

情報通信審議会 情報通信技術分科会 衛星通信システム委員会報告

諮問第 2032 号

「2GHz帯等を用いた移動衛星通信システム等の在り方及び技術的条件」
のうち

「実用準天頂衛星システムの技術的条件」

平成28年6月30日
衛星通信システム委員会

情報通信審議会 情報通信技術分科会
衛星通信システム委員会 報告

目次

I	検討事項	2
II	委員会の構成	2
III	検討経過	2
IV	検討概要	3
1	システム概要	3
1.1	実用準天頂衛星システムの概要	3
1.2	L帯を用いた衛星測位システム	7
1.3	S帯を用いた移動衛星通信システム	11
2	他のシステムとの周波数共用について	12
2.1	L帯を用いた衛星測位システム	12
2.2	S帯を用いた移動衛星通信システム	24
3	無線設備の技術的条件	30
3.1	L帯を用いた衛星測位システム	30
3.2	S帯を用いた移動衛星通信システム	33
3.3	国際周波数調整	40
4	測定法	41
4.1	L帯を用いた衛星測位システム	41
4.2	S帯を用いた移動衛星通信システム	41
V	検討結果	44
別紙	情報通信技術分科会 衛星通信システム委員会 構成員	45
別添		46

I 検討事項

衛星通信システム委員会（以下「委員会」という。）は、情報通信審議会諮問第 2032 号「2GHz 帯等を用いた移動衛星通信システム等の在り方及び技術的条件」（平成 25 年 1 月 18 日諮問）のうち、「実用準天頂衛星システムの技術的条件」について検討を行った。

II 委員会の構成

委員会の構成は別紙 1 のとおりである。

III 検討経過

本報告は、「2GHz 帯等を用いた移動衛星通信システム等の在り方及び技術的条件」のうち、「実用準天頂衛星システムの技術的条件」について、委員会 2 回の検討を行い、その結果についてとりまとめたものである。検討の経過は以下のとおりである。

(1) 委員会での検討

ア 第 25 回委員会（平成 27 年 6 月 17 日）

実用準天頂衛星システムの開発・整備の状況等について、検討を行った。

イ 第 26 回委員会（平成 28 年 4 月 22 日）

電波利用料財源技術試験事務による調査検討の結果報告を受け、委員会報告（案）をとりまとめた。

ウ 第 27 回委員会（平成 28 年 6 月 3 日から 8 日、電子メールによる検討）

パブリックコメントで提出された意見に対する委員会の考え方及び委員会報告のとりまとめを行った。

(2) 電波利用料財源技術試験事務

本件に関して検討の促進を図るため、電波利用料財源技術試験事務による調査検討を実施し、「L 帯を用いた衛星測位システムの技術的条件策定に関する調査検討会」（主査：井家上哲史 明治大学理工学部 教授）及び「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」（主査：三次仁 慶應義塾大学環境情報学部 教授）を開催し、技術的条件（素案）を検討した。

IV 検討概要

1 システム概要

1.1 実用準天頂衛星システムの概要

準天頂衛星システムは、平成 13 年 7 月の日本経済団体連合会による準天頂衛星計画をもとに、平成 15 年度から総務省、文部科学省、経済産業省、国土交通省の各省による研究開発が開始され、平成 22 年 9 月に準天頂衛星の初号機である「みちびき」が打ち上げられた。同年 12 月より技術実証・利用実証が開始され、現在も、河川監視、バスの利便性向上、IT 自動走行実証、鉄道車両位置管理といったアプリケーションに関する実証実験が行われている。

平成 23 年 4 月の宇宙開発戦略本部宇宙開発戦略専門調査会準天頂衛星開発利用検討 WG 中間報告では、「測位衛星システムが宇宙政策全体の重点として位置づけられることを強く期待する」とされ、また「我が国測位衛星システムが具備する機能」として「航法信号の提供機能（航法信号の秘匿・暗号化機能を含む）」、「補強機能」、「災害時の情報提供や安否確認等に係る機能（簡易メッセージ送信機能、双方向通信機能）」が挙げられている。

