

Ku帯非静止システム(高度500km)の技術的条件(案)について

2020年10月7日

 株式会社三菱総合研究所

技術的条件案(1/3)

<一般的条件>

項目		技術的条件(案)	考え方
必要な機能	周波数選択制御	<ul style="list-style-type: none"> 送信する周波数や電力は、基地局が送信する制御信号によって自動的に設定されるものであること。 	<ul style="list-style-type: none"> 欧州規格及び他システムへの許容できない与干渉防止の観点から、当該機能は必要。
	追尾機能	<ul style="list-style-type: none"> 自局の通信の相手方である人工衛星局の方向を自動的に捕捉・追尾する機能を有すること。 また、自動的に捕捉・追尾できなくなった場合に直ちに送信を停止できること。 	
	インターロック機能	<ul style="list-style-type: none"> 基地局が送信する制御信号を受信した場合に限り、送信を開始できる機能を有すること。 	
	自動停波機能	<ul style="list-style-type: none"> 自局の障害を検出する機能を有し、障害を検出したとき及び基地局が送信する信号を正常に受信できないときは、送信を自動的に停止する機能を有すること。 	
	地球局送信制御	<ul style="list-style-type: none"> 基地局の制御により電波の発射を停止する機能を有すること。 	
	地球局位置送信	<ul style="list-style-type: none"> 位置情報を測定して基地局に送信する機能を有する等、他の無線局の運用に妨害を与えないための措置が講じられていること。 	
適用周波数帯	<ul style="list-style-type: none"> 国際分配に基づき、以下の周波数からサービス計画に合わせて割当てることが適当。 <ul style="list-style-type: none"> ✓ 送信: 14.0-14.5 GHz ✓ 受信: 10.7-12.7 GHz 	<ul style="list-style-type: none"> 第三地域の周波数分配及び事業者によるサービス構想に基づく。 	
通信方式	<ul style="list-style-type: none"> 限定しない 	<ul style="list-style-type: none"> 最新の技術動向等を踏まえ、柔軟なシステム設計・運用が行われることが適当。 	
多元接続方式			
変調方式			
電磁環境対策	<ul style="list-style-type: none"> 固定地球局については、発射される電波の強度が基準値を超える場所取扱者のほか容易に出入りすることができないよう施設すること。 移動地球局は、電波防護指針で定められた要求条件を満足すること。 	<ul style="list-style-type: none"> 固定地球局は、電波法施行規則第21条の3の規定を満足することが必要。 	

技術的条件案(2/3)

<送信装置の条件>

項目	技術的条件(案)	考え方
空中線電力の許容偏差	<ul style="list-style-type: none"> 上限50%、下限50% 	<ul style="list-style-type: none"> 設備規則第14条に準拠。
周波数の許容偏差	<ul style="list-style-type: none"> 100(百万分率) 	<ul style="list-style-type: none"> 設備規則第5条に準拠。
占有周波数帯幅の許容値	<ul style="list-style-type: none"> 限定しない 	<ul style="list-style-type: none"> 様々な用途における柔軟性を確保するため、一律の値を規定しないことが適当。 一般的に地球局で適用されているように、電波法関係審査基準に規定されている各種の伝送方式に応じて確立された計算手法を適用し、無線局の免許の際に指定することが適当。
不要発射の強度の許容値	<ul style="list-style-type: none"> 下表に示す、軸外不要発射の強度の許容値を規定 	<ul style="list-style-type: none"> ETSI EN303 981(現在策定中)の規定に準拠

送信状態・送信停止状態の軸外不要発射の強度の許容値 (空中線の最大指向方向から7度超の軸外輻射)

周波数帯	EIRP制限	測定帯域幅
1.0-2.0GHz	53dBpW	1MHz
2.0-3.4GHz	59dBpW	1MHz
3.4-10.7GHz	65dBpW	1MHz
10.7-13.75GHz	71dBpW	1MHz
13.75-14.0GHz	95dBpW	10MHz
14.50-14.75GHz	95dBpW	10MHz
14.75-21.2GHz	71dBpW	1MHz
21.2-27.35GHz	77dBpW	1MHz
27.35-27.50GHz	85dBpW	1MHz
27.50-30.00GHz	85dBpW	1MHz
30.00-31.00GHz	85dBpW	1MHz
31.00-31.15GHz	85dBpW	1MHz
31.15-60.0GHz	77dBpW	1MHz

送信不可状態の軸外不要発射の強度の許容値 (空中線の最大指向方向から7度超の軸外輻射)

周波数	EIRP制限	測定帯域幅
1.0-2.0GHz	52dBpW	1MHz
2.0-10.7GHz	58dBpW	1MHz
10.7-21.2GHz	64dBpW	1MHz
21.2-60.0GHz	70dBpW	1MHz

