

# 実用準天頂衛星システムのS帯を用いた移動衛星通信 システムの技術的条件(素案)について

---

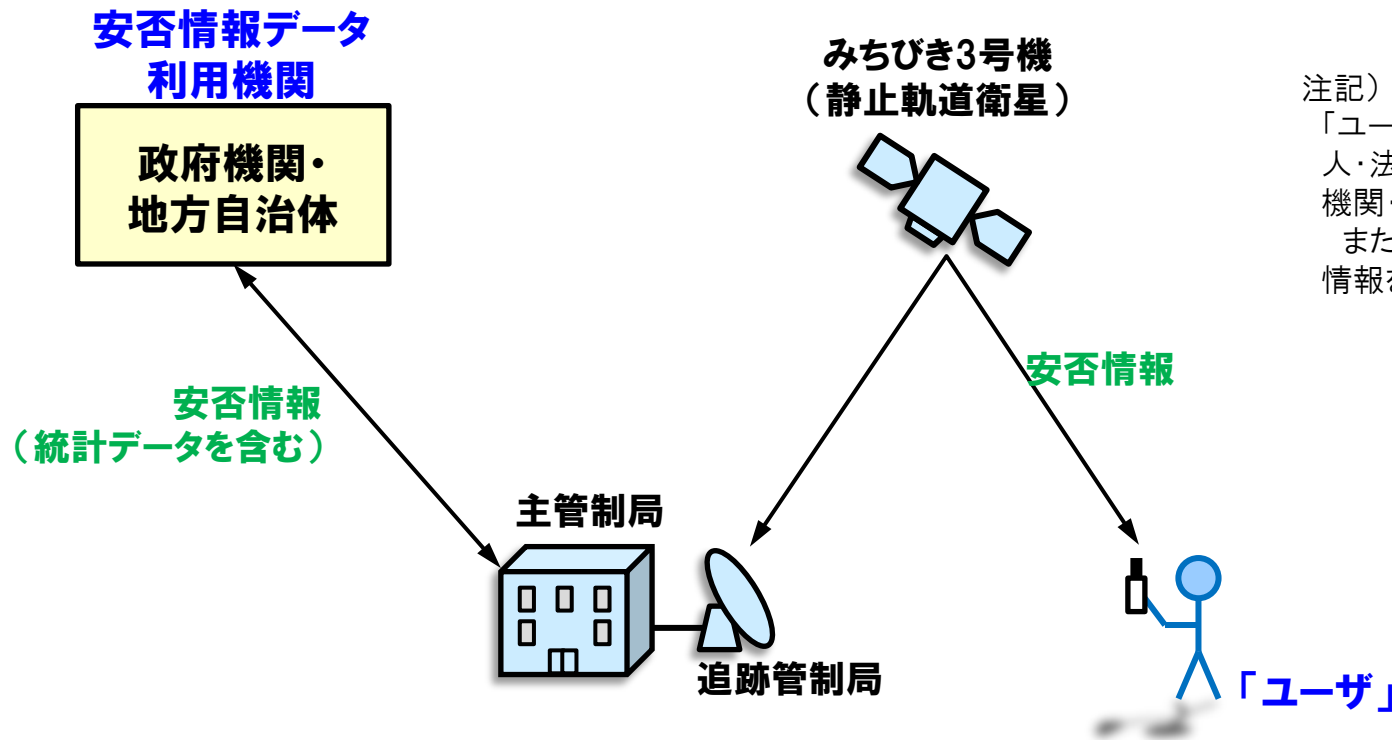
2015年6月

S帯を用いた移動衛星通信システムの  
技術的条件策定に関する調査検討会

---

# 実用準天頂衛星システムのS帯移動衛星通信システムの概要

- 実用準天頂衛星システムが提供する通信用のS帯(2GHz帯)を利用した双方向通信サービス
  - 災害時等において、「ユーザ」等が位置情報を含む安否情報を準天頂衛星を介して管制局に送信する
  - 「ユーザ」等からの安否情報を、災害状況の把握等に活用するため、安否情報データ利用機関(政府機関・地方自治体)へ配信する



注記)

