

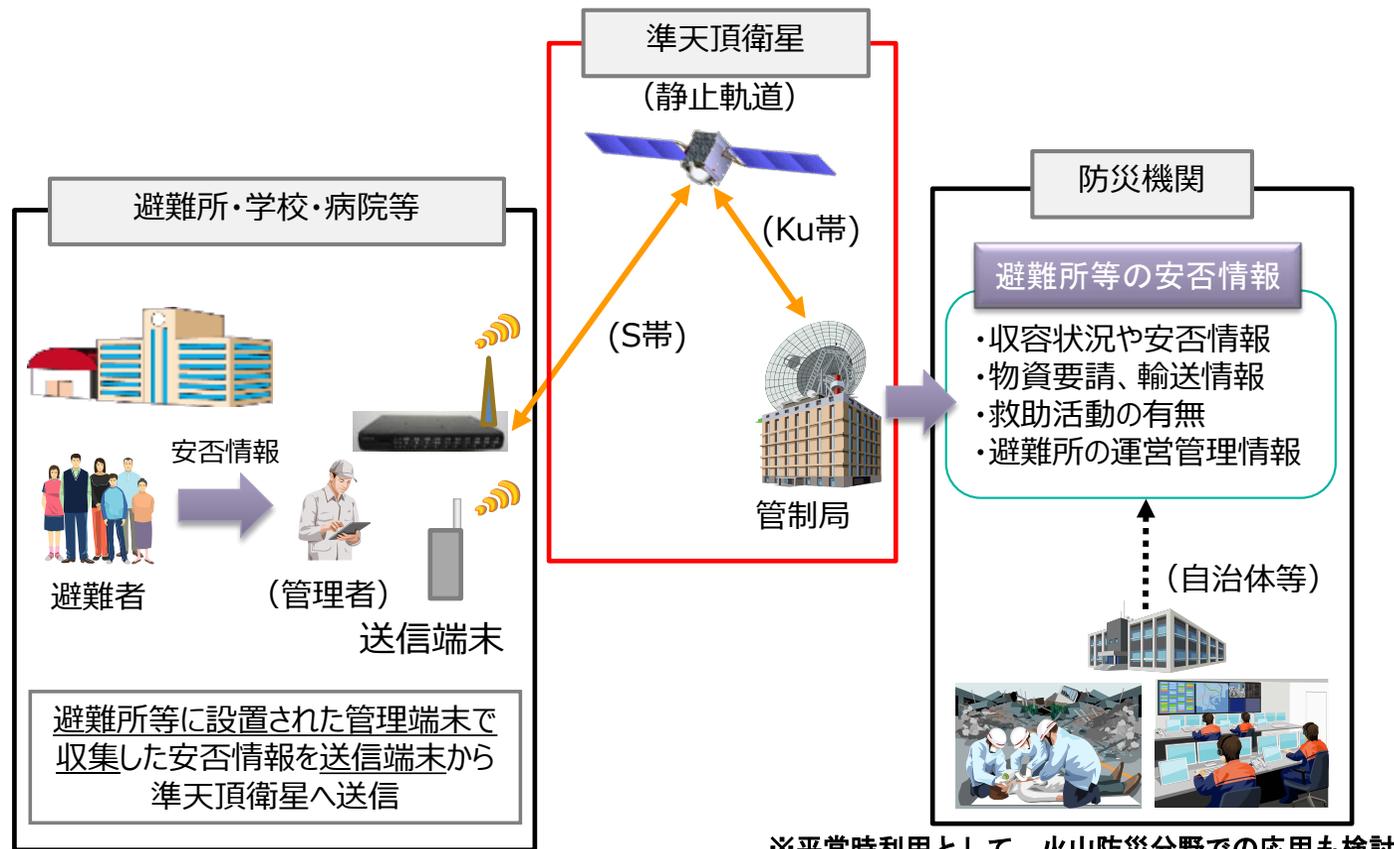
実用準天頂衛星システムのS帯を用いた移動衛星通信 システムの技術的条件(素案)について

2016年4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、避難所・学校・病院等において収集された安否関係や救援物資等の情報を、内閣府が準天頂衛星を介して収集し、防災機関へ提供