但し、14-14.5GHzの中で送信される搬送波の中心周波数から125MHz以下の範囲※では、FCC規則 § 25.202の帯域外領域における不要発射の規定を参照し、下表の値を許容値とする。

中心周波数から帯域幅の50%~100%の範囲	4kHzの周波数帯幅あたりの平均電力から25dBc以下
中心周波数から帯域幅の100%~125MHzの範囲	4kHzの周波数帯幅あたりの平均電力から35dBc以下

※ETSI EN303 981では、当該範囲では、左表の規定値を上回っても良いとされている。

技術的条件案(3/3)

<受信装置の条件>

項目	技術的条件(案)	考え方
副次的に発する電波等の強度	<ul style="list-style-type: none"> 規定しない 	<ul style="list-style-type: none"> 送信不可状態、送信停止状態を含む不要発射の強度の許容値に包含。

<空中線の条件>

項目	技術的条件(案)	考え方
空中線の最小仰角	<ul style="list-style-type: none"> 最小仰角:3度以上 運用仰角:25~90度 	<ul style="list-style-type: none"> 最小仰角は、施行規則第32条に準拠。 システムにより、他の地上システムに許容できない干渉を与えない運用仰角の範囲が異なる。他方、運用仰角の範囲を設備の技術基準とすると、設備の設計において過剰な制約となる可能性が懸念される。 以上の観点から、個別システム毎に、必要に応じ運用仰角の範囲を運用基準として無線局運用規則等に規定することが適当。
地表線方向の等価等方輻射電力	地球局の送信空中線の輻射の中心から見た地表線の仰角 θ が <ul style="list-style-type: none"> 0度以下:40 dBW 0度を超え5度以下:40+3θ dBW ※帯域幅4kHzの値	<ul style="list-style-type: none"> 施行規則第32条の2(別表第二号の四)に準拠。 既存のKu帯静止衛星システムと同等の基準。
軸外輻射電力	<ul style="list-style-type: none"> RR Article 22に定められたEPFD\uparrow制限に適合可能なEIRPマスクを指定することが適当。 	<ul style="list-style-type: none"> 他システム保護の観点から、軸外輻射電力に一定の制約を設けることが適切。また、静止衛星保護の観点から、RR Article 22に定められたEPFD\uparrow制限に適合するため、軸外輻射電力に一定の制約を設けることが適切。 EPFD\uparrow制限への適合性について、ITU-Rが公表する、ITU-R勧告S.1503(最新版)等に基づく計算結果を確認することを、電波法関係審査基準等に規定することが必要。
指向精度	<ul style="list-style-type: none"> 規定しない 	<ul style="list-style-type: none"> 静止衛星保護の観点では、EPFD\uparrow制限値を満足すれば良く、指向精度について一律の基準を設ける必要は無い。また、他システム保護の観点では、前述の追尾機能の規定で十分と考えられる。 以上の観点から、指向精度を必ずしも定める必要はない。

周波数共用に関する条件案

■ 静止衛星システムの保護に関する条件

- 無線通信規則22条のEPFD \uparrow 制限を満たしていること。ITU-R勧告S.1503(最新版)等に基づく計算の結果、当該EPFD \uparrow 制限に適合する地球局のEIRPマスクを指定すること。
 - EPFD \uparrow 制限への適合性について、ITU-Rが公表する、ITU-R勧告S.1503(最新版)等に基づく計算結果を確認することを、電波法関係審査基準等に規定することが必要。
 - なお、無線通信規則22条に定められた人工衛星局によるEPFD \downarrow 制限への適合については、静止衛星事業者にとって重要であり、制度設計時に、適切に個別の事業者と運用調整を行うことが必要。

■ 非静止衛星システムの保護に関する条件

- 電波の公平かつ能率的な利用を確保するため、無線通信規則9条に基づく国際周波数調整の結果を遵守し、他の非静止衛星システムとの調整が適切に行われていること。

■ 地球局(陸上)※に関する条件

- 14.4-14.5GHzの既存業務保護のため、運用前に既存業務の免許人との間で周波数の共用について合意すること。受信にあたっては、固定業務・移動業務からの干渉に対し保護を要求しない運用とすること。

※ 移動中に運用を行う地球局(移動地球局)を除く。移動地球局(陸上)については、共用の条件について別途検討が必要。

■ 移動地球局(船舶搭載)に関する条件

- 14.4-14.5GHzの既存業務保護のため、運用前に既存業務の免許人との間で周波数の共用について合意すること。受信にあたっては、固定業務・移動業務からの干渉に対し保護を要求しない運用とすること。
- ECC Decision(18)05に基づき、14.4-14.5GHzにおいて、我が国の低潮線の海拔80m地点における電力束密度(PFD)制限 -116dB (W/(m²・MHz))を満たすこと。