「ユーザ」としては、一般国民(個人・法人・団体等を含む)、政府機関・地方自治体を想定。  
また、家屋等に設置し、安否情報を収集する事も検討。

# 実施体制

- 関係省庁、学識経験者、既存無線局関係者、メーカー等による検討会を設置し、検討を実施

三菱総合研究所

S帯を用いた移動衛星通信システムの  
技術的条件案策定に関する調査検討会

主査	三次 仁	慶応義塾大学 環境情報学部 准教授
構成員	西山 大樹	東北大学大学院 情報科学研究科 准教授
構成員	木村 和宏	独立行政法人情報通信研究機構 ユニバーサルコミュニケーション研究所 企画室長
構成員	奥山 俊幸	日本電気株式会社 宇宙システム事業部 ミッションシステム部 エキスパートエンジニア
構成員	佐藤 裕之	三菱電機株式会社 通信機製作所 インフラ情報システム部 プロジェクト部長
構成員	岩船 康則	一般社団法人 電波産業会 研究開発本部 宇宙通信グループ 主任研究員
構成員	小竹 信幸 (中川 永伸)	一般財団法人テレコムエンジニアリングセンター 企画・技術部門 技術グループ 担当部長
構成員	篠原 博 (山川 秀雄)	準天頂衛星システムサービス株式会社 取締役
構成員	古川 憲志	株式会社NTTドコモ 電波部 電波企画担当部長
構成員	菅田 明則	KDDI株式会社 技術企画本部 電波部 マネージャー
構成員	上村 治	ソフトバンクモバイル株式会社 電波制度室 標準化推進部 部長
構成員	福崎 順洋	国土交通省 国土地理院 測地部 専門調査官
構成員	河野 隆宏 (中島 睦晴)	独立行政法人宇宙航空研究開発機構 周波数管理室 室長
構成員	松本 暁洋 (野田 浩幸)	内閣府 宇宙戦略室 企画官
構成員	片山 英郎	内閣府 宇宙戦略室 参事官補佐

( )内は交代前の構成員

## 実施状況

第1回検討会(平成26年7月24日)

- 動向調査結果について
- 技術的条件検討項目について
- 干渉源信号強度測定試験方法について

第2回検討会(平成27年1月5日)

- 技術的条件の検討項目について
- 干渉源信号強度測定試験結果について
- 地上端末特性試験・通信品質試験方法について

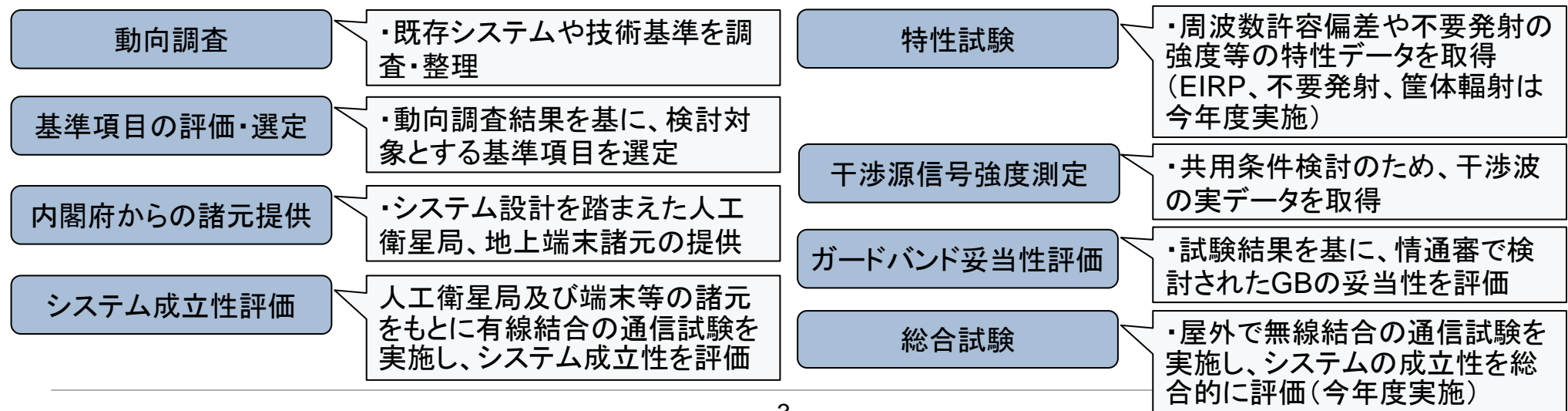
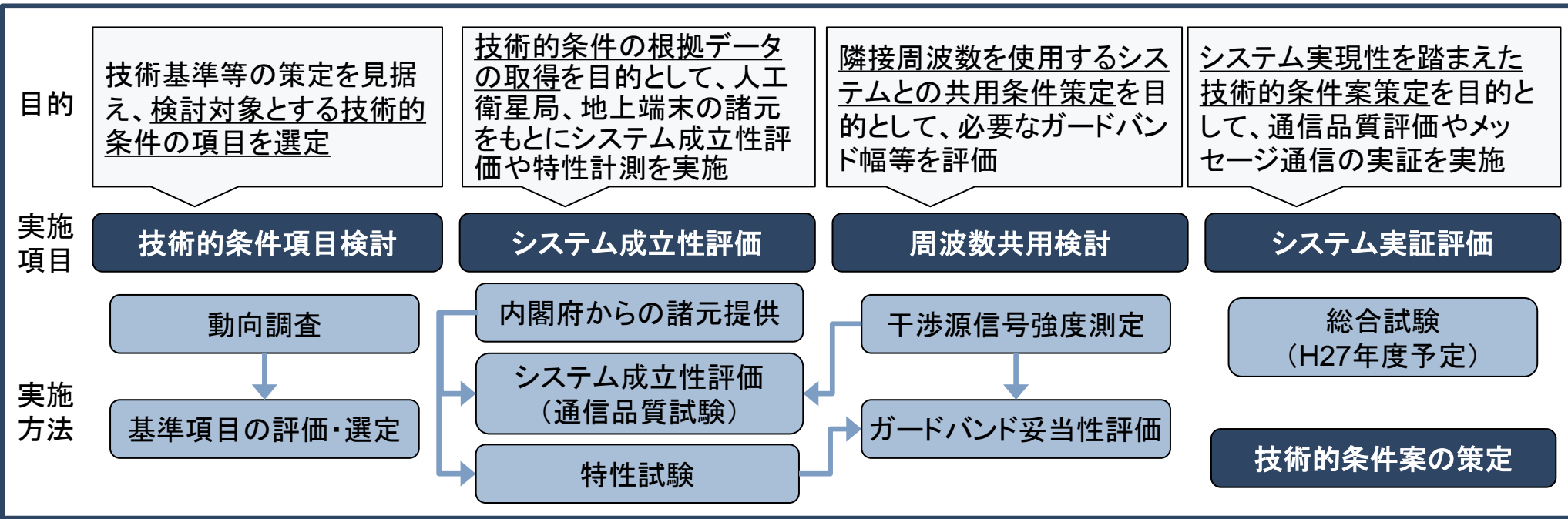
第3回検討会(平成27年2月27日)

