数の上限を 110GHz とすることができるほか、導波管、フィルタ、デュープレクサ等の周波数特性により、不要発射が技術基準を満足することが明らかな場合は、その周波数範囲の測定を省略することができる。

また、導波管を用いるものは測定周波数の下限をカットオフ周波数の 0.7 倍からとすることができるほか、導波管が十分に長く技術基準を十分満足するカットオフ減衰量が得られることが証明できる場合は、その周波数範囲の測定を省略することができる。

ウ 試験用端子が空中線端子と異なる場合は、空中線端子と試験用端子の間の損失等を補正する。ただし、空中線端子がない場合においては、測定のために一時的に測定用端子を設けて同様に測定すること。

エ 受信機が副次的に発射する電波等の限度については、送信を停止した状態においてスペクトルアナライザを用いて測定する。なお、受信機を動作させつつ送信を停止することが困難な場合には、受信機を動作させつつ測定した送信電波のスプリアス領域の不要発射及び帯域外領域の不要発射の測定の結果が、いずれも規定を満たす場合には受信機が副次的に発射する電波等の限度も規定値を満たしているとする。

○ 測定法に関する検討結果

測定周波数範囲については、原則として一般的な考え方に準拠することとしつつ、本システムの使用する周波数自体が極めて高いこと等を背景とした下記のような状況を考慮して一定の簡略化が適当である。

- 1) 現在入手の容易な測定機器の測定対象周波数帯が概ね 110GHz 以下であって、国内で測定機器を較正することが出来る較正機関の較正可能な周波数帯が 110GHz までであり、いずれも本システムの 2 倍高調波（約 190GHz）までは対応していないこと。
- 2) 入手可能な測定機器の感度が低く、 $100 \mu\text{W}/\text{MHz}$ 程度以下の測定が困難であること。
- 3) 受信のみの動作が困難な構成の装置も製品化される可能性があること。
- 4) 運用される周波数が極めて高く、遮蔽等による減衰が大きく、厳密な測定を行わなくとも不要発射による影響が極めて低いと考えられること。
- 5) 導波管構造による低域の減衰（カットオフ）の効果は明確であり、また、フィルタ、デュプレクサ等の高域の減衰特性についても比較的安定であることから、これら挿入物による高域の減衰特性が確認されている場合等においては、不要輻射も十分に低減されていると考えられること。

なお、不要発射強度をスペクトルアナライザで測定する場合については、極めて広い帯域内で高速で変動する多くのスペクトル成分を通過帯域幅の限られたスペクトルアナライザで観測することとなるため、尖頭電力により把握・計測する必要がある。

第5章 その他

5-1 免許等の制度

第3章に示したように、本システムは、相互の干渉発生の可能性が大きくなり、周波数の有効利用をはかる観点からも、比較的簡便な制度により電波の発射を可能することが望ましい。

5-1-1 免許等制度の比較

本システムに関する無線局免許等制度の方式についての検討概要を次に示す。

① 固定局型の免許制度

固定する無線局としてより免許を受ける場合、原則として、設置場所毎に他の無線局への干渉の有無を計算等により確認する。干渉が実際に発生する可能性は最も小さいが、仮設等の場合においてもこれら計算を含む一定の手続きが必要なために、迅速な設置が困難であるため、本システムに対する適用は困難と考えられる。なお、干渉に関して自動的な判断が可能になれば、このような問題が軽減され、適用が求められる可能性もある。

② 移動局型の免許制度

周波数を共用する多くの無線局が移動する無線局として免許を受ける制度を適用する場合には、個々の無線局相互間の干渉の事前の確認が困難であることを踏まえると、一般的には無線局相互間の干渉の可能性がある程度低く、無線局の数が極端に大きくなならない性質のものに限られ、干渉の可能性を推し量る指標として、地域又は全体の局数の把握は重要となる。一方、個々の設置場所ごとの免許（変更）等の手続きは不要であり、必要に応じて設けられた移動範囲や運用に関する一定の条件のもとで柔軟な設置が可能となる。

