

# Ku帯非静止システム(高度500km)の技術的条件(素案)について

---

# 概要

---

以下を参考に、高度500kmの傾斜軌道を利用する衛星コンステレーションによるKu帯非静止衛星通信システムの技術的条件の素案を検討した。

- Ku帯非静止衛星システムの技術的条件の考え方(昨年度技術試験事務の検討結果)
- 高度1200kmの極軌道を利用する衛星コンステレーションによるKu帯非静止衛星通信システムの技術的条件
- SpaceXシステム地球局パラメータ(Ku帯)

# 技術的条件素案(1/3)

## <一般的条件>

項目		技術的条件(素案)	考え方
必要な機能	周波数選択制御	<ul style="list-style-type: none"> <li>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。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>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。</li> </ul>
	追尾機能	<ul style="list-style-type: none"> <li>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。</li> <li>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。</li> </ul>	
	インターロック機能	<ul style="list-style-type: none"> <li>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。</li> </ul>	
	自動停波機能	<ul style="list-style-type: none"> <li>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。</li> </ul>	
	地球局送信制御	<ul style="list-style-type: none"> <li>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。</li> </ul>	
	地球局位置送信	<ul style="list-style-type: none"> <li>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。</li> </ul>	
適用周波数帯	<ul style="list-style-type: none"> <li>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"> <li>✓ 送信: 14.0-14.5 GHz</li> <li>✓ 受信: 10.7-12.7 GHz</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>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。</li> </ul>	
通信方式	<ul style="list-style-type: none"> <li>限定しない</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>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。</li> </ul>	
多元接続方式			
変調方式			
電磁環境対策	<ul style="list-style-type: none"> <li>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。</li> <li>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。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>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。</li> </ul>	

# 技術的条件素案(2/3)

## <送信装置の条件>

項目	技術的条件(素案)	考え方
空中線電力の許容偏差	<ul style="list-style-type: none"> <li>上限50%、下限50%</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>設備規則第14条に準拠。</li> <li>既存のKu帯静止衛星システムと同等の基準。</li> </ul>
周波数の許容偏差	<ul style="list-style-type: none"> <li>100(百万分率)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>設備規則第5条に準拠。</li> <li>既存のKu帯静止衛星システムと同等の基準。</li> </ul>
占有周波数帯幅の許容値	<ul style="list-style-type: none"> <li>限定しない</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>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。</li> <li>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。</li> </ul>
不要発射の強度の許容値	<ul style="list-style-type: none"> <li>送信不可状態の軸外不要発射の強度の許容値の規定</li> <li>送信状態、及び送信停止状態の軸外不要発射の強度の許容値の規定</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ETSI EN303 981(現在策定中)の規定に準拠</li> <li>なお、高度1200kmのKu帯システムについては、ETSI EN303 980の規定に基づく条件を採用。</li> </ul>
	(参考:静止衛星システムの基準) ア スプリアス領域の不要発射 <ul style="list-style-type: none"> <li>50 μW 以下、又は基本周波数の平均電力より60dB低い値</li> </ul> イ 帯域外領域の不要発射 <ul style="list-style-type: none"> <li>40log(2F/BN+1)dB/4kHzまたはスプリアス発射の強度の許容値のうち、小さい方の値以下</li> </ul>	(参考:静止衛星システムの基準) <ul style="list-style-type: none"> <li>平成17年総務省告示第1228号の規定、既存のKu帯静止衛星システムに適用</li> <li>高度1200kmのKu帯非静止衛星システムでは、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、当該許容値を超えてはならないとしている。</li> </ul>

## <受信装置の条件>

項目	技術的条件(素案)	考え方
副次的に発する電波等の強度	<ul style="list-style-type: none"> <li>規定しない</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>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。</li> <li>空中線端子が無い地球局の場合に厳密な測定が困難。</li> </ul>
	(参考:静止衛星システムの基準) <ul style="list-style-type: none"> <li>4ナノワット以下</li> </ul>	(参考:静止衛星システムの基準) <ul style="list-style-type: none"> <li>設備規則第24条に準拠。</li> </ul>