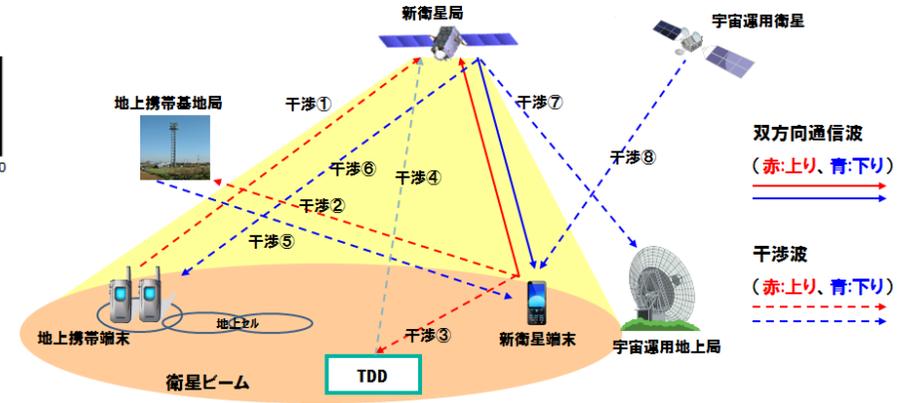
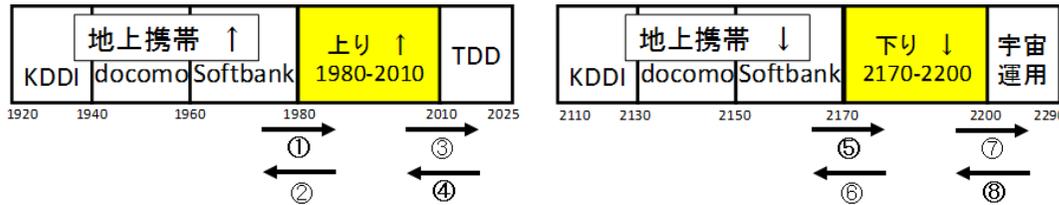
※平常時利用として、火山防災分野での応用も検討

項目		仕様案(現状の設計値)
送信メッセージ	安否情報通知	・災害時含め常時利用可能 ・安否情報の項目ごとに通知内容を選択する定型様式
	安否補足情報通知	・平常時に利用可能 ・最大40文字の任意テキスト
ユーザ識別数		約2200万以上
端末発リンク	データレート	64bps
	フレーム長	1.5625s (ガードタイム 0.0375s)
	フレームあたり情報ビット数	84bit
端末宛リンク	データレート	4.46kbps
	フレーム長	0.8s
	フレームあたり情報ビット数	3440bit

S帯移動衛星通信システムとの共用システムの概要

- S帯移動衛星通信システムとの共用システム(隣接周波数帯を使用するシステム)は、地上携帯電話、TDD、宇宙運用の3つのシステムが該当
- 各システムとの間で、8つの与干渉、被干渉のケースについて検討

<干渉ケース>

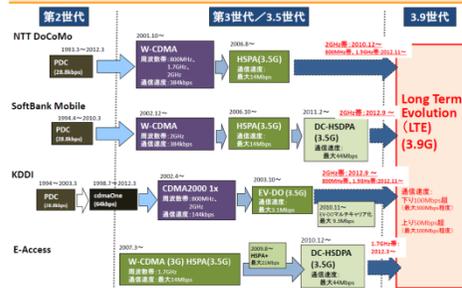
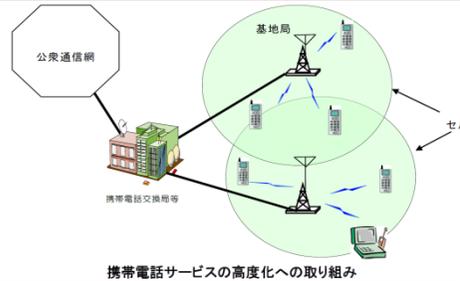