■ 移動地球局(航空機搭載)に関する条件

- 14.4-14.5GHzの既存業務保護のため、運用前に既存業務の免許人との間で周波数の共用について合意すること。受信にあたっては、固定業務・移動業務からの干渉に対し保護を要求しない運用とすること。
- ECC Decision(18)05に基づき、14.4-14.5GHzにおいて、地表面における右表のPFD制限値を満たすこと。

水平方向を基準とした電波の到来角(θ)	PFD (dB (W/(m ² ・MHz)))
$\theta \leq 5^\circ$	-122
$5^\circ < \theta \leq 40^\circ$	-127 + θ
$40^\circ < \theta \leq 90^\circ$	-87

測定法(案)(1/2)

- 地球局の無線設備の測定法については、国内で定められた測定法に準拠して以下のとおりとすることが望ましい。
- アクティブフェーズドアレーアンテナなど、空中線端子が無い地球局については、OTA(Over The Air)による測定法を適用することが適当である。測定項目に応じて実効輻射電力(EIRP)または総合輻射電力(TRP)のいずれかの方法を適用する。
- その他、監視・制御機能等の確認のための総合試験が必要であり、他の静止衛星システムの試験方法に準拠することが望ましい。

<送信装置>

① 周波数の偏差

- 空中線端子がある場合
 - 受検機器を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求める。被試験器が無変調動作できない場合や、測定器等により測定可能であれば変調状態で測定してもよい。
- 空中線端子がない場合
 - 被試験器を試験周波数及び最大出力に設定し、指向方向を固定する。試験用空中線は被試験器の輻射電力が最大となる方向に配置する。スペクトルアナライザを使用し、被試験器の周波数を測定する。試験器を無変調状態とすることができる場合には周波数計を用いて測定してもよい。

② 占有周波数帯幅

- 空中線端子がある場合
 - 受検機器を変調の状態で作動させ、スペクトラム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ー端子とする。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。誤り訂正を使用している場合は、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を使用してもよい)。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。
- 空中線端子がない場合
 - 被試験器を試験周波数に合わせ、出力及び占有周波数帯幅が最大となるように設定し、送信状態とする。試験用空中線は被試験器の空中線電力の総和が最大となる方向に配置する。スペクトルアナライザを搬送波周波数に設定し、EIRPスペクトル分布を測定するとともに、帯域内の全電力を求める。導出した全電力の0.5%となる上下の限界周波数点を求め、その差を測定値とする。

測定法(案)(2/2)

③ スプリアス領域及び帯域外領域における不要発射の強度

- 空中線端子がある場合
 - 変調状態で動作させ、搬送波の平均電力に対する各不要発射波成分の平均電力又は相対値をスペクトラムアナライザで測定する。EIRPで指定された規定に対しては、被試験器のアンテナ利得と乗算し不要発射の等価等方輻射電力を求める。送信不可状態、及び送信停止状態でも同様の測定をする。
- 空中線端子がない場合
 - 被試験器を試験周波数及び最大出力に設定し、試験用空中線において、被試験器の空中線利得が一定値となるよう、また被試験機の不要発射の強度が最大となるように被試験機と試験用空中線の配置、被試験機の指向方向を適切に設定する。スペクトルアナライザを使用し、被試験器の不要発射の強度を測定する。送信不可状態、及び送信停止状態でも同様の測定をする。
 - なお、電力で指定された規定に対しては、全放射面における TRP を求め、導出した TRP にバースト時間率の逆数を乗じた値を測定値とすることもできる。

④ 空中線電力の偏差

- 空中線端子がある場合
 - 変調の状態連続送信させ、送信設備の電力出力を電力計又はスペクトラムアナライザを用いて測定し、規定された空中線電力との比を求める。
- 空中線端子がない場合
 - 被試験器を試験周波数及び最大出力に設定し、送信状態とする。試験用空中線は被試験器の空中線電力が最大となる方向に配置する。スペクトルアナライザを使用し、全放射面におけるTRPを求める。連続送信の場合は、導出したTRPを測定値とする。バースト送信の場合は、導出したTRPにバースト時間率の逆数を乗じた値を測定値とする。

⑤ 軸外輻射電力

- 空中線端子がある場合
 - ④の項目にて測定した送信設備の電力に、送信損失及び空中線の指向特性の利得を加えて求める。
- 空中線端子がない場合
 - 空中線の指向特性の利得、軸外輻射パターンについては、想定されている地球局の運用仰角の範囲にわたって考慮する必要がある。