- 内閣府の運用イメージについて
- 技術的条件(素案)について
- 報告書骨子(案)について

第4回検討会(平成27年3月26日)

- 実測結果について
- 共用条件検討結果について
- 報告書(案)について

# 技術試験事務 実施内容



# 技術試験事務 検討結果概要 (1)

- 実用準天頂衛星の最新の諸元情報や、隣接周波数を使用する既存無線システムの無線局諸元や利用形態を調査
- 関連するITU-R勧告、国内の電波法及び関連技術基準等について調査し、技術的条件として検討すべき項目を抽出
- 地上端末試作機を用いて特性試験を実施し、技術的条件の根拠となるデータを取得

## 関連技術基準等に関する調査

・関連する技術基準等を調査し、技術的条件項目として検討すべき項目を抽出し、評価を実施

無線通信規則(RR)、ITU-R勧告  
電波法、電波法施行規則  
無線設備規則、類似システム技術的条件等

2GHz帯移動衛星  
通信システムの  
関連基準を調査

実用準天頂衛星システムの関連基準抽出、技術的条件への該否を評価

構成	条件項目例
一般的条件	移動局識別、移動局周波数制御、周波数帯、通信方式、多元接続方式、変調方式、通信速度、人体への影響等
移動局の条件	空中線電力、等価等方輻射電力、周波数許容偏差、占有周波数帯幅、不要発射、副次発射、キャリアオフ時漏洩電力、受信G/T、偏波等
人工衛星局の条件	空中線電力、周波数許容偏差、占有周波数帯幅、不要発射、電力束密度、受信G/T、空中線利得、空中線指向特性、偏波等
基地局の条件	空中線電力、等価等方輻射電力、周波数許容偏差、不要発射、受信G/T、副次発射、送信空中線の最小仰角、軸外輻射電力、偏波等

