

# 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 概要

「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、  
「基幹系無線システムの高度化等に係る技術的条件」

## 固定通信システム

- 1950年代に、4GHz帯を使用する中継回線として利用が開始されて以降、基幹ネットワークを構成する主要技術として位置付け
  - 通信需要の増大に対応するため、利用周波数帯の拡大やデジタル化による大容量化が進展
- 光ファイバーの実用化/普及により、基幹ネットワークでは固定通信システムから光ファイバーへの移行が進展

## 固定無線アクセス(FWA)システム

- 1990年代に、オフィスや一般家庭等と電気通信事業者の交換局との間や中継回線との間を直接接続する無線システムとして登場
  - 大容量通信を無線で実現するシステムとして期待
- ADSL※1やFTTH※2等の有線ブロードバンドの進展に伴い、FWAシステム利用者は減少傾向

※1 Asymmetric Digital Subscriber Line: 電話線によるデータ通信サービス  
 ※2 Fiber To The Home: 光ファイバーによるデータ通信サービス

## 基幹系無線システムの現状

柔軟な回線構築が可能である特性を活かし、様々な用途での利用が進展

### 【基幹系無線システムの利用例】

- 光ファイバーの敷設が困難な場所等における補完
- 移動通信システム基地局のエントランス回線
- 近距離の拠点間を接続する通信回線
- オフィスや一般家庭等と交換局との間を接続する通信回線
- 災害発生時等におけるネットワーク回線

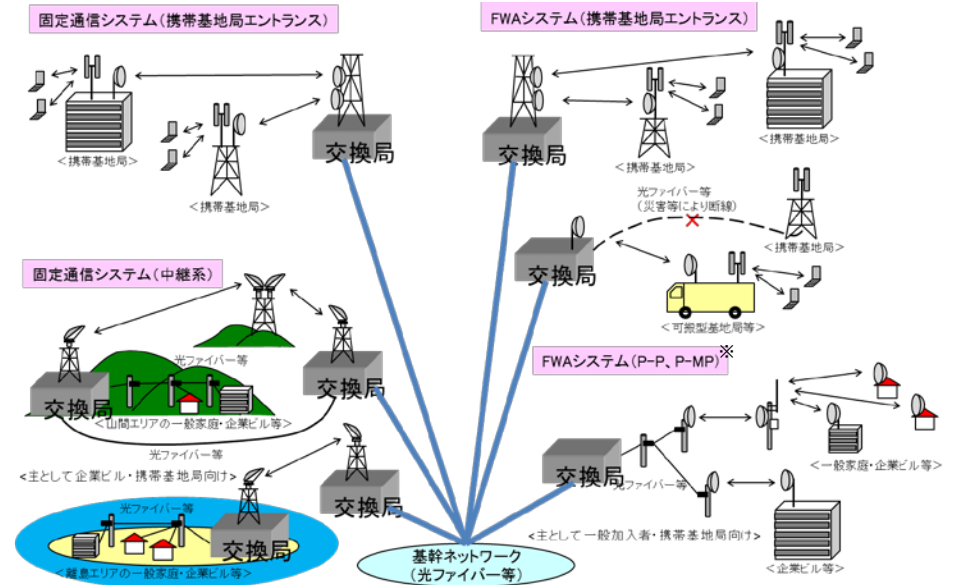


図1 基幹系無線システムの展開イメージ

※ Point to Point, Point to Multipoint

## ○ 周波数の利用ニーズに応じて、基幹系無線システムの使用する周波数帯を移行／割当て

- ✓ 大容量通信の需要に対応するため、FWAシステム用の周波数帯として26/38GHz帯を追加割当て(平成10年)
- ✓ 電気通信業務用の固定通信システム増加に対応するため、18GHz帯を追加割当て(平成15年)
- ✓ 移動通信システム用の周波数帯を確保するため、低い周波数帯(4/5GHz帯)を使用する固定通信システムをより高い周波数帯に移行又は光ファイバーに代替(平成24年)

利用形態	利用業務	6/7GHz	11GHz	12GHz	15GHz	18GHz	22GHz	26GHz	38GHz	40GHz
固定通信システム	電気通信	○	○		○	○	○			
	公共	○		○		○				○
	一般	○		○						○
固定無線アクセス(FWA)システム	電気通信					○	○	○	○	
	公共					○	○	○	○	
	一般						○	○	○	
備考		6GHz: 電通 6.5/7.5GHz: 電通・公共・一般・放送								

(注) 左記のほか、放送事業用の固定通信システムが5.9/6.8/7/10/13GHz帯を使用

表1 我が国における基幹系無線システムの主な使用周波数帯(6GHz超)及び使用業務

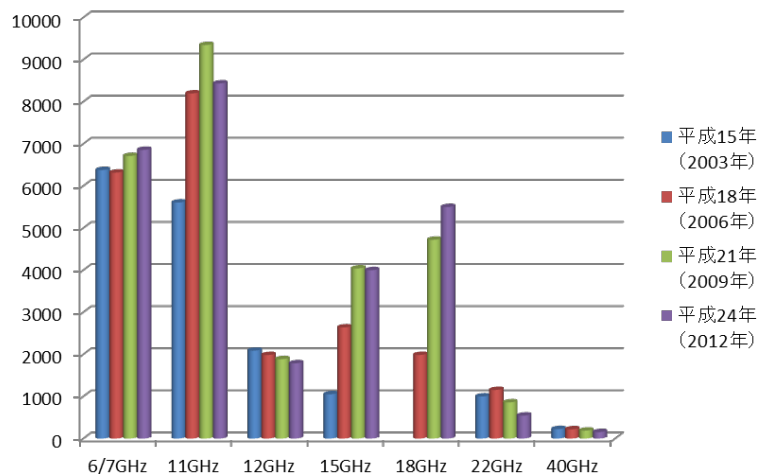


図3 我が国における固定通信システム無線局数の推移

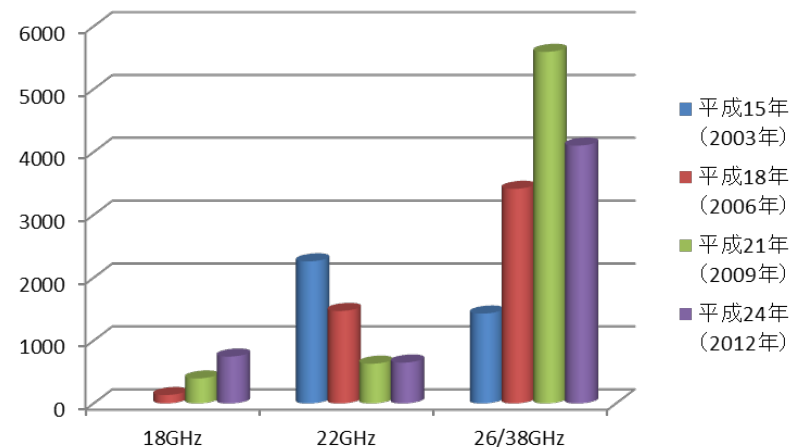


図4 我が国におけるFWAシステム無線局数の推移

○ 欧米でも、基幹系無線システムの役割として、固定電話サービスの基幹ネットワークに主要な構成要素から光ファイバーの敷設が困難な地域への通信回線や移動通信システムのバックホール回線等へ変化

- ✓ 欧州域内19カ国では、光ファイバーの代替技術として移動通信システム等のネットワーク構築に利用する需要の高まりにより、平成9年(1997年)以降、基幹系無線システムの無線局数は増加
- ✓ 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(LMR: Land Mobile Radio)のバックホール等への需要拡大やネットワークIP化に向けた設備更新等による無線局数が増加

