

第2章 固定系無線システム高度化の技術的条件

2.2 FWA システムの技術的条件

2.2.1 一般的条件

ア 無線周波数帯

本方式は、ある程度まとまった周波数帯域が必要なこと、電波伝搬特性およびデバイス技術等の現状を考慮して、使用周波数帯として現行どおり 18GHz 帯、22GHz 帯、26GHz 帯及び 38GHz 帯の準ミリ波帯及びミリ波帯が適していると考えられる。

イ 通信方式

FDD 及び TDD とすることが適当である。

ウ 多元接続方式（一対多方向方式のみ）

多元接続方式については、周波数分割複信方式又は時分割複信方式であることが適当である。

エ 変調方式

周波数有効利用を考慮すると変調方式の多値化が有利であり、技術発展に伴い、既に現行法を超える多値変調に対応可能な製品が市場に出ていること、今後それ以上の多値化の見込みがあることから、現行の技術的条件と同様に 4 値以上の多値変調（4 相以上の PSK、4 値以上の FSK 及び 16 値以上の QAM）を採用することが適当である。直交周波数分割多重方式（OFDM）については、占有周波数帯幅の規定値の範囲内で導入することが望ましい。

また、高次変調方式においては雑音に対する耐性が低いため、天候等の伝搬環境の変化に応じて変調度を変化させ回線の断を回避する適応変調方式が商用化されていることから、併せて当該方式を採用することが適当である。

オ 主信号の伝送容量

携帯電話等の高度化に伴いバックホール回線に求められる回線容量も増加していることから、1 周波数チャネル当り 1Gbps 程度とすることが適当である。

カ 占有周波数帯幅、キャリア周波数間隔

伝送容量、変調方式、誤り訂正機能等の付加などによって占有周波数帯幅はさまざまな値をとることから、キャリア周波数間隔については、周波数有効利用の観点から必要最低限のものとすることが望ましい。

キ 空中線電力

現行どおり、18GHz 帯については 1 波あたり 1W 以下の送信時出力とし、22GHz 帯、26GHz 帯及び 38GHz 帯については 1 波あたり 500mW 以下の送信時出力とすることが適当である。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とする。なお、同一周波数において水平、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。また、降雨減衰等を補償するため、1 波あたりの最大送信時出力を上限として送信電力

制御を採用可能とすることが適当である。

※周波数ブロック：周波数割当計画に規定される 60MHz の帯域幅の周波数帯

ク 誤り訂正機能

現行どおり規定しないことが適当である。

ケ 監視制御機能

本方式においては回線警報、機器警報、回線品質等の監視及び遠隔キャリア制御等の監視制御機能が一般的には使用される。

また、遠隔監視制御の信号は主信号に影響することなく、かつ効率よく監視制御できることが必要である。したがって、監視制御機能に関しては次のとおりとすることが適当である。

- ・システムの運用保守に必要な監視制御機能を有すること。
- ・監視制御のための補助信号は、無線主信号に内挿して伝送するものとし、特殊なキャリアまたは変調方式を使用しないものであること。

コ 他業務との共用

本方式の利用する無線周波数帯には、衛星間業務等との共用周波数帯を含むことから、本方式の導入に当っては、これらの業務との共用を考慮する必要がある。

サ 他の加入者無線との共用

本方式の利用する無線周波数帯には、既存の加入者無線が実用に供されていること、また、本方式が実用化された後は複数の事業者が本方式を提供すると想定されることから、本方式の導入に当ってはこれらの他の加入者無線との共用を考慮する必要がある。

シ 周波数割当方針の見直し

災害発生時に被災した設備の復旧時や各種イベントの開催時等における迅速な移動通信システムのエリア化・伝送容量増を目的とした固定系無線システムの周波数利用を実現することが適当である。

2.2.2 無線設備の技術的条件

ア 送信設備

(ア) 送信周波数の許容偏差

送信機の局部発振器等の周波数安定度により決まる値である。発振方式としては、直接発振方式と周波数通倍方式があるが、現在の技術、早期実現性を考慮して $\pm 5 \times 10^{-5}$ 以内とすることが適当である。

(イ) 占有周波数帯幅の許容値

伝送容量、変調方式、誤り訂正機能等の付加などによってさまざまな値をとり、特定することはできない。

しかし、条件を定めれば許容値を定めることができる。例えば、次項の第1項に示す変

調方式では、それぞれに対応する第 2 項に示す計算式で求まる値であることが適当である。

変調方式(第 1 項)	占有周波数帯幅の許容値 (第 2 項)
四値以上の周波数偏位変調	$f_{c1} \times 1.6$ (変調指数 0.4) $f_{c1} \times 2.0$ (変調指数 0.7)
四相以上の位相変調	$f_{c1} \times (1 + \alpha)$ α : ロールオフ率 (ロールオフ率 0.5 以下)
一六値以上の直交振幅変調	$f_{c1} \times (1 + \alpha)$ α : ロールオフ率 (ロールオフ率 0.5 以下)
GMSK	$f_{c1} \times 1.0$ (ガウス形低域フィルタの正規化 3dB 帯域幅(片側)0.25) $f_{c1} \times 1.2$ (ガウス形低域フィルタの正規化 3dB 帯域幅 (片側) 0.5)
直交周波数分割多重方式	$f_{c1} \times \text{サブキャリア数} \times 1.1$