## 回線設計の実施

・変更後の諸元をもとに回線成立性を評価

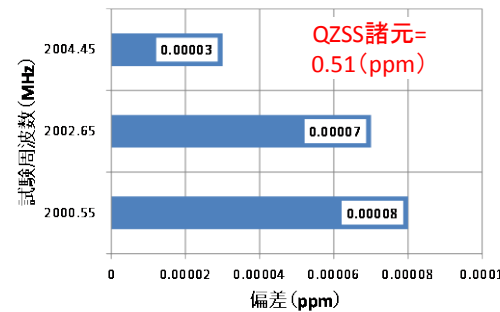
## 特性試験の実施

・試作端末の特性試験を実施し、要求仕様の範囲内であることを確認

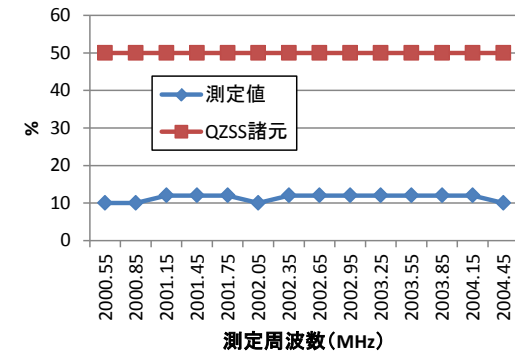
＜特性試験結果の例＞

### 周波数の許容偏差

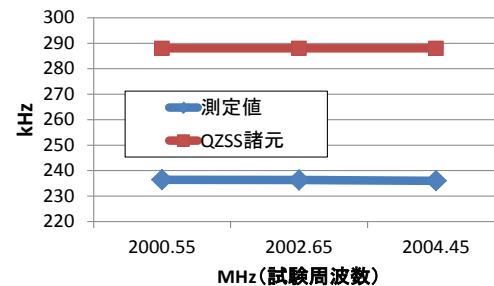
常温/常圧(DC 7.4V)



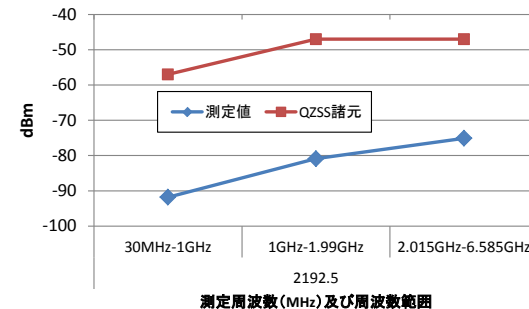
### 空中線電力の許容偏差



### 占有周波数帯幅



### 副次的に発射する電波等の強度



# 技術試験事務 検討結果概要 (2)

- 通信品質試験における干渉波として用いるため、都市域及び郊外において、地上携帯電話基地局等からの電波を実測により記録
- 人工衛星信号から送信される信号やマルチパスフェージングを考慮した伝搬路環境を模擬し、記録した地上携帯電話基地局等からの電波を干渉波として入力し、有線結合による通信品質試験により、所望の通信品質で通信が成立することを確認

## 干渉源信号強度測定



- ・干渉源となる携帯電話基地局等からの外来波の信号強度を測定
- ・渋谷周辺、東京周辺、府中市周辺で測定を実施

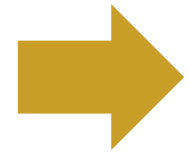
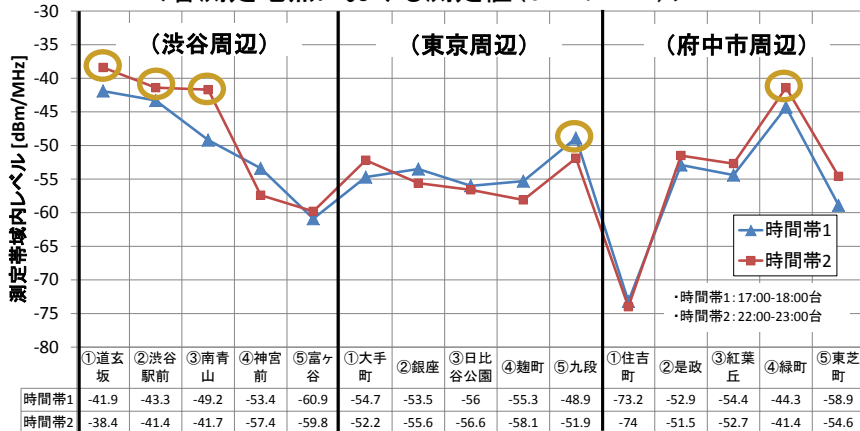
## 有線結合による通信品質試験の実施