本システムは、予想される普及局数が極端に大きくはなく、また指向性が鋭利で相互干渉の可能性が低い一方、電波天文受信施設への干渉回避のための条件を明示する必要がある等の特徴があることから、移動局型の免許制度は本システムの制度として適合性が高いと考えられる。

③ 登録局制度

登録局は、電波法第4条第4項に基づくものであって、干渉回避の積極的な機能（キャリアセンス等）を設けることを前提としており、移動範囲の制限等により干渉を回避することも考慮された制度である。局数の把握も可能であるが、本システムに適用する場合には、本システムはその性格からキャリアセンス機能等の搭載が困難であり、第3章に示すような電波天文と共用の協議等の実効性を確保する必要があることから本システムへの適用は困難と考えられる。

④ 免許不要局の制度（登録局を除く）

電波法4条第3項に基づいて、免許が不要なものである。平成22年12月の電波法改正により、法に定める送信電力の上限が10mWから1Wに引き上げられたが、本制

度は干渉回避のための積極的な機能が前提であり、移動範囲の制限・運用の条件の設定や局数把握のいずれも困難であり、本システムへの適用にはそぐわないと考えられる。

なお、①～③については、原則として無線従事者資格を保有する者による操作（選任）が必要である。

本システムに関しては、運用に当たって電波の質に直接影響を及ぼすような部位の調整としての技術操作はなく、この面での無線従事者資格者の配置の必要性は大きくないと考えられるが、今後、現在では予想しにくい多様な種類の装置や利用形態に適用されること可能性があり、電波天文受信施設に対する調整等が必要であること等も考慮し、当面は原則に基づいて無線従事者の選任を前提として運用されることを見込む。

また、免許制度に関しては、技術基準適合証明・工事設計認証等によるできるだけ簡便な制度が望まれる。

5-1-2 適用する無線局免許制度

本システムの免許等制度については、次により、免許局（移動局）として制度化し、運用については無線従事者の配置を前提とすることが望ましい。また、免許に当たっては電波天文受信施設と調整を行うべき運用の範囲について明示されることが望ましい。なお、将来の制度・条件等については、今後の普及動向・運用実績等により見直すことも必要と考えられる。

- ① 局数が極端に多くはならない状況のもとでは、指向性等から同種システム相互間の干渉の可能性が低く、置局に関する個別の審査の必要性は少ない一方、電波天文受信施設との離隔等について利用者に条件を明示する必要があり、主に光ケーブル補間等の利用が見込まれる中では、局数等の把握できない制度は好ましくないといった点で、免許不要局の制度は好ましくないこと。
- ② 移動中の通信は困難と見込まれるものの、短期・臨時回線等、工事の都度には手続きを伴わない柔軟な制度が求められ、一方、本システム相互の干渉の可能性の理解や電波天文受信施設との調整要件の遵守に一定の技術知識が必要と見込まれること。

5-2 電波防護

電波法施行規則第21条の3では、電波のエネルギー量と生体への作用との関係が定量的に定められており、これに基づきシステムの運用形態に応じて、これにもとづく電波防護の指針に適合するようシステム諸元の設定に配慮する必要がある。