平成 23 年 9 月にはこれらを受けて「実用準天頂衛星システム事業の推進の基本的な考え方」が閣議決定され、「我が国として実用準天頂衛星システムの整備に可及的速やかに取り組むこととする。具体的には、2010 年代後半を目途にまずは 4 機体制を整備する。将来的には、持続測位が可能となる 7 機体制を目指すこととする。」とされ、実用準天頂衛星システムの開発・整備・運用は内閣府が実施することとなった。

実用準天頂衛星システム事業の推進の基本的な考え方

平成 23 年 9 月 30 日

閣 議 決 定

準天頂衛星システムは、産業の国際競争力強化、産業・生活・行政の高度化・効率化、アジア太平洋地域への貢献と我が国プレゼンスの向上、日米協力の強化及び災害対応能力の向上等広義の安全保障に資するものである。

諸外国が測位衛星システムの整備を進めていることを踏まえ、我が国として、実用準天頂衛星システムの整備に可及的速やかに取り組むこととする。

具体的には、2010 年代後半を目途にまずは 4 機体制を整備する。将来的には、持続測位が可能となる 7 機体制を目指すこととする。

我が国として実用準天頂衛星システムの開発・整備・運用は、準天頂衛星初号機「みちびき」の成果を活用しつつ、内閣府が実施することとし、関連する予算要求を行うものとする。また、開発・整備・運用から利用及び海外展開を含む本事業の推進に当たっては、関係省庁及び産業界との連携・協力を図ることとする。

内閣府がこうした役割を果たすために必要な法律改正を予算措置に合わせて行うこととする。

なお、内閣府に実施体制を整備するに当たっては、行政機関の肥大化につながらないよう配慮するものとする。

平成 25 年 1 月に宇宙開発戦略本部で決定された新たな宇宙基本計画においては、「5 年間の開発利用計画」として「2010 年代後半を目途に 4 機体制を構築するため、準天頂衛星システムの開発、整備を着実に推進する」等とされ、宇宙開発利用に関し政府が総合的かつ計画的に実施すべき施策として掲げられている。

平成 27 年 1 月には、宇宙基本計画が見直され、「具体的取組」として「準天頂衛星初号機「みちびき」の設計寿命が到来する平成 32 年度以降も確実に 4 機体制を維持すべく、平成 27 年度からみちびき後継機の検討に着手する。また、安全保障分野での重要性、ユーザの利便性、産業誘発効果、運用の効率性等に係る総合的な検証を行いつつ、持続測位が可能となる 7 機体制の確立のために必要となる追加 3 機については、平成 29 年度をめどに開発に着手し、平成 35 年度をめどに運用を開始する。」等とされ、7 機体制を構築する旨が明記されている。

内閣府は、これらの決定等に従い、平成 25 年 3 月に準天頂衛星システムの運用等事業及び衛星開発等事業の民間事業者を選定し、開発・整備を進めている。図 1-1 に準天頂衛星システムの進捗状況と想定スケジュールを、図 1-2 に準天頂衛星システムの開発整備の想定スケジュールを示す。