- ・干渉源信号強度の実測結果にもとづき、伝送路シミュレータにより通信の成立性を評価した結果、所望の通信品質で通信可能であることを確認

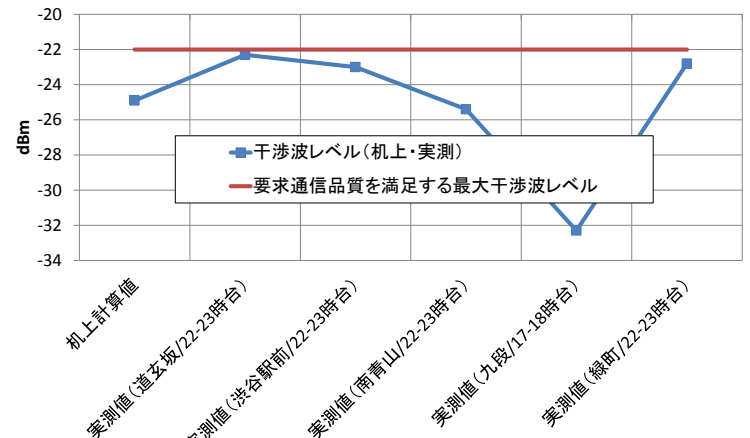
### <実施概要>

- ・マルチパスフェージング(都市を想定したモデル)を考慮した伝送路を模擬し、入力する干渉波レベルを変化させながらBERを測定
- ・要求通信品質(BER=8.8E-6)を満足する最大干渉波レベルを評価した結果、-22dBmが得られた
- ・5地点の実測及び机上計算から得られた干渉波レベルと比較した結果、要求通信品質を満足する最大干渉波レベル以下であることを確認

<各測定地点における測定値(dBm/MHz)>



干渉波レベルが大きかった5地点の値を使用 (感度抑圧)



<干渉波レベル(感度抑圧)(dBm)>



# 一部答申後に変更された諸元について

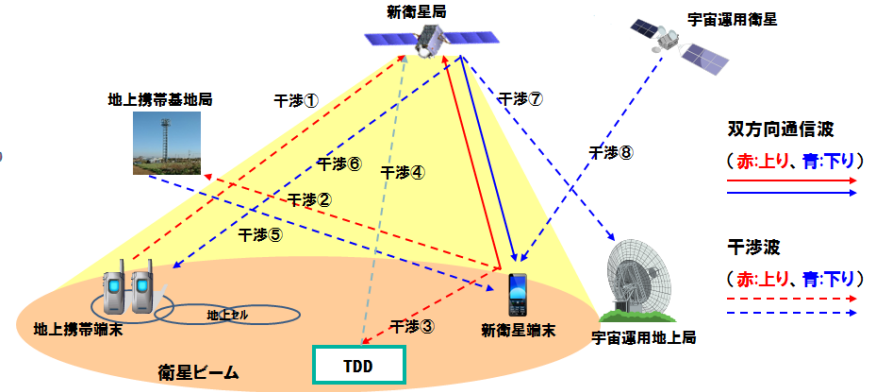
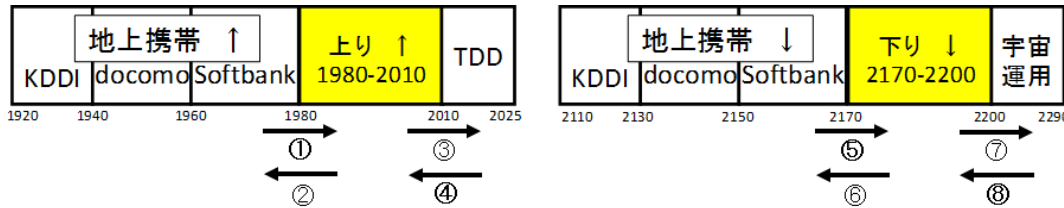
- 本調査検討の中で明らかになった、一部答申後に変更された実用準天頂衛星システムの諸元は以下の通り

パラメータ	一部答申時の値	現状の値	変更理由
端末アンテナ利得	3dBi	2dBi	回線成立性検討による。 アンテナ形状、放射パターンについて想定するアンテナの検討を行った結果。
衛星送信電力 (アンテナ入力端)	19.8dBW (49.8dBm)	18.2dBW (48.2dBm)	設計の進捗による。
衛星アンテナ利得	30dBi	31.5dBi	国際周波数調整により変更。 現状値 27.5～31.5dBi の最大値を使用。
人体吸収損	-8dB	-1.5dB	設計の進捗による。 (総合システム設計の中で、アンテナ形状、端末保持方法等の検討を実施)
給電損失	0dB	-1.7dB	設計の進捗による。
衛星送信帯域幅	3.56MHz	3.55212MHz	設計の進捗による。
端末送信スペクトラム特性	3MHz離調で-108dBc	3MHz離調で-95.4dBc 5MHz離調で-100.0dBc	実測による性能値。(5月時点)

# 周波数共用条件(素案)

- 変更された諸元を踏まえて、ガードバンド検討を実施し、共用条件(素案)をとりまとめ、これを満足するために必要な技術的条件を整理
- 今年度を実施する総合評価試験の結果を踏まえて、共用条件(素案)を評価し、とりまとめる