図5-1に100kHzから300GHzの周波数帯での防護基準を示す。

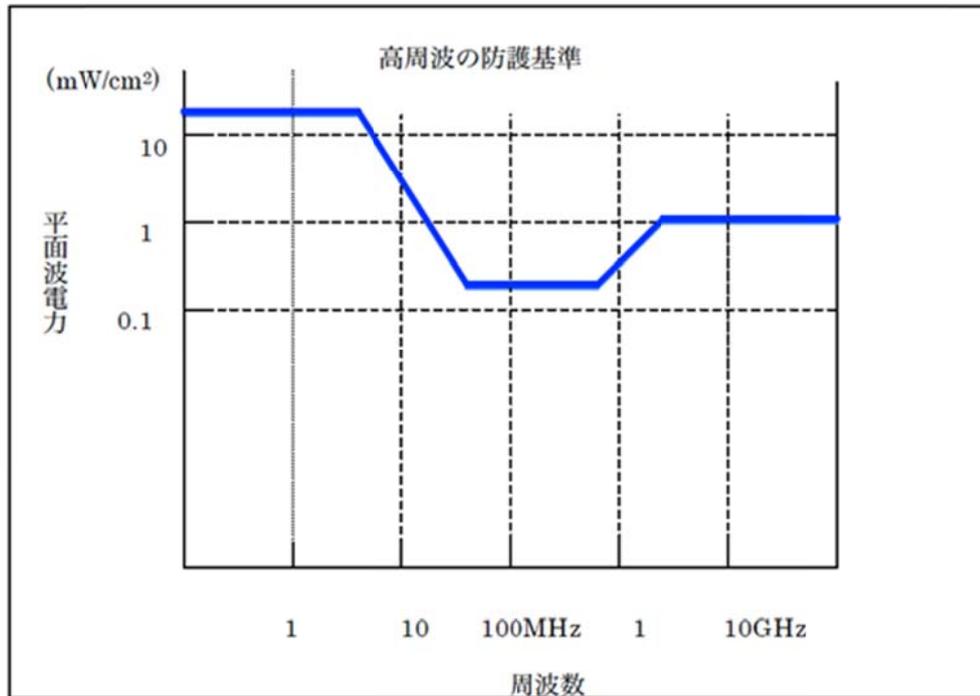


図5-1 電波防護基準

この場合において、80GHz帯における防護指針による電力束密度は、
 $1\text{mW}/\text{cm}^2$ (6分間平均)
 となっている。

無線設備からの発射される電力束密度の算出方法及び測定方法は次のとおりである。(告示平成11年4月27日第300号より)

$$S = P_{in} \cdot G \cdot K / (40\pi R^2)$$

S: 電力束密度 単位: [mW/cm²]

P_{in}: 送信空中線入力電力 単位: [W]

G: 送信空中線絶対利得 単位: 無し (倍)

R: 送信空中線からの離隔距離 単位: [m]

K: 反射係数 単位: 無し (倍)

(反射考慮しない: 1 大地面反射のみ考慮: 2.56 水面などの反射を考慮: 4)

第2章の検討等をもとに、本システムの諸元を次のように仮定する。

- ・ 送信電力尖頭値 1W (送信電力平均値 0.25W)
- ・ 空中線利得 51dBi (口径約0.7m相当。人体に近い位置に設置される可能性のある最も大きなものとして想定。別途空中線系挿入物損失1dBを想定。)

この場合の所要離隔距離は表 5 - 1 のとおりである。

表 5 - 1 電波防護に関する離隔距離算出結果

条件	所要離隔距離
反射を考慮しない	14. 1m
大地面反射のみ考慮	22. 6m
水面などの反射を考慮	28. 2m

このように、本システムの送信中の装置については、空中線の正面の数十 m 範囲内に立ち入った場合に電力束密度が基準値を超える可能性があるが、

- ① 本件システムが定置型の中継用途に利用される場合には、より大口径のパラボラ空中線が使用される場合もあるが、十分に高い地上高に設置され、上記範囲に人の立ち入りの可能性が極めて少ないこと
- ② 本システムが仮設型の用途に利用される場合は、地上高がある程度低くなる可能性があるが、遮蔽を避けて回線の安定を図るためには人の身長より十分に高い位置に設置することとなるほか、もし、この高さが十分でない場合でも、指向性が鋭いために、主ビーム幅は 28m の距離でも 1m~2m の範囲であり、6 分間の連続した照射とはなりにくいこと
- ③ 上記いずれの場合でも、実際に基準値を超える領域に長時間の立ち入りがあった場合には、受信電力が低下して通信に支障が生じるため、運用者が認識しやすいこと