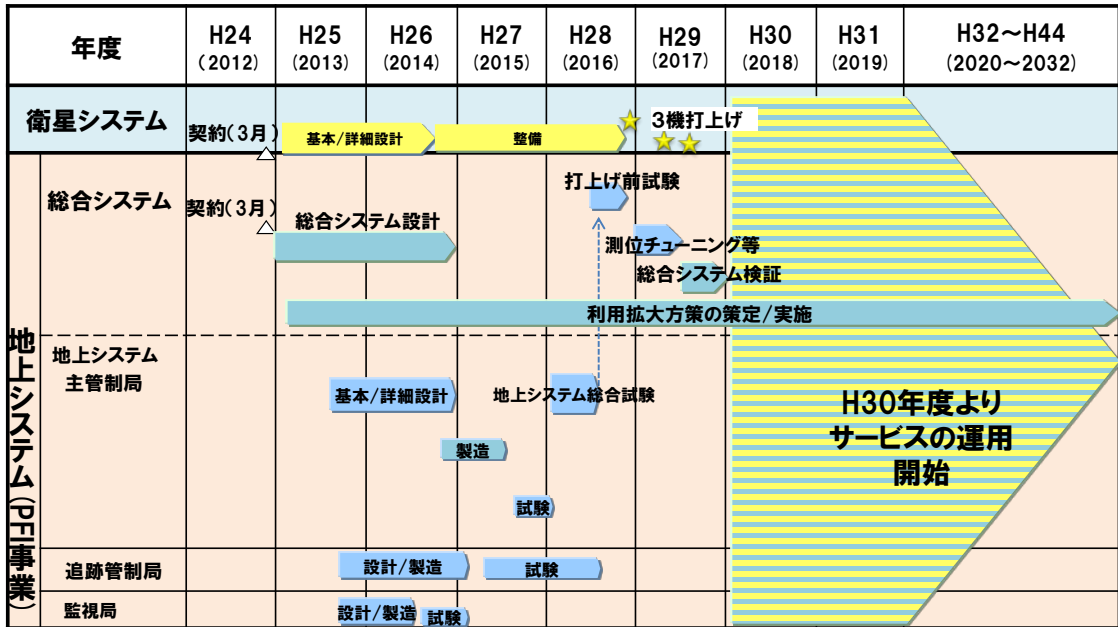


図 1-1 準天頂衛星システムの進捗状況と想定スケジュール

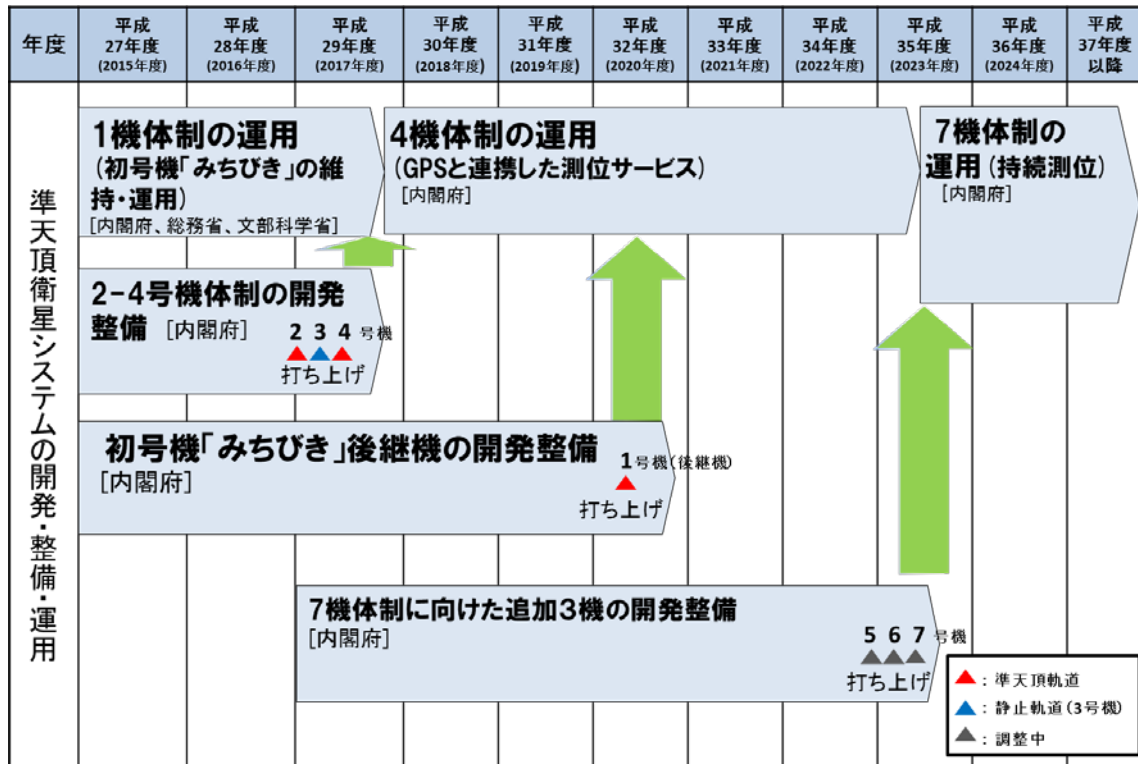


図 1-2 準天頂衛星システムの開発整備の想定スケジュール

出典) 宇宙基本計画 工程表(平成27年1月9日 宇宙開発戦略本部決定)を基に、総務省が一部修正

実用準天頂衛星システム（閣議決定に基づく 4 機体制）は、準天頂軌道に配置される衛星 3 機と静止軌道に配置される 1 機の衛星、地上に配置された主管制局、監視局、追跡管制局から構成される（図 1-3）。