## <干渉ケース>



## 共用条件(素案)

周波数帯	与干渉	被干渉	検討結果	必要な技術的条件
1980-2010 MHz(↑)	① 地上携帯端末	新衛星局	ガードバンド無しで許容可能	—
	② 新衛星端末	地上携帯基地局	ガードバンド3MHzで許容可能	EIRP: 2dBW以下※1 不要発射の強度の許容値: スペクトラム特性の規定 (3MHz離調※2で-95.4dBc)※1
	③ 新衛星端末	TDD基地局/端末	ガードバンド5MHzで許容可能	EIRP: 2dBW以下※1 不要発射の強度の許容値: スペクトラム特性の規定 (5MHz離調※2で-100dBc)※1
	④ TDD基地局/端末	新衛星局	ガードバンド5MHzで許容可能	—
2170-2200 MHz(↓)	⑤ 地上携帯基地局	新衛星端末	ガードバンド20MHzで許容可能	20MHz離調30dB以上の減衰特性を有するフィルタを具備すること
	⑥ 新衛星局	地上携帯端末	ガードバンド10MHzで許容可能	不要発射の強度の許容値: 10MHz離調※2で-60dBc/4kHzを満足
	⑦ 新衛星局	宇宙運用地上局	ガードバンド5MHzで許容可能	不要発射の強度の許容値: 2200~2290MHzに対し、5MHz離調で抑圧量として60dBを満足
	⑧ 宇宙運用衛星	新衛星端末	ガードバンド無しで許容可能	—

※1 H27年度に実施する総合試験等の結果を踏まえて、規定すべき値を検討する  
 ※2 実用準天頂衛星システムの適用周波数帯の上端からの離調



# 技術的条件(素案) (1)

- 技術的条件案として検討すべき項目を抽出した上で、共用検討結果等を踏まえながら評価を行い、技術的条件として規定すべき項目及び規定する値を検討し、技術的条件(素案)をとりまとめた
- 今年度を実施する総合評価試験の結果を踏まえて、検討会としての最終的な技術的条件(素案)をとりまとめる予定

構成		規定すべき項目案	技術的条件(素案)	評価結果
一般的条件	必要な機能	基地局と通信を行う個々の移動局が自動的に識別されること	機能を有すること	移動局のチャンネル割当等を行うため、基地局と通信を行う個々の移動局が自動的に識別されることが適当。
		移動局の周波数・送信スロット・符号は基地局の制御により自動的に選択されること	機能を有すること (基地局からの制御信号を受信した場合に限り送信を開始する機能、同時に送信する移動局の数を制御する機能を包含)	災害時におけるシステム処理能力を決定する上で重要な諸元であり、移動局の周波数・送信スロット・符号は基地局の制御により自動的に選択されることが適当。
		電気通信回線設備と接続する機能を有すること	今後の実用準天頂衛星システムの技術的な仕様を踏まえて決定	基地局からインターネット回線を通じてメッセージを送受信する接続方法については現時点で仕様が明確化されていない。
	適用周波数帯	適用周波数帯(サービスリンク)	1980-2010MHzのうち5MHz、2170-2200MHzのうち5MHz	移動衛星業務の割当周波数帯であることを確認。
		適用周波数帯(フィーダリンク)	13.75-14.5GHzのうち5MHz、12.2-12.75GHzのうち5MHz	移動衛星業務の割当周波数帯であることを確認。
	通信方式	多元接続方式	FDMA: 14CH、CDMA: 100CH、TDMA: 送信スロット1.6秒(仕様値)	災害時におけるシステム処理能力を決定する上で重要な諸元であり、仕様値が要求処理能力を満足することを確認。
	変調方式	変調方式	フォワードリンクBPSK/SS方式、リターンリンクBPSK/CDMA方式(仕様値)	災害時におけるシステム処理能力を決定する上で重要な諸元であり、通信品質試験により、所望の通信品質で通信可能であることを確認
	通信速度	送信速度(通信速度)	フォワードリンク: 28.54kbps、リターンリンク: 100bps(仕様値)	災害時におけるシステム処理能力を決定する上で重要な諸元であり、通信品質試験により、所望の通信品質で通信可能であることを確認
	フレーム長／フレーム周期	フレーム長／フレーム周期	フォワードリンク: 250msで7136bit／フレーム×4、リターンリンク: ガードタイム0.1s含む1.6sで125bit／フレーム(仕様値)	災害時におけるシステム処理能力を決定する上で重要な諸元であり、仕様値が要求処理能力を満足することを確認。
その他	セキュリティ対策	適切な措置を講ずること	適切な措置を講ずることが望ましい。	
	人体への影響	・電波防護指針を満足すること ・人体(頭部・両手以外)の比吸収率を2W/kg、四肢は4W/kg以下(設備規則14条の2への追記)	運用イメージ(移動局の端末は利用者が手で保持して使用するが、側頭部での音声通話は想定されない)を踏まえ、左記の条件が適当。	