# 技術的条件素案(3/3)

## <空中線の条件>

項目	技術的条件(素案)	考え方
空中線の最小仰角	<ul style="list-style-type: none"> <li>最小仰角:3度以上</li> <li>運用仰角:25~90度 ※高度1200kmのKu帯非静止衛星システムの条件は45~90度</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>最小仰角は、施行規則第32条に準拠。本規定は既存のKu帯静止衛星システムと同等の基準。</li> <li>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。</li> <li>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。</li> </ul>
地表線方向の等価等方輻射電力	<ul style="list-style-type: none"> <li>0度以下:40 dBW</li> <li>0度を越え5度以下:40+3<math>\theta</math> dBW ※帯域幅4kHzの値</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>施行規則第32条の2(別表第二号の四)に準拠。</li> <li>既存のKu帯静止衛星システムと同等の基準。</li> </ul>
軸外輻射電力	<ul style="list-style-type: none"> <li>RR Article 22に定められたEPFD<math>\uparrow</math>制限に適合可能なEIRPマスクをシステム毎に指定することが適当。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>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<math>\uparrow</math>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。</li> <li>以上の観点から、ETSI EN303 981(現在策定中)の規定を参考に、RR Article 22に定められたEPFD<math>\uparrow</math>制限に適合する地球局のEIRPマスクを無線局の免許の際に申請することが適当。</li> <li>EPFD<math>\uparrow</math>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。</li> </ul>
指向精度	<ul style="list-style-type: none"> <li>規定しない</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>静止衛星保護の観点では、EPFD<math>\uparrow</math>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。</li> <li>以上の観点から、指向精度を必ずしも定める必要はない。</li> </ul>

# (参考) 不要としたその他の技術的条件項目の考え方

項目	規定例(静止衛星システム、海外基準等)	考え方
電気通信回線設備との接続	電気通信回線設備と接続できるものであること。	<ul style="list-style-type: none"> <li>本システムの用途として、電気通信業務に限定されるものではないことから、規定不要。</li> </ul>
ハンドオーバー機能	通信相手方衛星を切り替える機能を有すること。	<ul style="list-style-type: none"> <li>他システムへの与干渉に直接影響する機能ではないことから、規定不要(追尾機能、インターロック機能等により許容できない与干渉防止は実現可能)。</li> </ul>
輻射電力の総和制御	同一の通信の相手方である人工衛星局の同一のトランスポンダを使用して、同一の周波数を使用する一又は二以上の移動局の輻射する等価等方輻射電力の総和を管理する機能を有すること。	<ul style="list-style-type: none"> <li>静止衛星保護の観点では、EPFD<math>\uparrow</math>制限値を満足すれば良いことから、左記機能については規定不要。</li> </ul>
筐体構造	送受信機の筐体は、容易に開けることができないこと。	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ku帯VSATなど一部の静止衛星システムに当該規定例があるが、他システム保護の観点から必須要件ではないことから規定不要。</li> </ul>
キャリアオフ時漏洩電力	欧州では、Ku帯非静止衛星システムについて、0dBW/1MHz(ETSI EN303 980)が規定。	<ul style="list-style-type: none"> <li>主として自システムの通信確立に必要な規定であること、同一周波数帯を使用する静止衛星システム保護は別途規定するEPFD<math>\uparrow</math>制限値への適合で実現されることから、規定不要。</li> <li>我が国の既存のKu帯を用いる静止衛星システムの技術基準における規定例はない。</li> </ul>
送信電力	欧州では、固定地球局は60dBW(ECC Decision(17)04)、移動地球局は54.5dBW(ECC Decision(18)05)が規定。	<ul style="list-style-type: none"> <li>左記規定は、航空機の高強度放射電界(HIRF(High Intensity Radiated Fields))の防護基準を満足するためのEIRP制限値であり、ECC Report 272をもとにした規定。</li> <li>現状想定される出力よりも著しく大きいこと、国内の地球局の技術基準において、航空機の高強度放射電界の防護に関する同様の規定例は無いことから、当該ECC決定を踏まえた送信電力制限は規定不要。</li> </ul>
水平線方向の電力(EIRP)	1MHzの帯域幅当たりのEIRP密度12.5dBW以下、最大EIRP16.3dBW以下(ESV)	<ul style="list-style-type: none"> <li>決議902(WRC-03)に基づくKu帯ESV特有の規定であり、規定不要。</li> </ul>
交差偏波電力	ESV、移動体SNGは、主輻射方向からの離角毎に上限を規定。Ku帯航空機地球局は、交差偏波側の運用を阻害するような混信を生じさせない十分小さな値になるよう制御されること、を規定。	<ul style="list-style-type: none"> <li>システム設計の柔軟性の観点から、一律の値を定めないことが適当。</li> <li>なお、現在計画中のKu帯非静止衛星システムでは、サービスリンクの偏波繰り返しは行われたい予定。</li> </ul>
交差偏波識別度	10dB以上(Ku帯航空機地球局)、27dB以上(Ku帯VSAT)	<ul style="list-style-type: none"> <li>衛星システム間で偏波による共用を想定していないことから規定不要。</li> </ul>
空中線の大きさ	直径0.6m以上(ESV)	<ul style="list-style-type: none"> <li>決議902(WRC-03)に基づくKu帯ESV特有の規定であり、規定不要。</li> </ul>
空中線利得	空中線の絶対利得が50dB以下(Ku帯VSAT)	<ul style="list-style-type: none"> <li>左記の規定は標準的なVSATのアンテナサイズをもとにしたもの。システム設計の柔軟性の観点から、一律の値を定めないことが適当。</li> <li>我が国の既存のKu帯を用いる静止衛星システムの技術基準における規定例は、Ku帯VSATのみ。</li> </ul>