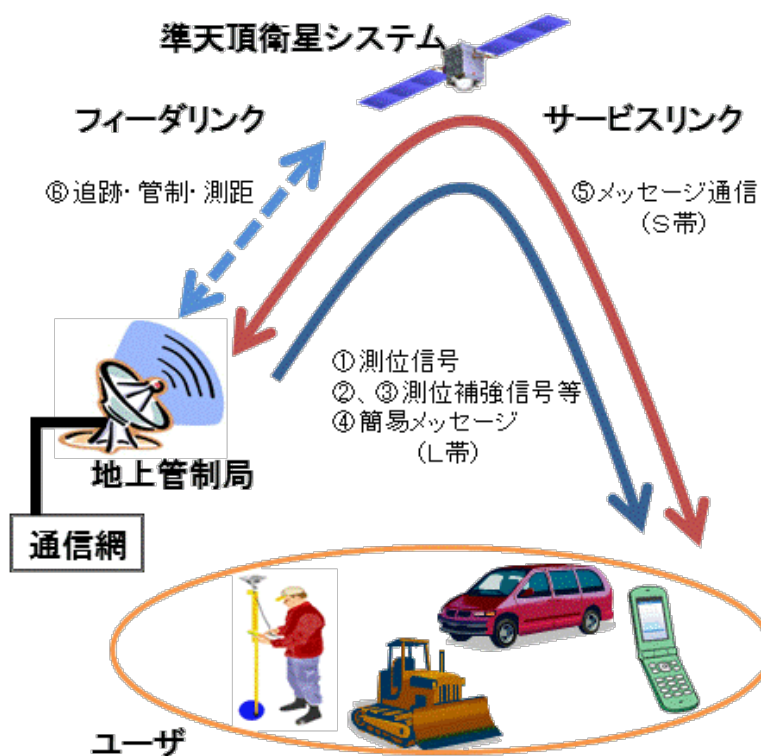


図 1-3 実用準天頂衛星システムの構成（4 機体制）

実用準天頂衛星システムは、以下のようなサービス提供が計画されている。

- ① 測位補完サービス（L 帯）
- ② サブメータ級測位補強サービス（L 帯）
- ③ センチメータ級測位補強サービス（L 帯）
- ④ 災害・危機管理通報（災危通報）サービス（L 帯）
- ⑤ 測位技術実証サービス（L 帯）
- ⑥ メッセージ通信サービス（S 帯）