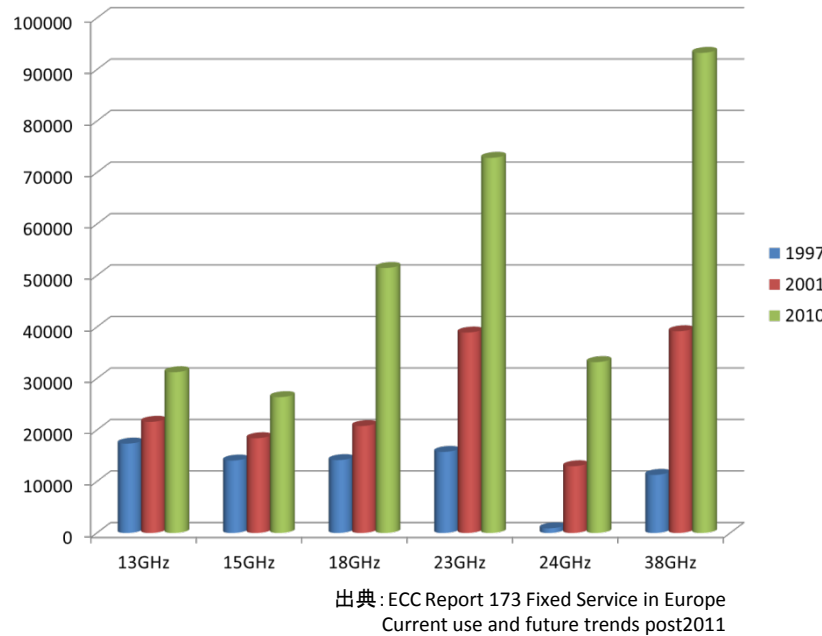


図5 欧州における基幹系無線システム等の無線局数の推移

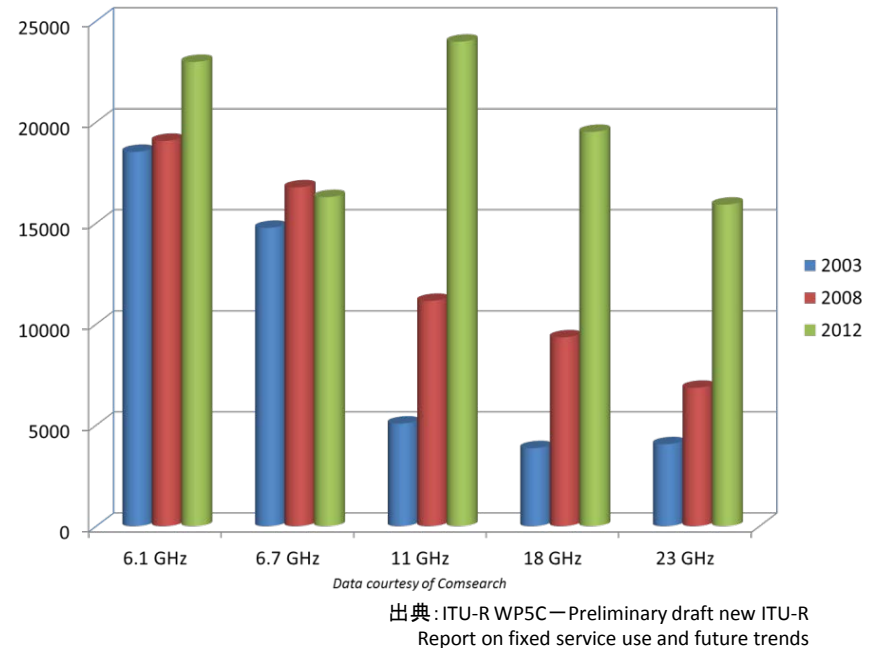


図6 米国における基幹系無線システム等の無線局数の推移

# 基幹系無線システムの技術動向

## ○ システムの導入以降、伝送容量の大容量化や通信回線の信頼性向上等に向けた技術開発が進展

- ✓ 変調方式の多値化等による伝送容量の大容量化
- ✓ 電波の伝搬環境に応じた変調方式の変更や送信電力の自動制御による通信回線の信頼性向上
- ✓ デジタル信号処理のLSI※化による機器の低消費電力化や小型化