地上携帯電話

システムの概要

携帯電話との音声通話、データ通信に使用されるシステムであり、基地局、陸上移動局及び場合に応じて陸上移動中継局から構成。第2世代移動通信システムから第3世代移動通信システムへ移行し、第3.5世代を経て、2010年以降は第3.9世代(LTE)へ移行。

使用周波数帯
1920-1980MHz
2110-2170MHz

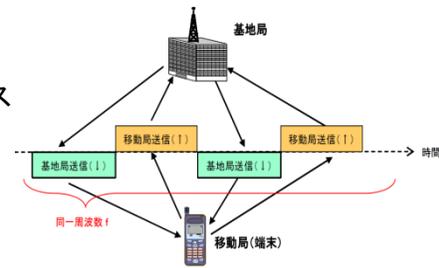


TDD

システムの概要

時分割複信方式を利用した移動通信システム。基地局送信と移動局送信を同じ周波数を利用し、時間を切り替えて制御。

使用周波数帯
2010-2025MHz
(H27年10月現在運用実績なし)



宇宙運用

システムの概要

JAXA宇宙機等でテレメトリ、テレコマンド及び測距のダウンリンク回線に利用。

使用周波数帯
2200-2290MHz



技術試験事務 総合試験結果概要

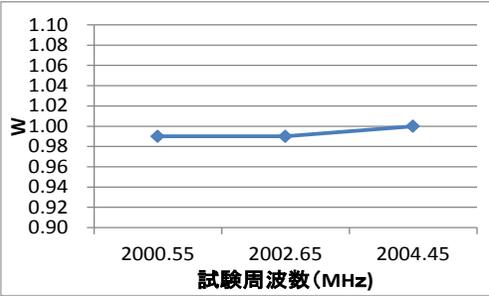
- 地上端末試作機を用いて、今年度に測定することとなっていた不要発射やEIRP等の端末の特性試験を実施
- 地上端末試作機、模擬衛星局を用いた屋外試験を実施し、マルチパス環境下でも通信が成立することを確認

特性試験の実施

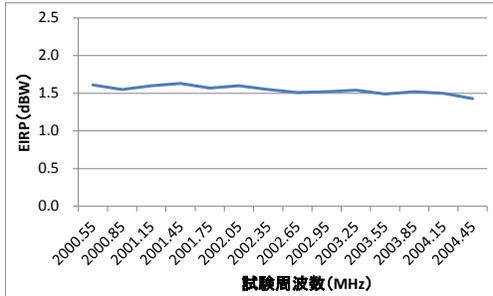
・試作端末の特性試験を実施し、要求仕様の範囲内であることを確認。

＜特性試験結果の例＞

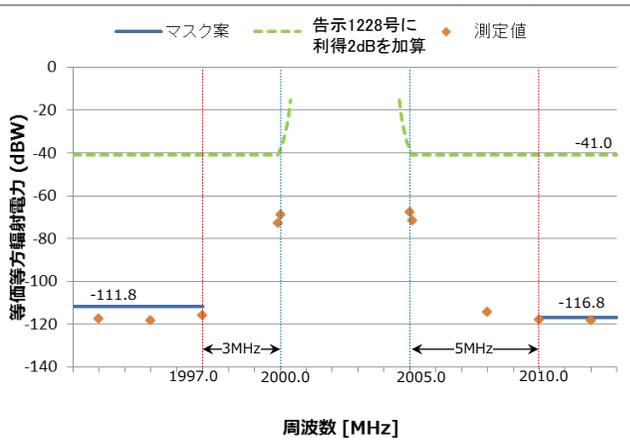
空中線電力



等価等方輻射電力 (EIRP)