1.2 L帯を用いた衛星測位システム

実用準天頂衛星システムのL帯を用いた衛星測位システムのサービスの概要を図1-4に示す。

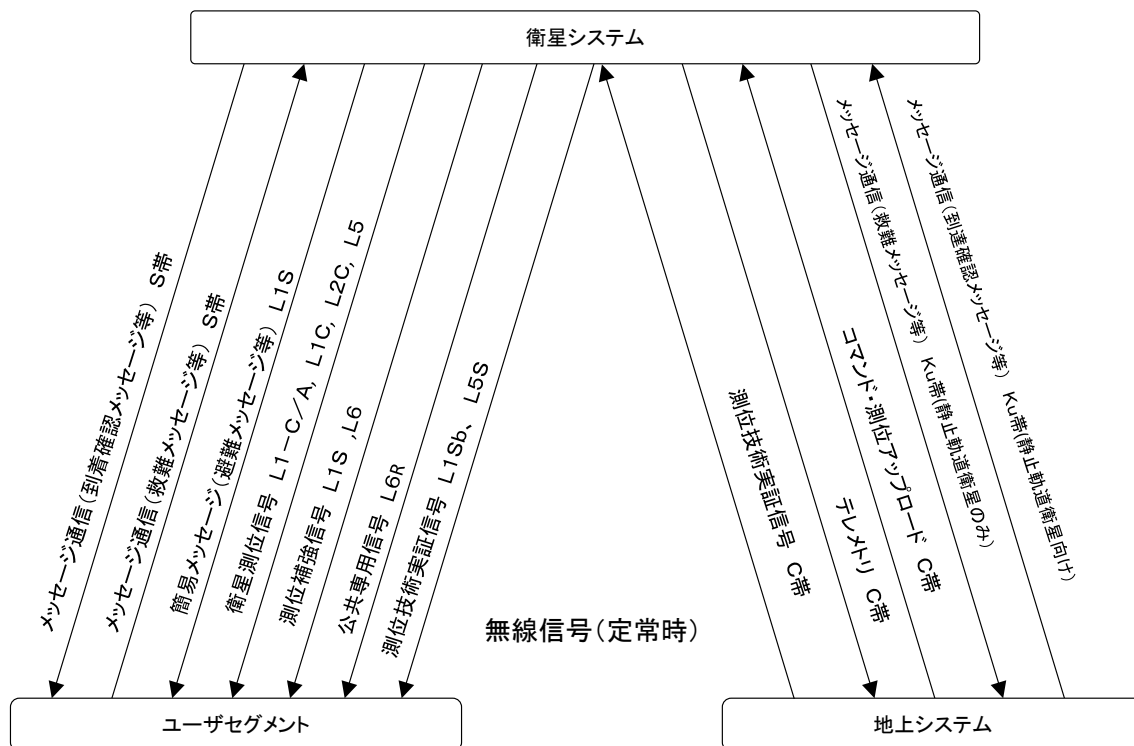


図 1-4 準天頂衛星システムの利用周波数帯

出典) L帯を用いた衛星測位システムの技術的条件案策定に関する調査検討会

平成 26 年度第 3 回調査検討会資料

(1) 測位補完サービス

GPS 衛星等による測位では、山陰やビル影の影響で測位に必要な衛星 4 機の視野を確保できないことが想定される。この時、準天頂衛星が天頂付近にあれば、残り 3 機が可視であれば測位可能となり、測位可能場所・時間率が大幅に向上する。同時に、測位に利用する衛星群の幾何学的配置が良くなり、測位精度向上に寄与する。特に垂直方向精度の向上には、高仰角と低仰角にそれぞれバランスよく配置された測位衛星が必要となる。天頂付近にある準天頂衛星と他の低仰角衛星との組合せ使用で、垂直方向精度が向上する。送信する測位信号は GPS が提供する信号と共存性・相互運用性を有する L1C/A 信号、L1C 信号、L2C 信号及び L5 信号である。

(2) サブメータ級測位補強サービス

L1Sa 信号により、準天頂衛星及び GPS 衛星の補強情報を提供する。GPS の補強にお

いては、GPS のみの場合には約 10m の測位精度であり、信頼性の保証はないが、GPS と補強情報を組み合わせることで、2m の測位精度と信頼性の確保が可能となる。