## ○ ネットワークのIP化に伴い、無線システムに導入される技術もIP系へと移行

※ Large Scale Integration: 大規模集積回路

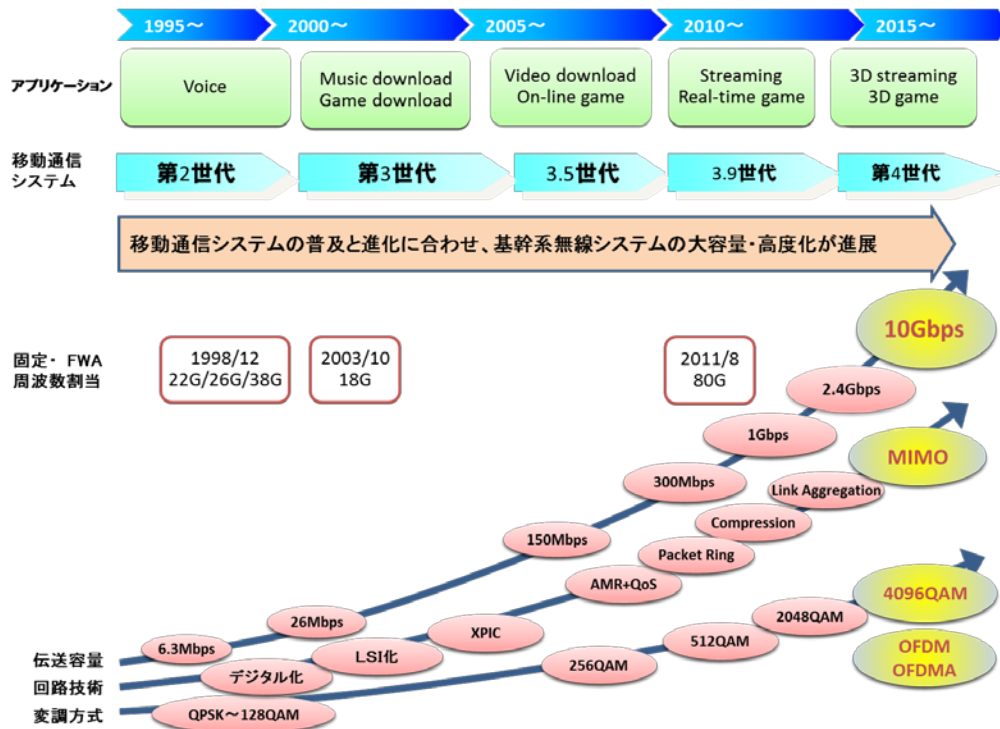


図7 基幹系無線システムの技術動向

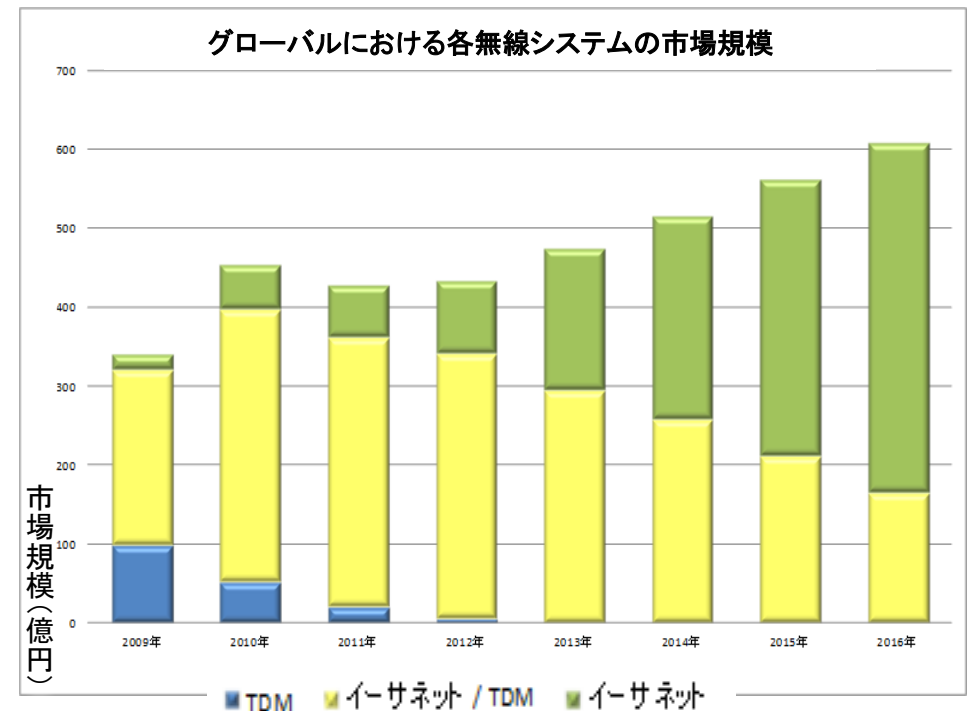


図8 グローバルにおける各無線システムの市場規模

基幹系無線システムの利用展望

伝送容量の大容量化

- ✓ 移動通信システム高度化によるトラフィック増加への対応
- ✓ 映像による遠隔監視等による情報量の増加への対応

信頼性の確保

- ✓ 利用者への安定的な回線提供
- ✓ 伝搬環境の急激な変化時における安定的な運用
- ✓ 通信回線の信頼性を損なうことなく十分な伝搬距離を実現

迅速なネットワーク構築

- ✓ 利用者ニーズに対応するエリア展開
- ✓ 災害発生時やイベント時における臨機応変な利用



空中線電力等は現行基準の範囲内として、以下の観点から高度化に向けた検討を実施。

○ 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

- ✓ 現行基準で規定される以上の多値変調技術及び偏波多重方式など、最新技術の導入

○ 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

- ✓ 地域特性や技術水準に即した規律の見直し
- ✓ 周波数利用の在り方

## ○新たな技術の導入によって、他無線システムへの干渉を回避しつつ、ギガビットクラスの伝送容量を実現

### 偏波多重方式の導入

- ✓ 固定通信システムでは、免許時に電力量の増加に伴う干渉検討を実施することで共存可能
- ✓ FWAシステムでは、電力量の増加時に隣接チャネル帯域の保護規定値を満足することで共存可能

### 高次多値変調技術の導入

- ✓ 現行の規定値で回線設計を行うことによって、他システムと共存を図りつつ回線品質を維持
- ✓ 伝搬環境の状況に応じて変調多値数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

### 利用周波数帯の広帯域化

- ✓ 空中線電力を変えずに利用周波数帯を広帯域化することにより、隣接チャネル帯域への漏えい電力を抑制

### 将来におけるOFDM※導入への対応

- ✓ 将来におけるOFDMの導入に備えた所要の制度整備によって、円滑な導入を実現

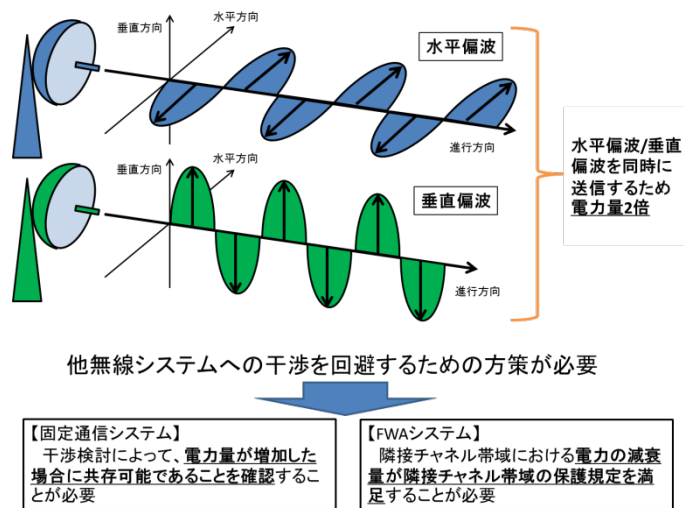


図9 偏波多重方式の導入時における干渉回避方策

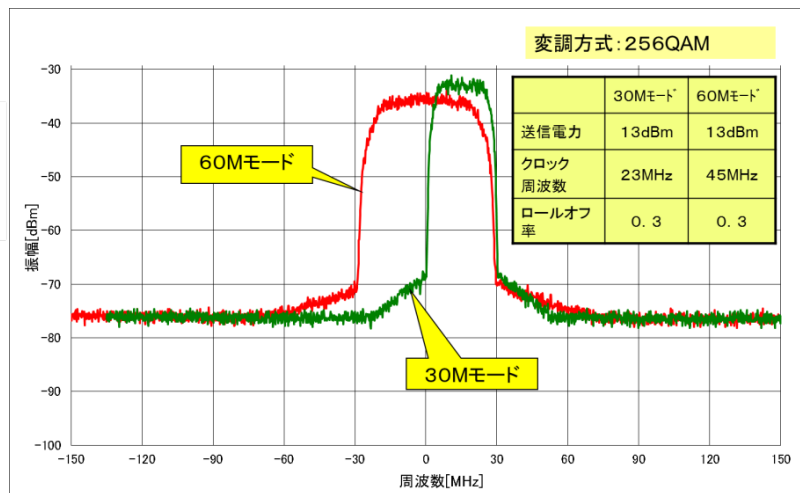


図10 空中線電力一定で帯域を2倍化した場合の送信スペクトル

※ Orthogonal Frequency Division Multiplexing : 直交周波数分割多重方式

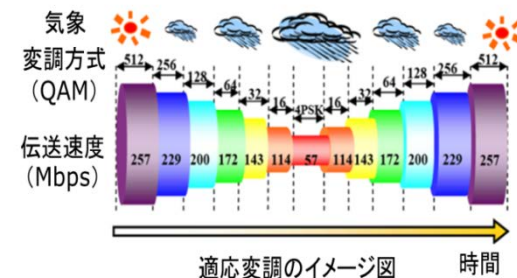


図11 高次多値変調技術と適応変調技術の導入時におけるイメージ図



- 現行基準の見直しによって回線設計の自由度を増加させ、十分な伝搬距離の確保と回線信頼性を両立
- 技術水準の向上に対応した現行基準の見直しによって、周波数利用効率の向上等を実現