## 技術的条件(素案) (2)

構成		規定すべき項目案	技術的条件(素案)	評価結果
移動局の条件	送信装置	等価等方輻射電力(EIRP)	2dBW以下※	共用条件(素案)から、左記の条件が適当。
		空中線電力の許容偏差	上限50%、下限50%	特性試験の結果、仕様値が設備規則14条に準拠していることを確認。
		周波数の許容偏差	20ppm(仕様値:0.51ppm)	仕様値が設備規則5条に準拠していることを確認。災害時におけるシステム処理能力を決定する上で重要な諸元であり、特性試験の結果、仕様値を満足することを確認。
		不要発射の強度	別図のスペクトラム特性を満足※	共用条件(素案)から、左記の条件が適当。
		占有周波数帯幅の許容値	288kHz(仕様値)	災害時におけるシステム処理能力を決定する上で重要な諸元であり、特性試験の結果、仕様値を満足することを確認。
		キャリアオフ時の漏洩電力	-70dBm/204.8kHz以下(仕様値)	災害時におけるシステム処理能力を決定する上で重要な諸元であり、特性試験の結果、仕様値を満足することを確認。
	受信装置	副次的に発射する電波等の強度	4nW以下	特性試験の結果、仕様値が設備規則24条に準拠していることを確認。
帯域外における減衰量		移動局は20MHz離調30dB以上の減衰特性を有すること	共用条件(素案)から、左記の条件が適当。通信品質試験により、所望の通信品質で通信可能であることを確認。	
空中線	偏波	右旋円偏波(仕様値)	偏波は移動局で統一されていることを考慮し、左記の条件とすることが適当。	

※ H27年度に実施する総合試験等の結果を踏まえて、規定すべき値を検討する

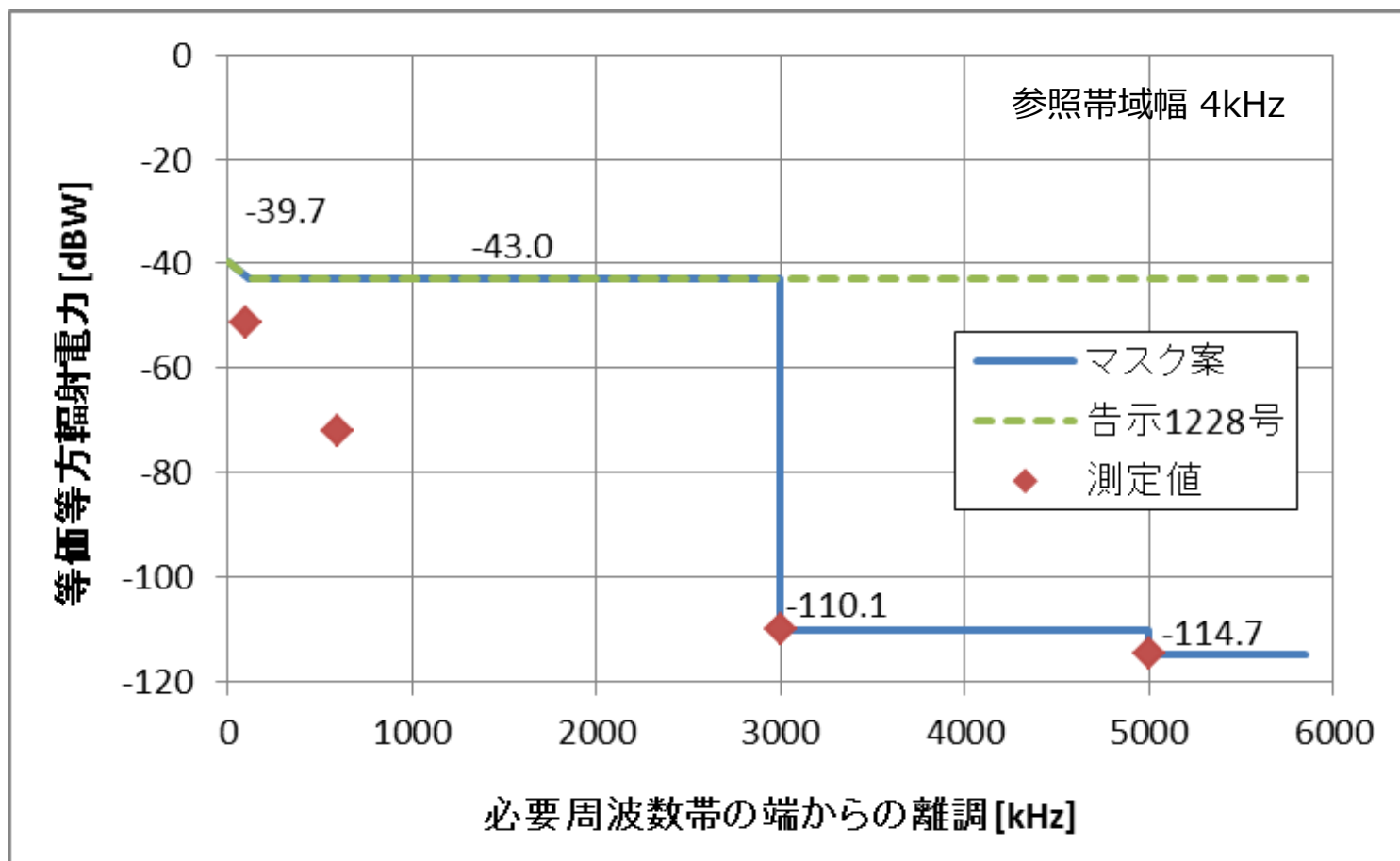
# 技術的条件(素案) (3)