不要発射 参照帯域幅 4kHz

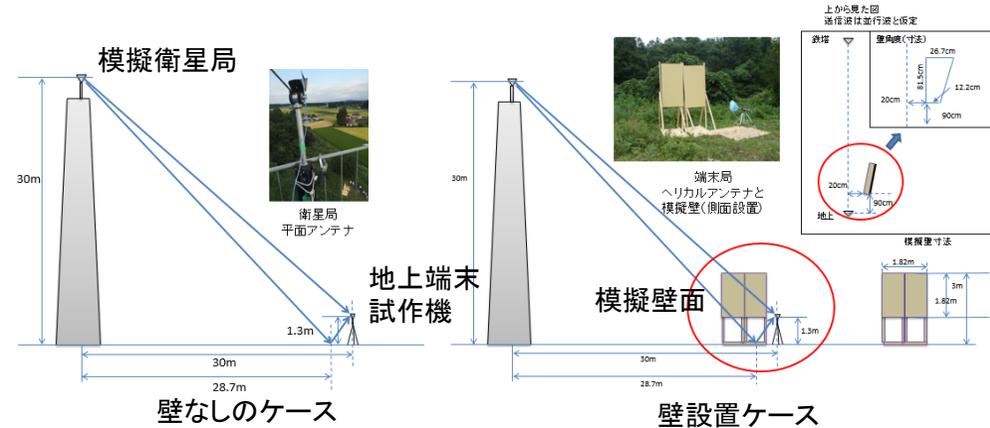


・ガードバンド検討結果をもとに整理された技術的条件案を満足

屋外通信試験の実施

＜実施概要＞

・市街地等における建物からの反射波によるマルチパス環境を想定した屋外試験を実施。



＜結果概要＞

・回線成立に必要な受信感度-129dBm程度に対して、最悪ケースでも-126.1dBmの受信レベルが得られ、マージンを有して回線が成立することを確認

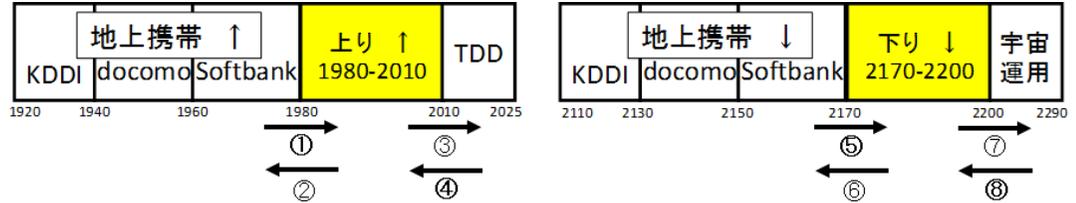
伝送路ケース	受信レベル	受信感度点*
大地反射 (壁なし)	-122.2dBm	-129.4dBm
大地反射 + 壁反射 (壁設置)	-126.1dBm	-129.7dBm

※受信感度点: 試験で測定した、回線が成立する必要最低限の受信レベル

周波数共用条件(素案)

- 今年度に取得した特性試験データ等も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
- 総合評価試験の結果をもとに、整理された技術的条件の妥当性を確認

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 ・不要発射の強度の許容値: スペクトラム特性の規定 (使用帯域の上端から3MHz離調 -111.8dBW (-95dBc))
	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 ・不要発射の強度の許容値: スペクトラム特性の規定 (使用帯域の下端から5MHz離調 -116.8dBW (-100dBc))
	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: (スプリアス領域) 50 μW 以下又は -60dBc/4kHz (帯域外領域) 40log(2F/BN+1) dB/4kHz
	⑦	新衛星局	宇宙運用地上局	ガードバンド5MHzで許容可能	・5MHz離調で、衛星中継器の抑圧量(S帯ダウンリンク) 20dB、基地局の抑圧量(Ku帯アップリンク) 40dB、合せて60dBを満足すること
	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	—

技術的条件(素案) (1)