## 標準受信入力値の下限値規定の見直し

- ✓ 現行の回線品質基準を満たす場合に限り、降水量が少ない地域等では回線設計マージンを伝搬損失に充当可能とし、伝搬距離の長距離化を実現

## 降雨マージン算出方法の見直し

- ✓ 一定期間の降雨統計から降雨減衰確率を算出するガンマ分布に加え、降雨データを見直して新たな近似値方法から算出するM分布を用いた回線設計を可能とする見直し

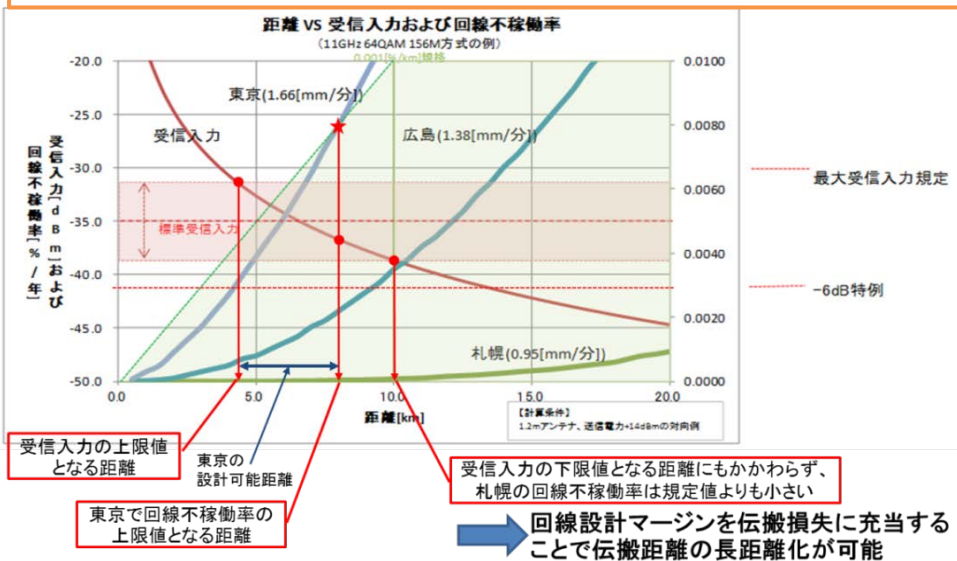


図12 伝搬距離と受信入力/回線不稼働率の地域による違い

## 占有周波数帯幅の規定方法の見直し

- ✓ 技術水準の進展に応じて占有周波数帯幅の許容値を求める計算式を見直し、さらなる大容量化を実現

## 空中線規格の見直し

- ✓ 18GHz帯基幹系無線システムの空中線規格について、形状に依存しない規定を検討

## 周波数許容偏差の見直し

- ✓ 実現性が確保できる範囲内で規定を見直し

	占有周波数帯幅 計算式	計算による占有周波数帯幅	規定への適合性
現行規定	$f_{cl} \times 1.3$ ロールオフ率:0.5以下	65MHz(注)	×
見直し後の規定	$f_{cl} \times (1+\alpha)$ ロールオフ率( $\alpha$ ):0.5以下	60MHz(注)	○

※ クロック周波数( $f_{cl}$ ): 50MHz、ロールオフ率( $\alpha$ ): 0.2における計算例  
(注) 実力値は53.7MHz

FWAシステム(周波数帯幅60MHz、QAM方式)を大容量化する場合



## ○利用ニーズの変化を踏まえた周波数割当方針の見直しによって、利便性の向上等を実現

### FWAシステムの周波数割当方針

FWAシステムでは、伝送容量の大容量化を実現するため複数の周波数ブロックを同時に利用するニーズが顕在化しつつあるほか、より柔軟な無線局運用を可能とするため免許基準とされている地域における無線局の開設数の緩和等が求められている。

- ✓ 以下の方向性について、今後の検討が望まれる。
  - FWAシステムの利用ニーズの変化を踏まえた免許基準の見直し
  - 災害発生時等における迅速なネットワーク構築を可能とするため、災害対策等に使用するFWAシステムの免許の在り方
  - FWAシステム用周波数帯の利用効率を更に向上させる方策

#### 【参考】現行のFWAシステム用周波数の免許方針

- FWAシステム用周波数帯を複数の周波数ブロックに分割
- 地域に一定数以上の無線局を開設する者に周波数ブロックを割当て
- 周波数ブロックは複数の免許人で共有して使用

## ○ 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

- ✓ 現行基準以上の多値変調技術や偏波多重方式の導入によって、周波数利用効率の向上や伝送容量の大容量化を実現
- ✓ 適応変調技術や自動送信電力制御技術の導入によって、気象変動時等に起因する通信遮断時間を低減
- ✓ 地域特性を踏まえた回線設計により、回線品質を維持しつつ十分な伝搬距離を確保

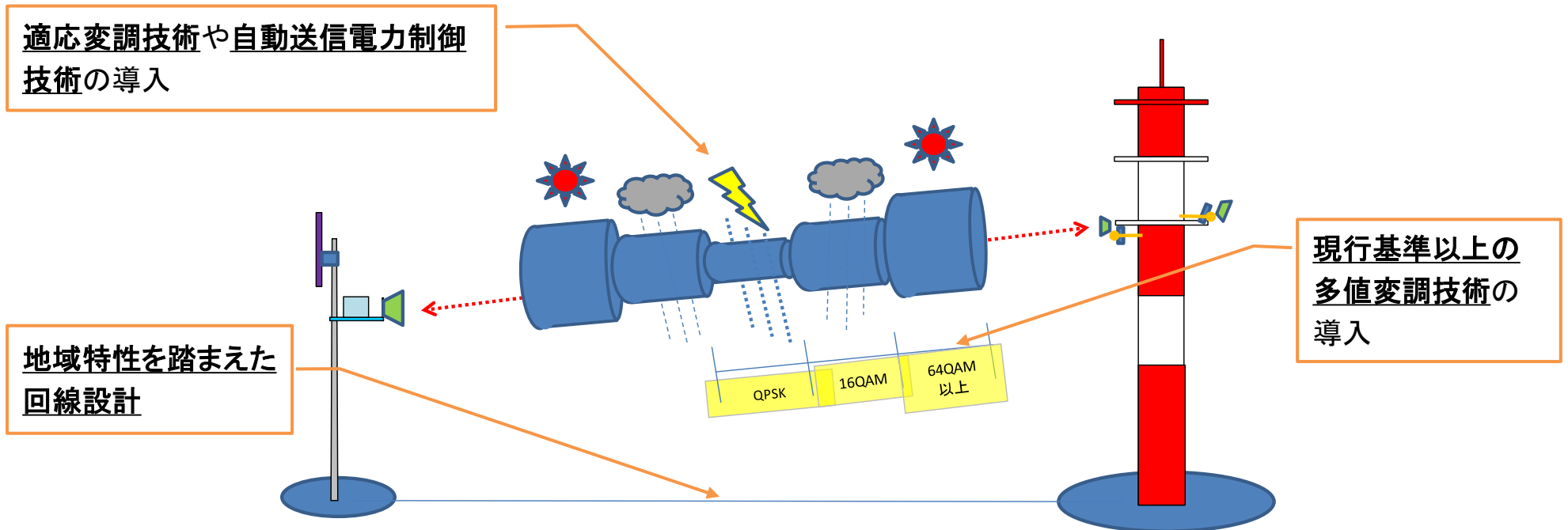


図13 高度化された基幹系無線システムの運用イメージ

# (参考)基幹系無線システムの高度化に向けた主な検討項目

項番	検討項目	11GHz	15GHz	18GHz	22GHz	12GHz	18GHz	40GHz	18GHz	18GHz	22GHz	26GHz	38GHz	検討のポイント
		電通業務用				公共業務用				電通業務用				
		(固定局)				(固定局)				(陸上移動局[FWA])				
1	利用周波数帯の広帯域化	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○	○	○	伝送容量1Gbpsを目標とする帯域拡大への対応
2	偏波多重方式の導入	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	V/H偏波同時利用による大容量化への対応
3	高次多値変調技術の導入	○	○	○	○	○ (>128)	○	○ (>4PSK)	○	○	○	○	○	1Gbpsを目標とする変調方式(高次QAM方式)の導入への対応
4	適応変調技術の導入	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	導入するための規定整備
5	自動送信電力制御技術(ATPC)の導入	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	導入するための規定整備
6	将来におけるOFDM導入への対応	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	将来におけるOFDM導入に備えた対応
7	標準受信入力値の下限値規定の見直し	○	○	○	○	-	-	-	-	-	-	-	-	降雨減衰量の少ない区間等での距離延伸方法
8	占有周波数帯幅の規定方法の見直し	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	技術水準を踏まえた計算式の見直し
9	空中線規格の検討	-	-	○	-	-	○	-	○	○	-	-	-	形状に依存しない規格に見直し
10	所要降雨マージンの算出方法の見直し	○	○	○	○	○	○	○	-	-	-	-	-	M分布を追加するための規定整備
11	周波数許容偏差の見直し	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	技術水準を踏まえた規定見直し
12	FWAシステムの周波数割当方針	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○	○	○	周波数割当方針の見直し 方向性