等の状況から、問題の生じることはないと考えられる。

なお、このような注意事項及び条件の概要については、本装置の取扱い説明書等において周知されることが望ましい。

5 - 3 今後の課題等

本システムの使用する高い周波数帯は、今後さらなる技術開発が見込まれるため、このような技術動向や利用動向等により、次のような関係制度の見直しが必要となる可能性にも留意する必要がある。なお、制度の見直しを行う場合は、適切な経過措置が求められる。

- ① 変調方式・通信方式等について、より周波数利用効率の高い方式を標準とすることにより、より大容量の通信や同時使用できるより多くのチャンネルの確保
- ② 他の無線局の電波を検出する機能やチャンネルを分割した固定局免許制度の導入、隣接するレーダの局等の技術動向を反映した混信回避機能等、より混信の少ない安定した運用の確保
- ③ 本帯域に係る計測機器の性能向上とそれら機器が入手容易となった場合においては、スプリアス等の確実・適切な把握

V 審議結果

情報通信審議会諮問第 2009 号「小電力の無線システムの高度化に必要な技術的条件」のうち「80GHz 帯高速無線伝送システムの技術的条件」について、別添のとおり答申(案)を取りまとめた。

情報通信審議会 情報通信技術分科会 移動通信システム委員会 構成員

(敬称略：主査及び主査代理以外は五十音順)

氏名	所属
【主査】安藤 真	東京工業大学大学院 理工学研究科 教授
飯塚 留美	財団法人マルチメディア振興センター電波利用調査部主席研究員
伊藤 数子	株式会社パステルラボ代表取締役社長
伊藤 ゆみ子	マイクロソフト株式会社 執行役法務・政策企画統括本部長
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
唐沢 好男	電気通信大学 電気通信学部 電子工学科 教授
川嶋 弘尚	慶應義塾大学 名誉教授 コ・モビリティ社会研究センター 特別顧問
工藤 俊一郎	日本民間放送連盟 常務理事
黒田 徹	日本放送協会 放送技術研究所放送ネットワーク研究部 部長
河野 隆二	横浜国立大学大学院 工学研究院 教授
小林 久美子	日本無線株式会社 研究開発本部 研究所 ネットワークフロンティア チームリーダー 担当課長
中津川 征士	日本電信電話株式会社 技術企画部門 電波室長
丹羽 一夫	社団法人日本アマチュア無線連盟 副会長
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	株式会社東芝 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
宮内 瞭一	社団法人全国陸上無線協会 専務理事
森川 博之	東京大学 先端科学技術研究センター 教授
矢野 由紀子	日本電気株式会社 システムプラットフォーム研究所 研究部長
若尾 正義	社団法人電波産業会 専務理事

(19名)

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(平成23年1月17日まで)
構成員

(敬称略：主査及び主査代理以外は五十音順)

氏名	所属
【主査】森川 博之	東京大学 先端科学技術研究センター 教授
【主査代理】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
飯塚 留美	財団法人マルチメディア振興センター 電波利用調査部 主席研究員
伊藤 ゆみ子	マイクロソフト株式会社 執行役法務・政策企画統括本部長
入江 恵	株式会社NTTドコモ ネットワーク部長
黒田 徹	日本放送協会 放送技術研究所 放送ネットワーク研究部 部長
小林 久美子	日本無線株式会社 研究開発本部 研究所 ネットワークフロンティア チームリーダー担当課長
千葉 勇	三菱電機株式会社 開発本部 情報技術総合研究所 副所長
千葉 徹	シャープ株式会社 執行役員 ネットワークサービス事業推進本部長
土田 敏弘	NTTコミュニケーションズ株式会社 第二法人営業本部 第三営業部担当部長
西谷 清	ソニー株式会社 業務執行役員 SVP、環境、技術渉外担当
丹波 一夫	社団法人日本アマチュア無線連盟 副会長
萩原 英二	パナソニックモバイルコミュニケーションズ株式会社 常務取締役
堀部 晃二郎	KDDI株式会社 技術渉外本部 電波部担当部長 管理グループリーダー
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	株式会社東芝 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