構成		規定すべき項目案	技術的条件(素案)	備考
人工衛星局の条件	送信装置	周波数の許容偏差	20ppm(仕様値: S帯: 1ppm、Ku帯: 1ppm)	仕様値が設備規則5条に準拠することを確認。災害時におけるシステム処理能力を決定する上で重要な諸元。
		占有周波数帯幅の許容値	5MHz(仕様値)	仕様を考慮し、左記の条件が適当。
		不要発射の強度	<ul style="list-style-type: none"> <li>・スプリアス領域: 50<math>\mu</math>W以下又は-60dBc/4kHz</li> <li>・帯域外領域: 40log(2F/BN+1)dB/4kHz</li> <li>・2200~2290MHzに対しては、5MHz離調で、抑圧量として60dBを満足</li> </ul>	仕様値が平成17年総務省告示第1228号に準拠していることを確認。2200~2290MHzに対しては、共用条件(素案)から、5MHz離調で、抑圧量として60dBを満足することが適当。
		空中線電力の許容偏差	上限50%、下限50%	仕様値が設備規則14条に準拠することを確認。
		電力束密度の許容値	S帯: 国際調整結果を遵守 Ku帯: <ul style="list-style-type: none"> <li>・0度を超え5度以下: -148dB(W/m<sup>2</sup>)/4kHz</li> <li>・5度を超え25度以下: -148+0.5(<math>\delta</math>-5)dB(W/m<sup>2</sup>)/4kHz</li> <li>・25度を超え90度以下: -138dB(W/m<sup>2</sup>)/4kHz</li> </ul>	S帯については、国際調整結果を遵守することが必要。 Ku帯については、実用準天頂衛星システムの仕様値が、施行規則32条の6に準拠することを確認。
空中線	送信空中線の指向特性	0.3° 以内	実用準天頂衛星システムの仕様値が、施行規則32条の3に準拠することを確認。	

# 技術的条件(素案) (4)

構成		規定すべき項目案	技術的条件(素案)	備考
基地局の条件(Ku帯)	送信装置	等価等方輻射電力	$0^\circ < \theta \leq 5^\circ$ : $40 + 3\theta$ ( $\theta=5^\circ$ の時、55dBW/4kHz) $\theta \leq 0^\circ$ : 40dBW/4kHz	仕様値が施行規則32条の2に準拠することを確認。
		空中線電力の許容偏差	上限50%、下限50%	仕様値が設備規則14条に準拠することを確認。
		周波数の許容偏差	100ppm(仕様値:0.001ppm)	仕様値が設備規則5条に準拠することを確認。災害時におけるシステム処理能力を決定する上で重要な諸元。
		占有周波数帯幅の許容値	5MHz(仕様値)	仕様を考慮し、左記の条件が適当。
		不要発射の強度の許容値	スプリアス領域: 50 $\mu$ W以下または-60dBc/4kHz以下 帯域外領域: $40\log(2F/BN+1)$ dB/4kHz以下	仕様値が平成17年総務省告示第1228号に準拠することを確認。
	受信装置	副次的に発する電波の強度	4nW以下	仕様値が設備規則24条に準拠することを確認。
空中線	送信空中線の最小仰角	3° 以上	仕様値が施行規則32条に準拠することを確認。	
	軸外輻射電力の許容値	$3^\circ \leq \phi \leq 7^\circ$ : $42 - 25 \log \phi$ dB $7^\circ < \phi \leq 9.2^\circ$ : 21 dB(W/40 kHz) $9.2^\circ < \phi \leq 48^\circ$ : $45 - 25 \log \phi$ dB(W/40 kHz) $48^\circ < \phi \leq 180^\circ$ : 3 dB(W/40 kHz)	仕様値がRR Article 22.26/22.29に準拠することを確認。	

## (参考) 別図 移動局スペクトラム特性



※ H27年度に実施する総合試験等の結果を踏まえて、規定すべき値を検討する