- 共用検討結果、総合試験結果等を踏まえ、技術的条件として規定すべき項目及び規定する値の見直しを行い、技術的条件(素案)を取りまとめ

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重要な諸元。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。	
	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。共用検討結果を踏まえ、5MHz幅が適当。
		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。共用検討結果を踏まえ、5MHz幅が適当。
	通信方式	多元接続方式	特に限定しない(仕様値:FDMA:14CH、CDMA:100CH、TDMA:送信スロット1.6秒)	災害時におけるシステム処理能力を決定する諸元であるが、様々な方式が選択可能であることを考慮すると、特定の方式に限定しないことが適当。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	特に限定しない(仕様値:フォワードリンクBPSK/SS方式、リターンリンクBPSK/CDMA方式)	災害時におけるシステム処理能力を決定する諸元であるが、柔軟なシステム設計・運用が行われるべきであるため、特に限定しないことが適当。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。
	通信速度	送信速度(通信速度)	特に限定しない(仕様値:フォワードリンク:4.46kbps、リターンリンク:64bps)	災害時におけるシステム処理能力を決定する諸元であるが、柔軟なシステム設計・運用が行われるべきであるため、特に限定しないことが適当。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。
	フレーム長／フレーム周期	フレーム長／フレーム周期	特に限定しない(仕様値:フォワードリンク800msで3440bit／フレーム×4、リターンリンクガードタイム0.0375s含む1.6sで84bit／フレーム)	災害時におけるシステム処理能力を決定する諸元であるが、柔軟なシステム設計・運用が行われるべきであるため、特に限定しないことが適当。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。既存の衛星携帯電話端末との比較により、左記の条件を満足することを確認。	

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。特性試験の結果、左記の条件を満足することを確認。
		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)	災害時におけるシステム処理能力を決定する諸元であり、仕様値が設備規則5条に準拠していることを確認。特性試験の結果、仕様値を満足することを確認。
		不要発射の強度の許容値	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。特性試験の結果、左記の条件を満足することを確認。
		占有周波数帯幅の許容値	特に限定しない(仕様値:288kHz)	災害時におけるシステム処理能力を決定する諸元であるが、柔軟なシステム設計・運用が行われるべきであるため、特に限定しないことが適当。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	搬送波送信時の平均電力に対して-60dB以下	災害時におけるシステム処理能力を決定する諸元であり、左記の条件が適当。特性試験の結果、仕様値を満足することを確認。
受信装置	副次的に発する電波等の限度	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。	
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。	

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	S帯20ppm、Ku帯100ppm (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	特に限定しない(仕様値:5MHz)	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:50μW以下又は-60dBc/4kHz ・帯域外領域:40log(2F/BN+1)dB/4kHz ・2200~2290MHzに対しては、5MHz離調で、抑圧量として60dBを満足	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: ・0度を超え5度以下:-148dB(W/m ²)/4kHz ・5度を超え25度以下:-148+0.5(δ-5)dB(W/m ²)/4kHz ・25度を超え90度以下:-138dB(W/m ²)/4kHz	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(仕様値:0.2° 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。	