具体的な提供情報としては、まず、捕捉支援情報が挙げられ、利用可能な全ての衛星情報（軌道、健全性等）を配信することで、初期起動時の測位時間を数秒にまで短縮可能である。また、補正情報として、各衛星の時刻・軌道、各地域の電離層遅延等の誤差情報を配信することで、通常の測位値を補正し、サブメータ級にまで測位精度を向上できる。さらに、インテグリティ情報として利用衛星や補強システムの動作の健全性情報を配信することで、電離層異常やシステム不具合等による過大な測位誤りの利用を即座に防止できる。サブメータ級測位補強サービスの利用イメージを図 1-5 に示す。

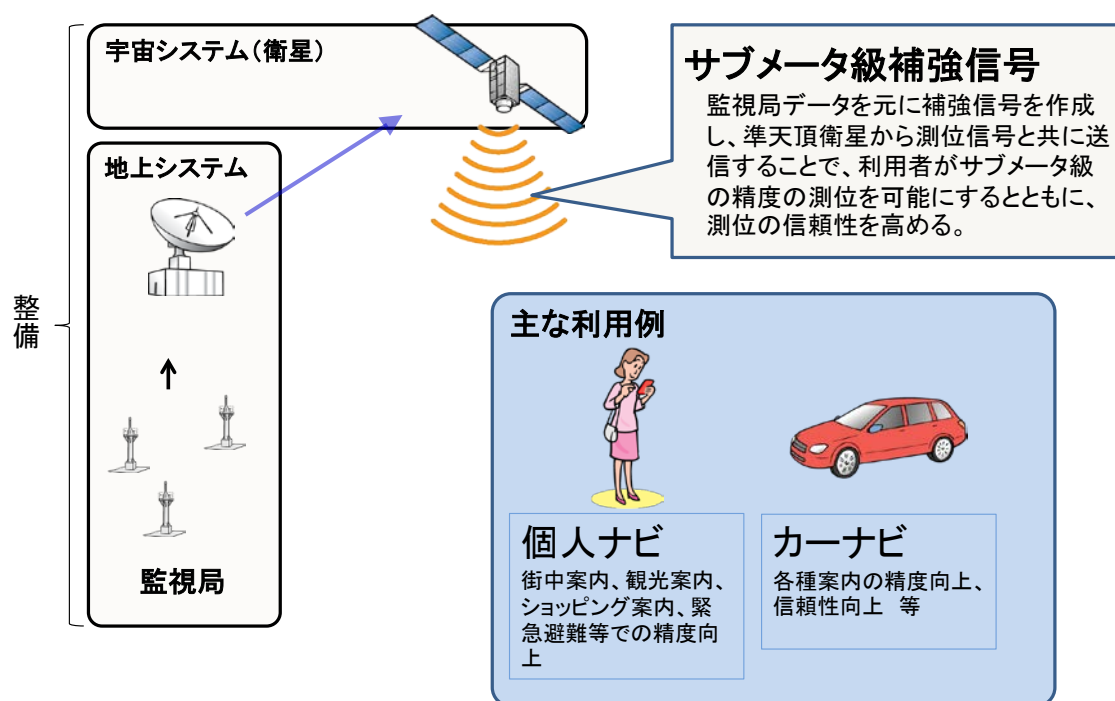


図 1-5 サブメータ級補強(民生利用の例)

出典) L 帯を用いた衛星測位システムの技術的条件案策定に関する調査検討会
平成 26 年度第 3 回調査検討会資料

(3) センチメータ級測位補強サービス

電離層伝搬遅延補正、対流圏伝搬遅延や軌道時刻誤差に関する補正情報を提供する。補強の対象の信号は、L1-C/A・L5（準天頂衛星）、L1-C/A・L2P・L5（GPS）である。これにより、以下の測位精度を達成する。