宮内 瞭一	社団法人全国陸上無線協会 専務理事
矢野 由紀子	日本電気株式会社 システムプラットフォーム研究所 研究部長
弓削 哲也	ソフトバンクテレコム株式会社 専務取締役専務執行役員 兼 C T O 技術統括 研究本部 本部長 兼 渉外部担当
若尾 正義	社団法人電波産業会 専務理事

(20名)

情報通信審議会 情報通信技術分科会 移動通信システム委員会
80GHz帯高速無線伝送システム作業班 構成員

(敬称略：主任以外は五十音順)

氏名	所属
【主任】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
阿部 聡	富士通ワイヤレスシステムズ株式会社 プロダクト開発センター無線システム部 プロジェクト部長
五十嵐 喜良	社団法人電波産業会 研究開発本部 開発センター長
岩永 満宏	株式会社満宏 代表取締役社長
大石 雅寿	自然科学研究機構 国立天文台天文データセンター 准教授
岡田 一泰	日本電信電話株式会社 NTT未来ねっと研究所 ワイヤレスシステムイノベーション研究部 研究部長
加藤 数衛	株式会社日立国際電気 通信技術部 主管技師長
杉之下 文康	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
谷口 徹	日本無線株式会社 研究開発本部 研究所 担当部長
中川 永伸	財団法人テレコムエンジニアリングセンター 技術部 担当部長
宮坂 公雄	KDDI株式会社 技術渉外本部 電波部 課長
柳内 洋一	日本電気株式会社 消防・防災ソリューション事業部 シニアエキスパート
矢吹 博幸	パナソニック株式会社 通信コアデバイス開発センター 要素開発グループ グループマネージャー

(13名)

別 添

諮問第 2009 号

「小電力の無線システムの高度化に必要な技術的条件」のうち「80GHz帯高速無線伝送システムの技術的条件」(案)

情報通信審議会諮問第 2009 号「小電力の無線システムの高度化に必要な技術的条件」のうち「80GHz 帯高速無線伝送システムの技術的条件」についての一部答申（案）

「小電力の無線システムの高度化に必要な技術的条件」のうち「80GHz 帯高速無線伝送システムの技術的条件」については以下のとおりとすることが適当である。

1. 一般的条件

(1) 無線局の種別

陸上移動局

(2) 周波数帯

71GHz から 76GHz まで、81GHz から 86GHz まで

(3) 周波数チャンネル

73.5GHz、83.5GHz

(4) 通信方式

単向通信方式又は複信方式

(5) 電波防護指針への適合

電波法施行規則第 21 条の 3 を満足していること。

2. 無線設備の技術的条件

(1) 送信装置

ア 周波数の許容偏差

周波数の指定に当たっては、指定周波数帯とすることから、周波数の許容偏差は規定しない。

イ 占有周波数帯幅の許容値

5GHz 以下

ウ 空中線電力

1W 以下

エ 送信空中線の絶対利得

55dBi 以下

- オ 空中線電力の許容偏差
上限 50%、下限 50%
- カ 帯域外領域における不要発射の強度の許容値
100 μ W/MHz 以下（尖頭電力）
- キ スプリアス領域における不要発射の強度の許容値
50 μ W/MHz 以下（尖頭電力）

(2) 受信装置

- ア 受信機が副次的に発する電波等の限度
 - (ア) 帯域外領域に相当する帯域における限度
100 μ W/MHz 以下（尖頭電力）
 - (イ) スプリアス領域に相当する帯域における限度
50 μ W/MHz 以下（尖頭電力）

3. 測定法

(1) 占有周波数帯幅

標準符号化試験信号により変調をかけた状態において得られるスペクトル分布の全電力について、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%となる周波数帯を測定すること。

標準符号化試験信号による変調が困難な場合は、制御符号等を除くデータ領域のみ標準符号化試験信号とすることができる。

なお、送信スペクトル分布から測定系の雑音レベルまで余裕がなく、電力積算に影響を与える場合は、分解能帯域幅を 1MHz とした状態で、キャリアーク等を除く電力最大点から 23dB 減衰する点の上限周波数と下限周波数の差を用いることができる。