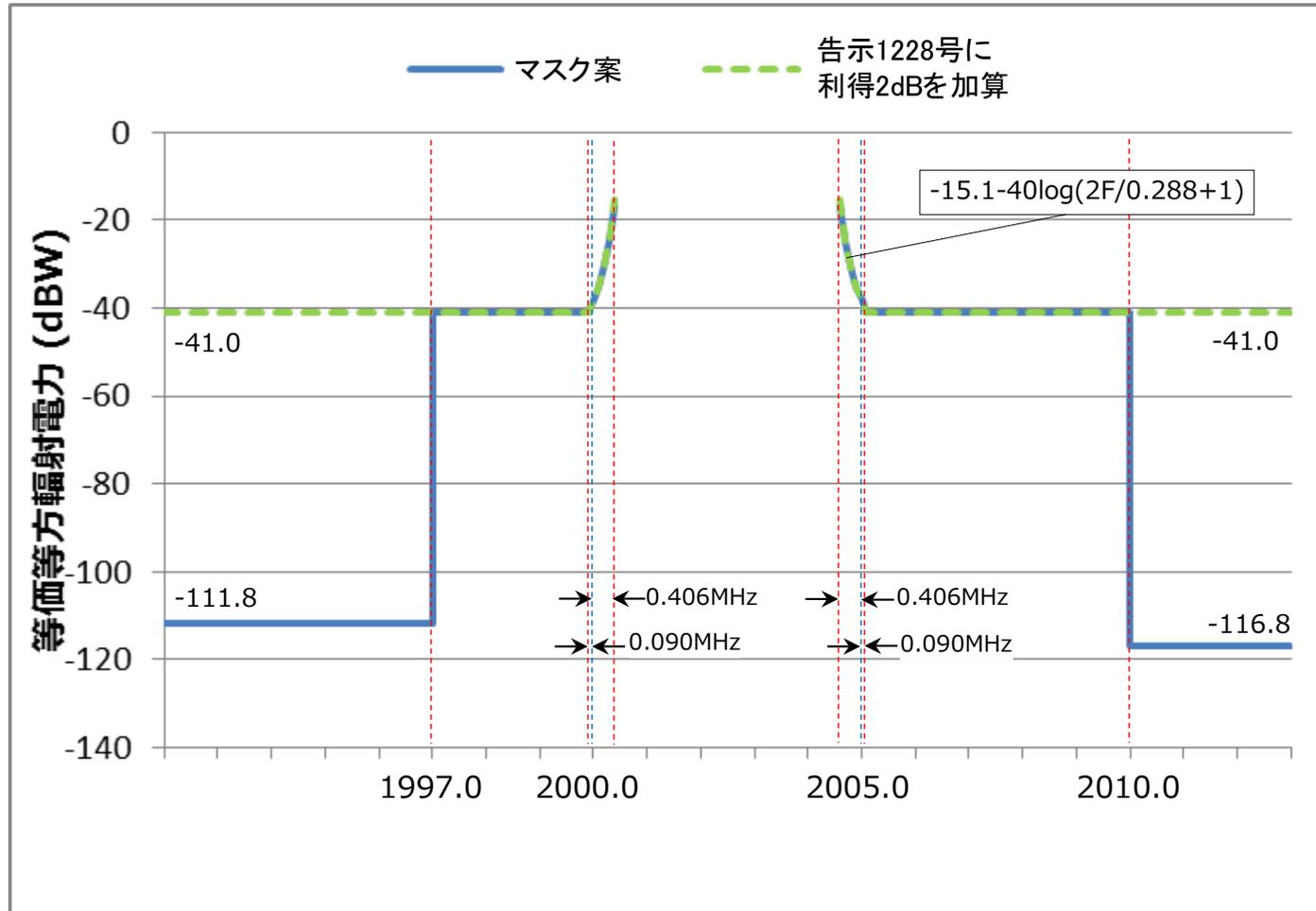
F: 必要周波数帯幅と帯域外領域の境界より中心周波数と反対方向に離れる周波数の値 BN: 必要周波数帯域幅

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	<ul style="list-style-type: none"> ・$0^\circ < \theta \leq 5^\circ$: $40 + 3\theta$ ($\theta=5^\circ$ の時、55dBW/4kHz) ・$\theta \leq 0^\circ$: 40dBW/4kHz (QZSS設計値: 最大輻射方向68.0dBW、運用最低仰角5度21.2dBW) 	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諸元。
		占有周波数帯幅の許容値	特に限定しない(仕様値: 5MHz)	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 μ W以下または-60dBc/4kHz以下 帯域外領域: 40log(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等の限度	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: 5° 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		<ul style="list-style-type: none"> $3^\circ \leq \phi \leq 7^\circ$: $42 - 25 \log \phi$ 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。	

F: 必要周波数帯幅と帯域外領域の境界より中心周波数と反対方向に離れる周波数の値 BN: 必要周波数帯幅

(参考)別図 移動局スペクトラム特性



※国際調整の結果、使用周波数が変更された場合には再検討が必要

(参考)技術試験事務実施体制

- 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	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	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	ソフトバンク株式会社 渉外本部 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	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	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
構成員	佐藤 琢	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27年6月12日)

- H26年度検討結果とH27年度実施概要
- 不要発射の測定結果について
- ガードバンド検討結果の見直しについて

第2回検討会(平成27年8月4日)

- 実用準天頂衛星システムの仕様変更について
- 衛星通信システム委員会指摘事項への対応等について
- 特性試験・総合試験方法について
- 報告書骨子(案)について

第3回検討会(平成27年10月19日)

- 衛星安否確認サービスの運用イメージ
- 実用準天頂衛星システムの諸元変更への対応総合試験結果報告
- 報告書(案)について

(参考)技術試験事務 実施内容