(7) 空中線電力の許容偏差*

現行の送信設備の電力増幅部の電気的特性を考慮して±50%以内とすることが適当である。

*本無線局が免許の際に指定される空中線電力は、使用できる最大の値となることから(無線局免許手続規則第 10 条の 3)、この値に対して起用することとなるが、実際の運用を行う際の空中線電力は通信を行うため最小のもので無ければならないことから(電波法第 54 条)、送信制御を行って空中線電力をその許容偏差の下限值以下に低減して運用してもなんら支障はない。

(8) スプリアス発射又は不要発射の強度の許容値

無線設備規則別表三号 32 及び 33 に規定されるとおり、送信設備の帯域外領域におけるスプリアス発射及びスプリアス領域における不要発射の強度の許容値は、50μW 以下とすることが適当である。

(9) 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

周波数の共用を考慮し、以下の内容とすることが適当である。

中心周波数から 1 チャンネルの帯域幅を離れた周波数及び 1 チャンネルの帯域幅の 2 倍離

れた周波数を中心として±0.45×1 チャネルの帯域幅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に対する減衰量が次の値以上となること。

- ・ 中心周波数から 1 チャネルの帯域幅を離れた周波数を中心とした±0.45×1 チャネルの帯域幅の帯域内 27dBc
- ・ 中心周波数から 1 チャネルの帯域幅の 2 倍を離れた周波数を中心とした±0.45×1 チャネルの帯域幅の帯域内 43dBc

イ 受信設備

(ア) 副次的に発する電波等の限度

機器のコスト、他の無線設備への影響を考慮して次のとおりとすることが適当である。

- ・ 副次的に発する電波の周波数が 1GHz 未満にあつては 4nW 以下、1GHz 以上にあつては 20nW 以下とすること。

ウ 空中線系

(ア) 送信空中線特性

空中線電力を付加した場合に、現行のアンテナの実力値を考慮した下記に示す eirp マスクの値以下とすることが適当である。

18GHz 帯

総務省告示第 685 号に準ずる

22GHz 帯、26GHz 帯

$$\begin{aligned} \text{eirp} &= 73-3.8\theta && [\text{dBm}] \quad (0^\circ \leq \theta \leq 5^\circ) \\ &= 68.5-20.9\log\theta && [\text{dBm}] \quad (5^\circ < \theta < 100^\circ) \\ &= 26.9 && [\text{dBm}] \quad (100^\circ \leq \theta) \end{aligned}$$

38GHz 帯

$$\begin{aligned} \text{eirp} &= 71-3.3\theta && [\text{dBm}] \quad (0^\circ \leq \theta \leq 6^\circ) \\ &= 67.3-20.9\log\theta && [\text{dBm}] \quad (6^\circ < \theta < 140^\circ) \\ &= 22.4 && [\text{dBm}] \quad (140^\circ \leq \theta) \end{aligned}$$

(イ) 偏波

異偏波による干渉の改善を見込めるよう、交差偏波補償機能 (XPIC) や偏波 MIMO 技術などを具備し、水平偏波及び垂直偏波の両偏波を利用することが適当である。

2.2.3 回線設計例

下記アに例示する設計条件に基づき、各周波数帯における FWA システムの伝送距離特性について算出した結果を以下に示す。

ア 設計条件

項目	18GHz 帯	22GHz 帯	26GHz 帯	38GHz 帯	備考
----	---------	---------	---------	---------	----

計算周波数	18.7GHz	23.0GHz	27.0GHz	39.5GHz	
送信出力	20dBm				ATPCは1dBステップ
空中線利得	38.4dB	38dBi	39dBi	44dBi	60cmパラボラ前提
給電線損失	0dB				
雑音指数	5dB	8dB		10dB	
等価雑音帯域幅	50MHz				
所要CNR	64QAM:21dB 512QAM:30dB 2048QAM:37.5dB				
降雨減衰計算方法	M分布				
年間不稼働率	0.004%及び0.0004%				
設計マージン	5dB				