※ ○印は基幹系無線システムの技術的条件に係る整備が必要な各周波数帯のシステムを表す

周波数帯	11GHz	12GHz	15GHz	18GHz	22GHz	40GHz	
用途	中継回線 エントランス回線	中継回線	中継回線 エントランス回線	中継回線 エントランス回線	エントランス回線	中継回線	
通信方式	単向通信方式 / 複信方式 / 周波数分割複信方式(FDD)						
変調方式	高次多値変調方式(4PSK/4FSK/16QAM以上の多値変調) / OFDM (PSK:位相変調 / FSK:周波数変位変調 / QAM:直交振幅変調 / OFDM:直交周波数分割多重方式)						
適応変調方式	適用可 (12GHzについては既に導入済み)						
占有周波数帯幅の許容値	【40MHzチャンネル】 :36.5MHz以下 【60MHzチャンネル】 :53.5MHz以下 【OFDM】 :fcl×サブキャリア ア数×1.1MHz 以下	【30MHzチャンネル】 :28.5MHz以下 【OFDM】 :fcl×サブキャリア ア数×1.1MHz 以下	【40MHzチャンネル】 :36.5MHz以下 【60MHzチャンネル】 :53.5MHz以下 【OFDM】 :fcl×サブキャリア ア数×1.1MHz 以下	【10MHzチャンネル】 :fcl×(1+α)MHz 以下 【OFDM】 :fcl×サブキャリア ア数×1.1MHz 以下	【40MHzチャンネル】 :36.5MHz以下 【60MHzチャンネル】 :53.5MHz以下 【OFDM】 :fcl×サブキャリア ア数×1.1MHz 以下	【40MHzチャンネル】 :fcl×(1+α)MHz 以下 【OFDM】 :fcl×サブキャリア ア数×1.1MHz 以下	【25MHzチャンネル】 :fcl×(1+α)MHz 以下 【OFDM】 :fcl×サブキャリア ア数×1.1MHz 以下
空中線電力	—(注) (±50%)	0.3W以下(注) (±50%)	10W以下(注) (±50%)	1W以下 (±50%)	1W以下(注) (17.85~17.97/18.6 ~18.72は0.5W以下) (±50%)	0.5W以下 (±50%)	0.2W以下 (±50%)
自動送信電力制御技術(ATPC)	適用可 (12GHz/18GHzについては既に導入済み)						
周波数許容偏差	50ppm (ppm: parts per million)	20ppm	50ppm	50ppm	50ppm	50ppm	

※1 下線部が今回新たに導入・見直しを行う技術的条件

※2 OFDMについては、規定されている占有周波数帯幅の許容値以下とすること。

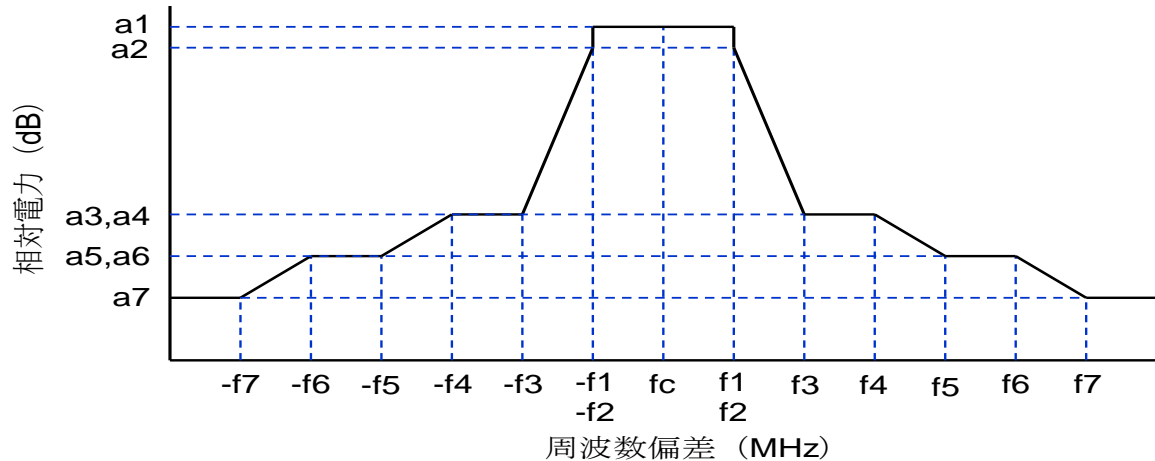
(注) 回線設計結果より求められた、受信側の標準受信入力を満たす必要最小限の値を設定

# 固定通信システムの主な技術的条件(2)

周波数帯	11GHz	12GHz	15GHz	18GHz	22GHz	40GHz
用途	中継回線/ エントランス回線	中継回線	中継回線/ エントランス回線	中継回線/ エントランス回線	エントラ ンス回線	中継回線
スプリアス領域に おける不要発射 の強度の許容 値	50μW以下			50μW/MHz以下	50μW以下	
帯域外領域に おけるスプリア ス発射の強度の 許容値 (※18GHzにつ いては不要発 射の強度の許 容値)	100μW以下			<p>【空中線電力に対する減衰量Asmを規定】 中心周波数から、チャンネル帯域幅BWchの50%以上250%以下に離調した周波数において、不要輻射の、空中線電力に対する減衰量Asm(1MHz帯域当たり)が、以下のとおりであること</p> <p>(1) <math>5\text{MHz} \leq \text{BWch} \leq \text{BWb}/3</math> の場合  <math>11 \leq \text{Asm} \leq 59.8 + 10\log(\text{BWch}/\text{BWb})</math> [dBc] かつ  <math>\text{Asm} \geq a + b(\text{Pb} - 50) + 10\log(\text{BWch})</math> [dBc]                      BWb: ブロック帯域幅  <math>a = 11, b = 0.3</math> (Pd = 50%以上100%未満)  <math>a = 10, b = 0.32</math> (Pd = 100%以上250%以下)                      Pd: 離調周波数帯チャンネル帯域幅比[%]  <math>\text{Pd} = (\text{fd}/\text{BWch}) \times 100</math>                      fd: 送信チャンネルの中心周波数からの離調周波数[MHz]</p> <p>(2) <math>\text{BWch} &gt; \text{BWb}/3</math> の場合  <math>11 \leq \text{Asm} \leq 56</math> [dBc] かつ  <math>\text{Asm} \geq a + b(\text{Pb} - 50) + 10\log(\text{BWch})</math> [dBc]  <math>a = 11, b = 0.4</math></p>	100μW以下	
隣接チャンネル漏 えい電力				<p>【隣接チャンネルの帯域における、空中線電力に対する減衰量Aadjを規定】 下記の帯域内に輻射される、空中線入力端における空中線電力(平均電力)に対する減衰量Aadjが、下記を満たすこと</p> <p>(1) 中心周波数から、チャンネル帯域幅BWch(1チャンネル)離れた点<math>\pm 0.45\text{BWch}</math>の帯域において  <math>\text{Aadj} \geq 27 + 8\log(\text{BWch}/\text{BWb})</math> [dBc]                      BWb: ブロック帯域幅</p> <p>(2) 中心周波数から、<math>2\text{BWch}</math>(2チャンネル)離れた点<math>\pm 0.45\text{BWch}</math>帯域において  <math>\text{Aadj} \geq 43</math> [dBc]</p>		