なお、23dB 低下した点が複数ある場合は、最も高い周波数と最も低い周波数の幅とする。

(2) 空中線電力

ア 搬送波の振幅が変動しない変調方式

搬送波の振幅が変動しない変調方式にあつては、平均電力を測定する。この場合において、平均電力は原則として連続送信波によって測定する。ただし、運用状態において連続送信状態にすることが困難な場合には、パースト送信（間欠的要素を持つ連続送信）状態にて測定することができる。

パースト送信状態にて測定する場合は、送信時間率（電波を発射している時間／パー

スト繰り返し周期)が最大となる値でバースト繰り返し周期よりも十分長い区間における平均電力を測定し、送信時間率の逆数を乗じてバースト内平均電力を求める。

また、試験用端子が空中線端子と異なる場合は、空中線端子と試験用端子の間の損失等を補正する。ただし、空中線端子がない場合においては、測定のために一時的に測定用端子を設けて同様に測定すること。

イ ASK等搬送波の振幅が変動する変調方式

ASK等搬送波の振幅が変動する変調方式にあつては、尖頭電力を測定する。ただし、尖頭電力の測定が困難な場合には、変調状態における最大電力となる電力で無変調の連続送信状態となるよう設定して、平均電力計を用いて測定した値を尖頭電力とすることができる。

また、上記無変調の連続送信状態の設定が困難な場合には、変調状態において平均電力計を用いて測定した値をもとに尖頭電力を算出することができる。この場合において、送信時間率(電波を発射している時間の積分値/データ周期等)が最大となる値で一定の値としてデータ周期よりも十分長い区間における平均電力を測定し、送信時間率の逆数を乗じ、更に必要に応じて尖頭電力換算係数を乗じて尖頭電力を求める。

この場合において、尖頭電力換算係数は、変調状態の平均電力値を、変調包絡線の最大値により連続送信したときの平均電力に換算する係数であり、変調包絡線の波形や帯域制限のためのフィルタの特性を考慮して算出する。

また、試験用端子が空中線端子と異なる場合は、空中線端子と試験用端子の間の損失等を補正する。ただし、空中線端子がない場合においては、測定のために一時的に測定用端子を設けて同様に測定すること。

(3) 不要発射の強度

ア 運用状態において占有周波数帯幅が最大となる変調状態として、不要発射の参照帯域幅当たりの尖頭電力を、スペクトルアナライザ等を用いて測定すること。この場合、スペクトルアナライザ等の分解能帯域幅は、技術的条件で定められた参照帯域幅に設定する。

イ 測定周波数範囲は、原則として30MHzから2次高調波までとする。ただし、当面の間、測定周波数の上限を110GHzとすることができるほか、導波管、フィルタ、デュープレクサ等の周波数特性により、不要発射が技術基準を満足することが明らかな場合は、その周波数範囲の測定を省略することができる。

また、導波管を用いるものは測定周波数の下限をカットオフ周波数の0.7倍からとすることができるほか、導波管が十分に長く技術基準を十分満足するカットオフ減衰量が見られることが証明できる場合は、その周波数範囲の測定を省略することができる。

ウ 試験用端子が空中線端子と異なる場合は、空中線端子と試験用端子の間の損失等を補正する。ただし、空中線端子がない場合においては、測定のために一時的に測定用端子を設けて同様に測定すること。

エ 受信機が副次的に発する電波等の限度については、送信を停止した状態においてスペクトルアナライザを用いて測定する。なお、受信機を動作させつつ送信を停止することが困難な場合には、受信機を動作させつつ測定した送信電波のスプリアス領域の不要発射及び帯域外領域の不要発射の測定の結果が、いずれも規定を満たす場合には受信機が副次的に発する電波等の限度も規定値を満たしているとする。

以 上