イ 伝送距離特性例

18GHz帯

変調方式	64QAM		512QAM		2048QAM	
参照不稼働率	0.004%/年	0.0004%/年	0.004%/年	0.0004%/年	0.004%/年	0.0004%/年
伝搬距離	5.8km	3.6km	4.4km	2.8km	3.4km	2.2km
受信レベル(dBm)	-30.6	-26.2	-28.0	-24.1	-25.7	-22.0
降雨マージン(dB)	35.59	39.74	28.99	32.92	23.73	27.51
不稼働率(%/年)	0.0038	0.00039	0.0037	0.00036	0.0037	0.00032

22GHz帯

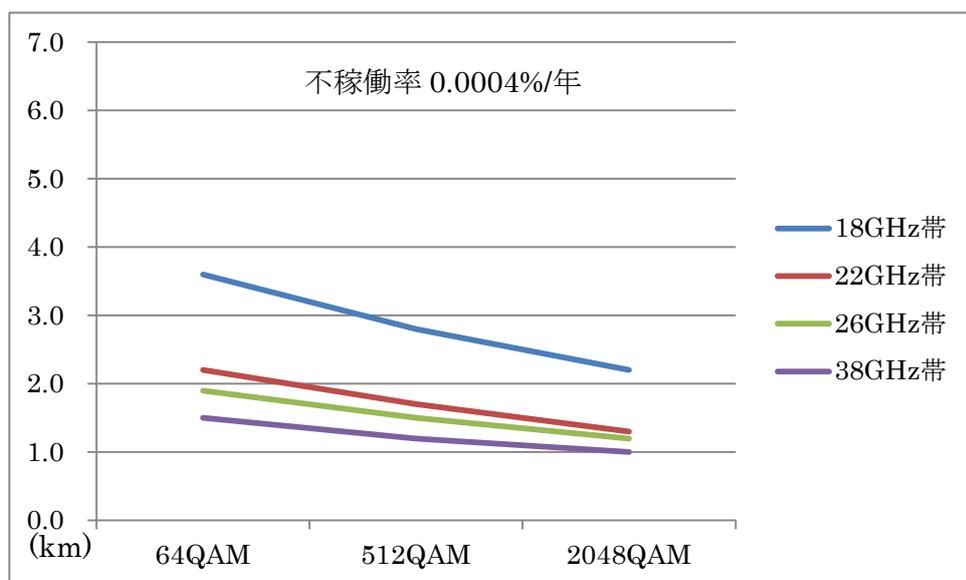
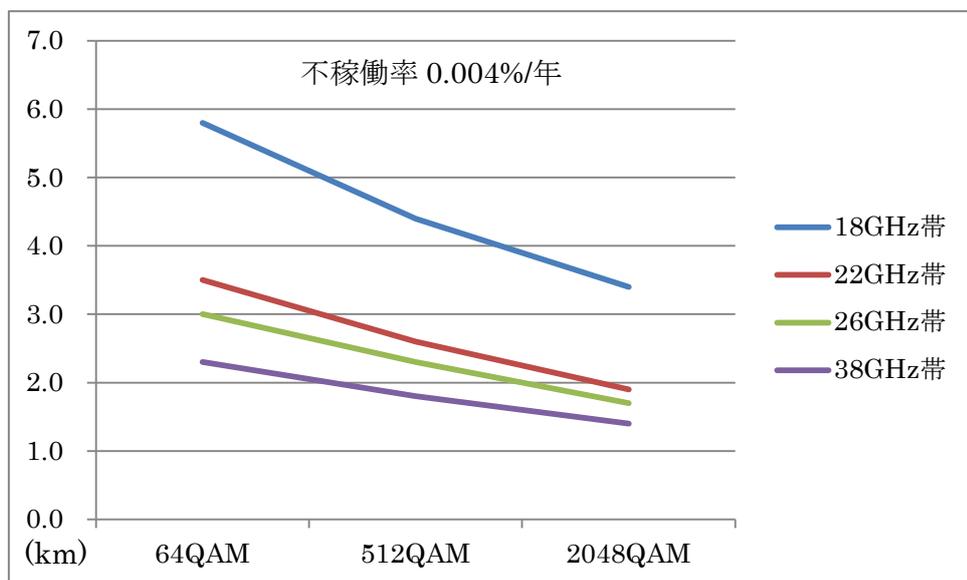
変調方式	64QAM		512QAM		2048QAM	
参照不稼働率	0.004%/年	0.0004%/年	0.004%/年	0.0004%/年	0.004%/年	0.0004%/年
伝搬距離	3.5km	2.2km	2.6km	1.7km	1.9km	1.3km
受信レベル(dBm)	-34.6	-30.5	-32.0	-28.3	-29.3	-26.0
降雨マージン(dB)	28.34	32.44	21.94	25.64	17.14	20.44
不稼働率(%/年)	0.0038	0.00032	0.0037	0.00031	0.0031	0.00027