周波数帯		11GHz/15GHz											12GHz						18GHz	22GHz				40GHz						
用途		中継回線/エントランス回線											中継回線						中継回線/ エントランス回線	エントランス回線				中継回線						
チャネル幅		5MHz (QPSK)		10MHz		20MHz		30MHz		40MHz		60MHz		2.5MHz		5MHz		9.5MHz		19MHz		28.5MHz		5MHz (QPSK)		40MHz		25MHz		
周波数偏差/相対電力 (fn/an)		f1~f7 (MHz)	a1~a7 (dB)	f1~f7 (MHz)	a1~a7 (dB)	f1~f7 (MHz)	a1~a7 (dB)	f1~f7 (MHz)	a1~a7 (dB)	f1~f7 (MHz)	a1~a7 (dB)	f1~f7 (MHz)	a1~a7 (dB)	f1~f7 (MHz)	a1~a7 (dB)	f1~f7 (MHz)	a1~a7 (dB)	f1~f7 (MHz)	a1~a7 (dB)	f1~f7 (MHz)	a1~a7 (dB)	f1~f7 (MHz)	a1~a7 (dB)	f1~f7 (MHz)	a1~a7 (dB)	f1~f7 (MHz)	a1~a7 (dB)	f1~f7 (MHz)	a1~a7 (dB)	
スペクトルマスキング	f1 (MHz)	a1 (dB)	2.5	0	5	0	10	0	15	0	20	0	30	0	1.25	0	2.5	0	5	0	10	0	15	0	2.5	0	20	0	12.5	0
	f2 (MHz)	a2 (dB)	2.5	-6	5	-6	10	-6	15	-6	20	-6	30	-6	1.25	-6	2.5	-6	5	-6	10	-6	15	-6	2.5	-6	20	-6	12.5	-6
	f3 (MHz)	a3 (dB)	3.75	-27	7.5	-33	15	-33	22.5	-33	30	-36	45	-33	1.9	-27	3.75	-27	7.5	-33	15	-33	22.5	-33	3.75	-27	30	-36	18.75	-33
	f4 (MHz)	a4 (dB)	5.1	-27	12.3	-33	24.6	-33	36.9	-33	42.9	-45	73.8	-33	2.5	-27	5.1	-27	12.3	-33	24.6	-33	36.9	-33	5.1	-27	42.9	-45	30.75	-33
	f5 (MHz)	a5 (dB)	8.5	-45	20.5	-48	41	-48	61.5	-48	71.5	-48	123	-48	4.25	-45	8.5	-45	20.5	-48	41	-48	61.5	-48	8.5	-45	71.5	-48	51.25	-48
	f6 (MHz)	a6 (dB)	12.5	-45	25	-48	50	-48	75	-48	100	-48	150	-48	6.25	-45	12.5	-45	25	-48	50	-48	75	-48	12.5	-45	100	-48	62.5	-48
	f7 (MHz)	a7 (dB)	20	-50	40	-50	60	-50	90	-50	120	-50	180	-50	20	-50	20	-50	60	-50	60	-50	90	-50	20	-50	120	-50	75	-50

隣接チャネル漏洩電力の項目にて規定





周波数帯	11GHz	12GHz	15GHz	18GHz	22GHz	40GHz
用途	中継回線/ エントランス回線	中継回線	中継回線/ エントランス回線	中継回線/エントランス回線	エントランス回線	中継回線
アンテナ利得 [dBi]	<p>34dBi以上かつ</p> <p><math>[0^\circ \leq \theta &lt; 2.5^\circ]</math> : <math>52.5 - 4.88\theta^2</math></p> <p><math>[2.5^\circ \leq \theta &lt; 48^\circ]</math> : <math>32 - 25\log\theta</math></p> <p><math>[48^\circ \leq \theta]</math> : -10</p>	<p>34dBi以上かつ</p> <p><math>[0^\circ \leq \theta &lt; 2.5^\circ]</math> : <math>53.3 - 3.89\theta^2</math></p> <p><math>[2.5^\circ \leq \theta &lt; 48^\circ]</math> : <math>38 - 22.5\log\theta</math></p> <p><math>[48^\circ \leq \theta &lt; 90^\circ]</math> : 0</p> <p><math>[90^\circ \leq \theta &lt; 110^\circ]</math> : <math>58.5 - 0.65\theta</math></p> <p><math>[110^\circ \leq \theta]</math> : -13</p> <p>○128QAMのみ適用</p> <p><math>[110^\circ \leq \theta \leq 170^\circ]</math> : 絶対利得-65dB</p>	<p>34dBi以上かつ</p> <p><math>[0^\circ \leq \theta &lt; 2.5^\circ]</math> : <math>54.8 - 5.248\theta^2</math></p> <p><math>[2.5^\circ \leq \theta &lt; 48^\circ]</math> : <math>32 - 25\log\theta</math></p> <p><math>[48^\circ \leq \theta]</math> : -10</p>	<p>送信空中線の主輻射の方向から離角に対する利得<math>G_a(\theta)</math>は、次の値以下であること。なお、上記条件を満たす場合の<math>\theta = 0^\circ</math>の時の<math>G_a(\theta)</math>の値を<math>G_{max}</math>とする。</p> <p>1 <u><math>G_{max}</math>が<math>\geq 20</math>[dBi]を超え<math>40.3</math>[dBi]以下の場合</u></p> <p><math>G_a(\theta) \leq G_{max} - 2.2 \cdot 10^{-3} \cdot [(10^{(G_{max}-8.4)/20}) \cdot \theta]^2</math> [dBi] (<math>0^\circ \leq \theta \leq \theta_q</math>)</p> <p><math>G_a(\theta) \leq 2 + 15 \cdot \log(10^{(G_{max}-8.4)/20})</math> [dBi] <math>\theta_q &lt; \theta \leq \theta_r</math></p> <p><math>G_a(\theta) \leq 43 - 4 \cdot \log(10^{(G_{max}-8.4)/20}) - 20\log(\theta)</math> [dBi]</p> <p><math>\theta_r &lt; \theta \leq \theta_s</math> (<math>\theta_s &lt; \theta_t</math>の場合)又は<math>\theta_r &lt; \theta \leq \theta_t</math> (<math>\theta_t \leq \theta_s</math>の場合)</p> <p><math>G_a(\theta) \leq 3</math> [dBi] <math>\theta_s &lt; \theta \leq \theta_t</math> (<math>\theta_s &lt; \theta_t</math>の場合)</p> <p><math>G_a(\theta) \leq 3 - 0.0075(\theta - (97.5 - G_{max}))^2</math> [dBi] <math>\theta_t &lt; \theta \leq 90^\circ</math></p> <p><math>G_a(\theta) \leq 10 - 10 \cdot \log(10^{(G_{max}-8.4)/20})</math> [dBi] <math>90^\circ &lt; \theta \leq 180^\circ</math></p> <p>ただし、<math>\theta</math>は空中線の主輻射方向からの角度[°]とする。</p> <p><math>\theta_q = 21.2 / (10^{(G_{max}-8.4)/20}) \cdot \text{SQRT}\{G_{max} - [2 + 15 \cdot \log(10^{(G_{max}-8.4)/20})]\}</math> [°]</p> <p><math>\theta_r = 10^{[2.12 - \log(10^{(G_{max}-8.4)/20})]}</math> [°]</p> <p><math>\theta_s = 10^{[2.05 - 0.25 \cdot \log(10^{(G_{max}-8.4)/20})]}</math> [°]</p> <p><math>\theta_t = 97.5 - G_{max}</math> [°]</p> <p>2 <u><math>G_{max}</math>が<math>\geq 40.3</math>[dBi]を超え<math>46.3</math>[dBi]以下の場合</u></p> <p><math>G_a(\theta) \leq G_{max} - 2.0 \cdot 10^{-3} \cdot [(10^{(G_{max}-8.4)/20}) \cdot \theta]^2</math> [dBi]</p> <p><math>0^\circ \leq \theta \leq \theta_q</math></p> <p><math>G_a(\theta) \leq 2 + 15 \cdot \log(10^{(G_{max}-8.4)/20})</math> [dBi] <math>\theta_q &lt; \theta \leq \theta_r</math></p> <p><math>G_a(\theta) \leq 43 - 4 \cdot \log(10^{(G_{max}-8.4)/20}) - (6.2 + 2G_{max}/5) \cdot \log(\theta)</math> [dBi] <math>\theta_r &lt; \theta \leq \theta_s</math></p> <p><math>G_a(\theta) \leq 15.83 - G_{max}/3</math> [dBi] <math>\theta_s &lt; \theta \leq \theta_t</math></p> <p><math>G_a(\theta) \leq 15.83 - G_{max}/3 - (0.02675 - 0.0005 \cdot G_{max}) \cdot (\theta - 177.56 + 3.08 \cdot G_{max})^2</math> [dBi] <math>\theta_t &lt; \theta \leq \theta_u</math></p> <p><math>G_a(\theta) \leq 10 - 10\log(10^{(G_{max}-8.4)/20})</math> [dBi] <math>\theta_u &lt; \theta \leq 180^\circ</math></p> <p>ただし、<math>\theta</math>は空中線の主輻射方向からの角度[°]とする。</p> <p><math>\theta_q = 22.5 / (10^{(G_{max}-8.4)/20}) \cdot \text{SQRT}\{G_{max} - [2 + 15 \cdot \log(10^{(G_{max}-8.4)/20})]\}</math> [°]</p> <p><math>\theta_r = 10^{[1.82 + G_{max}/150 - \log(10^{(G_{max}-8.4)/20})]}</math> [°]</p> <p><math>\theta_s = 94.55 - 1.5G_{max}</math> [°]</p> <p><math>\theta_t = 177.56 - 3.08G_{max}</math> [°]</p> <p><math>\theta_u = 130.8 - G_{max}</math> [°]</p>	<p><math>[0^\circ \leq \theta &lt; 5^\circ]</math> : <math>46 - 3.8\theta</math></p> <p><math>[5^\circ \leq \theta &lt; 100^\circ]</math> : <math>41.5 - 20.8\log\theta</math></p> <p><math>[100^\circ \leq \theta]</math> : -0.1</p>	<p>30cmアンテナと同等</p>

周波数帯	11GHz	12GHz	15GHz	18GHz		22GHz	40GHz
用途	中継回線/ エントランス回線	中継回線	中継回線/ エントランス回線	中継回線/ エントランス回線		エントランス回線	中継回線
等価等方輻射電力[dBm]	55dBW以下かつ 【 $2.5^\circ \leq \theta < 48^\circ$ 】 : $65 - 25 \log \theta$ 【 $48^\circ \leq \theta$ 】 : 23	55dBW以下かつ 【 $2.5^\circ \leq \theta < 48$ 】 : $58 - 22.5 \log \theta$ 【 $48^\circ \leq \theta < 90^\circ$ 】 : 20 【 $90^\circ \leq \theta < 110^\circ$ 】 : $78.5 - 0.65 \theta$ 【 $110^\circ \leq \theta$ 】 : 7	55dBW以下かつ 【 $2.5^\circ \leq \theta < 48^\circ$ 】 : $65 - 25 \log \theta$ 【 $48^\circ \leq \theta$ 】 : 23	55dBW以下	55dBW以下かつ 【 $2.5^\circ \leq \theta < 48^\circ$ 】 : $70 - 20.8 \log \theta$ 【 $48^\circ \leq \theta$ 】 : 35	55dBW以下かつ 【 $0^\circ \leq \theta < 5^\circ$ 】 : $73 - 3.8 \theta$ 【 $5^\circ \leq \theta < 100^\circ$ 】 : $68.5 - 20.8 \log \theta$ 【 $100^\circ \leq \theta$ 】 : 26.9	未
偏波	水平/垂直(コチャネル配置による同時利用可(同時利用の際に交差偏波識別度補償機能(XPIC)等を具備することが望ましい))						
標準受信入力規定	標準受信入力値の下限值を下回る受信入力(標準受信入力に対して-12dBまで)を設定可能とする (※12GHz/18GHz(中継用回線)/40GHzについては現行規定どおり)						
適応変調方式を適用する場合のリファレンス多値数	「現行規格の最高次の変調方式」をリファレンス方式として定義することが望ましい						
所要降雨マージンの計算方法	ガンマ分布/ <u>M分布</u>						
副次的に発する電波等の限度	4nW以下			1GHz未満: 4nW以下 /1GHz以上: 20nW以下		4nW以下	

周波数帯		18GHz	22GHz	26GHz	38GHz
通信方式		FDD/TDD (周波数分割複信方式/時分割複信方式)、FDMA/TDMA(周波数分割多元接続方式/時分割多元接続方式)			
変調方式		高次多値変調方式(4PSK/4FSK/16QAM以上の多値変調)、OFDM			
適応変調方式		適用可			
占有周波数帯幅の許容値	4値以上のFSK	$f_{cl} \times 1.6$ (変調指数 0.4)、 $f_{cl} \times 2.0$ (変調指数 0.7) $f_{cl}$ :クロック周波数			
	4相以上のPSK	$f_{cl} \times (1 + \alpha)$ $\alpha$ :ロールオフ率 (ロールオフ率0.5以下)			
	16値以上のQAM	$f_{cl} \times (1 + \alpha)$ $\alpha$ :ロールオフ率 (ロールオフ率0.5以下)			
	GMSK(ガウス最小偏位変調)	$f_{cl} \times 1.0$ (ガウス形低域フィルタの正規化3dB帯域幅(片側)0.25) / $f_{cl} \times 1.2$ (ガウス形低域フィルタの正規化3dB帯域幅(片側)0.5)			
	OFDM	$f_{cl} \times \text{サブキャリア数} \times 1.1$			
空中線電力		1W以下(±50%)	0.5W以下(±50%) ※1 ※2		
送信電力制御(ATPC)		適用可			
周波数許容偏差		50ppm			
スプリアス領域における不要発射の強度の許容値		50μW/MHz以下		50μW以下	