26GHz帯

変調方式	64QAM		512QAM		2048QAM	
参照不稼働率	0.004%/年	0.0004%/年	0.004%/年	0.0004%/年	0.004%/年	0.0004%/年
伝搬距離	3.0km	1.9km	2.3km	1.5km	1.7km	1.2km
受信レベル(dBm)	-32.6	-28.6	-30.3	-26.6	-27.7	-24.7
降雨マージン(dB)	30.33	34.3	23.64	27.35	18.76	21.9
不稼働率(%/年)	0.0039	0.00033	0.0040	0.00034	0.0033	0.00037

38GHz 帯

変調方式	64QAM		512QAM		2048QAM	
	0.004%/年	0.0004%/年	0.004%/年	0.0004%/年	0.004%/年	0.0004%/年
伝搬距離	2.3km	1.5km	1.8km	1.2km	1.4km	1.0km
受信レベル(dBm)	-23.6	-19.9	-21.5	-18.0	-19.3	-16.4
降雨マージン(dB)	37.34	41.04	30.24	33.94	25.14	28.04
不稼働率(%/年)	0.0038	0.00030	0.0034	0.00026	0.0028	0.00027



2.2.4 測定法

ア 周波数の偏差

(ア) アンテナ測定端子付きの場合

無変調の状態で作動させ、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。

イ 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)と同様にして測定する。

ウ 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

A アンテナ測定端子付きの場合

無変調の状態で作動させ、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。測定点はアンテナ端子とする。

B 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A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

A 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。測定点はアンテナ端子とする。測定周波数範囲は30MHzから2倍の高調波までとし、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。

B アンテナ端子のない場合

アンテナ端子がない場合は、一時的に測定端子を設けてA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。

エ 空中線電力の偏差

(ア) アンテナ測定端子付きの場合

通常の変調の状態連続送信として動作させ、送信設備の出力電力を電力計また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。

オ 隣接チャネル漏えい電力 (or 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、隣接チャネル漏えい電力 (or 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。

(イ) アンテナ測定端子のない場合

アンテナ端子がない場合は、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。

カ 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

受信状態にし、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。測定点はアンテナ端子とし、受信空中線と電氣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。

第3章 固定系無線システムと他システムとの共用条件

3.2 FWA システムと他システムとの共用条件

FWA システムの高度化に際し、空中線電力を含む送信空中線特性は現行規定と同等であることから、他システムとの周波数共用条件※は現行どおりとするのが適当である。

3.2.1 各周波数帯における共用条件

ア 18GHz 帯公共陸上移動局

- (ア) 既設地上回線から干渉を受ける場合は、受信機入力端子における降雨時の干渉電力の総和が、外部からの干渉による許容劣化量を超えないこと。
- (イ) 既設地上回線へ干渉を与える場合は、所要分離距離を確保すること。確保が困難な場合

は、被干渉局側の総干渉量の許容値を満足すること。

- (ウ) 17.775GHz から 18.355GHz までの周波数の電波を使用する場合は、地球局に対し所要分離距離以上確保して運用されるものであること。
- (エ) 18GHz 帯電気通信用陸上移動業務の無線局に対し、所要分離距離以上を確保して運用されるものであること。

イ 18GHz 帯電気通信事業用陸上移動局

- (ア) 17.775GHz から 18.355GHz までの周波数の電波を使用する場合は、地球局に対し所要分離距離以上確保して運用されるものであること。
- (イ) 18GHz 帯公共業務用固定局対し、所要分離距離以上を確保して運用されるものであること。

ウ 22GHz 帯 FWA システム

- (ア) 22.01GHz から 22.4GHz まで及び 22.81GHz から 22.86GHz までの周波数を使用する陸上移動局の移動範囲については、法第 56 条の規定により指定を受けた電波天文業務用の受信設備に混信を与える地域を除くこと。
- (イ) 隣接周波数ブロックを利用した他の FWA システムへの混信回避のため、いかなる占有周波数帯幅においても 1 波あたりの空中線電力は 500mW 以下であること。

エ 26GHz 帯 FWA システム

- (ア) 26GHz 帯周波数の電波を使用する無線局は、最大等価等方輻射電力は 55dBW 以下であること。ただし、送信空中線の最大輻射方向と静止衛星軌道との離隔が 1.5 度以内の場合は、1MHz の帯域幅における最大等価等方輻射電力が 24dBW 以下であること。
- (イ) 隣接周波数ブロックを利用した他の FWA システムへの混信回避のため、いかなる占有周波数帯幅においても 1 波あたりの空中線電力は 500mW 以下であること。

オ 38GHz 帯 FWA システム

隣接周波数ブロックを利用した他の FWA システムへの混信回避のため、いかなる占有周波数帯幅においても 1 波あたりの空中線電力は 500mW 以下であること。