※1 隣接する複数周波数ブロックを利用して1波送信を行う場合においても、上記送信時出力を超えないこと

※2 水平、垂直の両偏波を用いる場合、各偏波毎に各周波数帯で定める最大の送信時電力以下とすること

周波数帯	18GHz	22GHz	26GHz	38GHz
帯域外領域におけるスプリアス発射の強度の許容値 (※18GHzについては不要発射の強度の許容値)	<p>【空中線電力に対する減衰量Asmを規定】            中心周波数から、チャンネル帯域幅BWchの50%以上250%以下に離調した周波数において、不要輻射の、空中線電力に対する減衰量Asm(1MHz帯域当たり)が、以下を満たすこと</p> <p>(1) <math>5\text{MHz} \leq \text{BWch} \leq \text{BWb}/3</math> の場合  <math>11 \leq \text{Asm} \leq 59.8 + 10\log(\text{BWch}/\text{BWb})</math> [dBc] かつ  <math>\text{Asm} \geq a + b(\text{Pb} - 50) + 10\log(\text{BWch})</math> [dBc]            BWb: ブロック帯域幅  <math>a = 11, b = 0.3</math> (Pd = 50%以上100%未満)  <math>a = 10, b = 0.32</math> (Pd = 100%以上250%以下)            Pd: 離調周波数帯チャンネル帯域幅比[%]  <math>\text{Pd} = (\text{fd}/\text{BWch}) \times 100</math>            fd: 送信チャンネルの中心周波数からの離調周波数[MHz]</p> <p>(2) <math>\text{BWch} &gt; \text{BWb}/3</math> の場合  <math>11 \leq \text{Asm} \leq 56</math> [dBc] かつ <math>\text{Asm} \geq a + b(\text{Pb} - 50) + 10\log(\text{BWch})</math> [dBc]  <math>a = 11, b = 0.4</math></p>	50μW以下		
隣接チャンネル漏えい電力	<p>【隣接チャンネルの帯域における、空中線電力に対する減衰量Aadjを規定】            下記の帯域内に輻射される、空中線入力端における空中線電力(平均電力)に対する減衰量Aadjが、下記を満たすこと</p> <p>(1) 中心周波数から、チャンネル帯域幅BWch            (1チャンネル)離れた点±0.45BWchの帯域において  <math>\text{Aadj} \geq 27 + 8\log(\text{BWch}/\text{BWb})</math> [dBc]            BWb: ブロック帯域幅</p> <p>(2) 中心周波数から、2BWch(2チャンネル)離れた点±0.45BWch帯域において  <math>\text{Aadj} \geq 43</math> [dBc]</p>	<p>(1) 中心周波数から、チャンネル帯域幅BWch(1チャンネル)離れた点±0.45BWch帯域            において  <math>\text{Aadj} \geq 27</math> [dBc]</p> <p>(2) 中心周波数から2BWch(2チャンネル)離れた点±0.45BWch帯域において  <math>\text{Aadj} \geq 43\text{dBc}</math></p>		

周波数帯	18GHz	22GHz	26GHz	38GHz
等価等方輻射電力[dBm]	<p>(1) 最大利得が<math>\hat{4}0.3\text{dBi}</math>未満の空中線を使用する場合</p> <p>【<math>0^\circ \leq \theta \leq 2.5^\circ</math>】 : <math>70.3 - 1.65 \times \theta^2</math></p> <p>【<math>2.5^\circ \leq \theta &lt; 54^\circ</math>】 : <math>68.05 - 20.23 \times \log(\theta)</math></p> <p>【<math>54^\circ \leq \theta &lt; 70^\circ</math>】 : 33</p> <p>【<math>70^\circ \leq \theta &lt; 90^\circ</math>】 : <math>33.0 - 0.0138 \times (\theta - 70)^2</math></p> <p>【<math>90^\circ \leq \theta</math>】 : 27.5</p> <p>(2) 最大利得が<math>\hat{4}0.3\text{dBi}</math>以上の空中線を使用する場合</p> <p>【<math>0^\circ \leq \theta \leq 2.5^\circ</math>】 : <math>76.3 - 3.01 \times \theta^2</math></p> <p>【<math>2.5^\circ \leq \theta &lt; 36^\circ</math>】 : <math>66.20 - 21.41 \times \log(\theta)</math></p> <p>【<math>36^\circ \leq \theta &lt; 60^\circ</math>】 : 32.7</p> <p>【<math>60^\circ \leq \theta &lt; 90^\circ</math>】 : <math>32.7 - 0.0091 \times (\theta - 60)^2</math></p> <p>【<math>90^\circ \leq \theta</math>】 : 27.5</p>	<p>【<math>0^\circ \leq \theta \leq 5^\circ</math>】 : <math>73 - 3.8\theta</math></p> <p>【<math>5^\circ &lt; \theta &lt; 100^\circ</math>】 : <math>68.5 - 20.9 \log \theta</math></p> <p>【<math>100^\circ \leq \theta</math>】 : 26.9</p>		<p>【<math>0^\circ \leq \theta \leq 6^\circ</math>】 : <math>71 - 3.3\theta</math></p> <p>【<math>6^\circ &lt; \theta &lt; 140^\circ</math>】 : <math>67.3 - 20.9 \log \theta</math></p> <p>【<math>140^\circ \leq \theta</math>】 : 22.4</p>
偏波	水平/垂直(同時利用の際には交差偏波識別度補償機能(XPIC)等を具備することが望ましい)			
副次的に発する電波等の限度	1GHz未満: 4nW以下/1GHz以上: 20nW以下			

## 1 委員会での検討

- ① 第1回(平成25年6月6日) ……委員会の運営方針、審議の進め方、作業班の開始
- ② 第3回(平成25年8月8日) ……基幹系無線通信システムの高度化に係る技術的条件に関する提案募集の結果
- ③ 第10回(平成26年4月17日) ……基幹系無線通信システムの技術的条件の検討、意見募集を行う委員会報告書案の取りまとめ
- ④ 第11回(平成26年5月16日) ……提出された意見に対する考え方、委員会報告書及び一部答申案の取りまとめ

## 2 作業班での検討

- ① 第1回(平成25年7月22日) ……委員会の運営方針、審議体制、審議に着手
- ② 第2回(平成25年12月20日) ……高度化に向けた課題の検討、作業班報告書の構成案
- ③ 第3回(平成26年3月4日) ……高度化に向けた課題の検討、作業班報告書案の審議
- ④ 第4回(平成26年4月3日) ……作業班報告書の取りまとめ



主査	安藤 真	東京工業大学大学院 理工学研究科 教授
専門委員	矢野 博之	(独)情報通信研究機構 ワイヤレスネットワーク研究所 研究所長
主査代理	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 主任研究員
専門委員	伊藤 数子	(株)パステルラボ 代表取締役社長
専門委員	池田 哲臣	日本放送協会 放送技術研究所 伝送システム部長
〃	大寺 廣幸	(一社)日本民間放送連盟 理事待遇研究所長
〃	加治佐 俊一	日本マイクロソフト(株) 常務執行役員 最高技術責任者
〃	唐沢 好男	電気通信大学大学院 情報理工学研究科 教授
〃	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 事務局長
〃	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) 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
〃	藤原 功三	(一社)日本アマチュア無線連盟 参与
〃	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
〃	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) クラウドシステム研究所 シニアエキスパート
〃	吉田 英邦	日本電信電話(株) 技術企画部門 電波室長
〃	若尾 正義	元(一社)電波産業会 専務理事

【主任】	唐沢 好男	電気通信大学 大学院情報理工学研究科 教授
	伊藤 泰成	UQコミュニケーションズ(株) 渉外部 渉外グループ 課長
	植田 和典	日本電気(株) 消防・防災ソリューション事業部 第一システム部 部長
	江場 健司	電気事業連合会 情報通信部 副部長
	大高 裕之	富士通ワイヤレスシステムズ(株) 国内アカウントセンター プロジェクト部長
	小笠原 守	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
	岡田 良教	電気興業(株) 技術開発統括部 電気通信開発部 開発三課 課長
	小山 祐一	ソフトバンクモバイル(株) ネットワーク本部 ネットワークアクセス建設統括部 モバイル伝送ネットワーク部 基幹伝送課 課長
	笥 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	(独)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
	重野 誉敬	警察庁 情報通信局 通信施設課 課長補佐
	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 チーフエンジニア
	千田 充治	ノキアソリューションズ&ネットワークス(株) RAN技術部 ソリューションマネージャー
	中川 永伸	(一財)テレコムエンジニアリングセンター 技術グループ 部長
	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)
	拮石 康博	KDDI(株) 技術企画本部 電波部 企画・制度グループ 課長
	福本 史郎	イー・アクセス(株) 技術戦略室 課長
	藤井 康之	(株)東芝 府中事業所 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
	毛利 貢治	日本無線(株) ソリューション技術部 課長
	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