- 静止水平精度：6cm 以下（95%）
- 静止垂直精度：12cm 以下（95%）

□ 移動体水平精度：12cm 以下（95%）

□ 移動体垂直精度：24cm 以下（95%）

※ 移動体の速度は、100km/h 以下

具体的な提供情報としては、まず補正情報が挙げられ、電子基準点でのモニタ情報、電離層遅延情報等を配信することにより、測定値を電子基準点でのモニタ値と比較することで、センチメートル級に至る相対位置精度がその場で得られる。また、サブメートル級測位補強サービスと同様にインテグリティ情報を提供する。センチメートル級測位補強サービスの利用イメージを図 1-6 に示す。

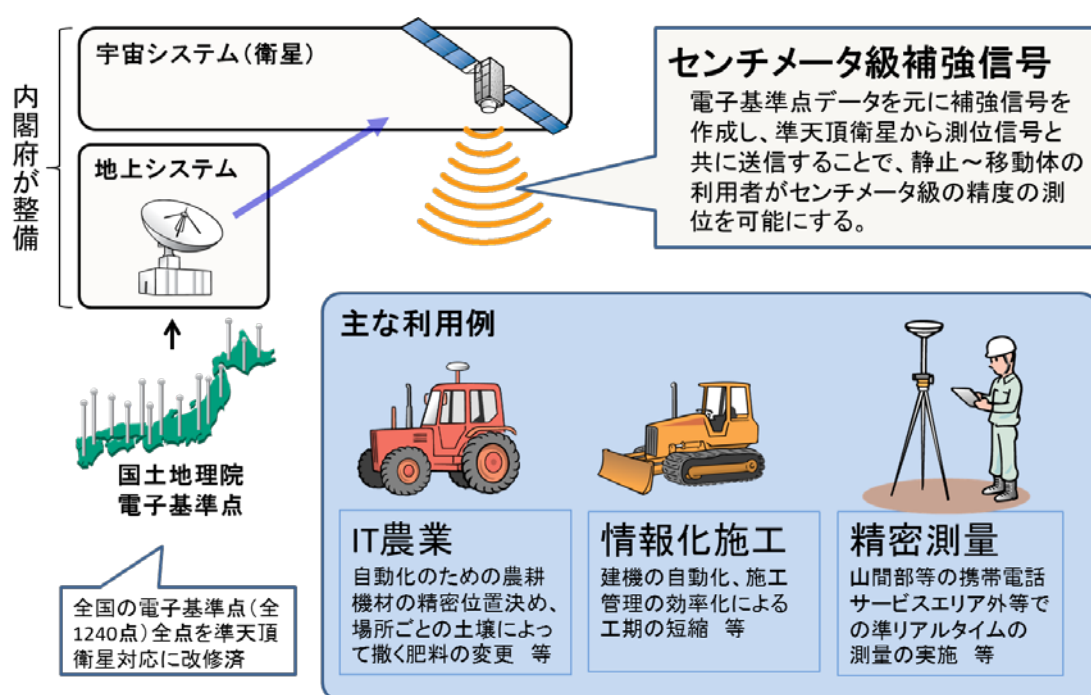


図 1-6 センチメートル級補強(民生利用の例)

出典) L帯を用いた衛星測位システムの技術的条件案策定に関する調査検討会

平成 26 年度第 3 回調査検討会資料

(4) 公共専用信号配信サービス

政府あるいは政府が認めたユーザだけが使用できる信号を配信するものである。GPS 信号を意図的に妨害するジャミングや偽の GPS 信号を送信するスプーフィングを回避することを目的とする。配信する情報として、測位補完機能、測位補強情報、その他の情報がある。

(5) 簡易メッセージ配信サービス（災害・危機管理通報（災危通報）サービス）

災害発生時等の緊急時に、津波情報、避難情報、交通情報等のメッセージ（簡易メ

ッセージ) を個人携帯端末等のユーザ端末に配信する。

簡易メッセージの配信には、サブメータ級測位補強サービスの信号である L1Saif のフォーマットの一部 (メッセージタイプ 62 のフォーマット) を使用する。情報は 212bits で地域識別があり、15 秒毎に 1 メッセージ以上を配信可能である。広域災害時の情報提供イメージを図 1-7 に示す。

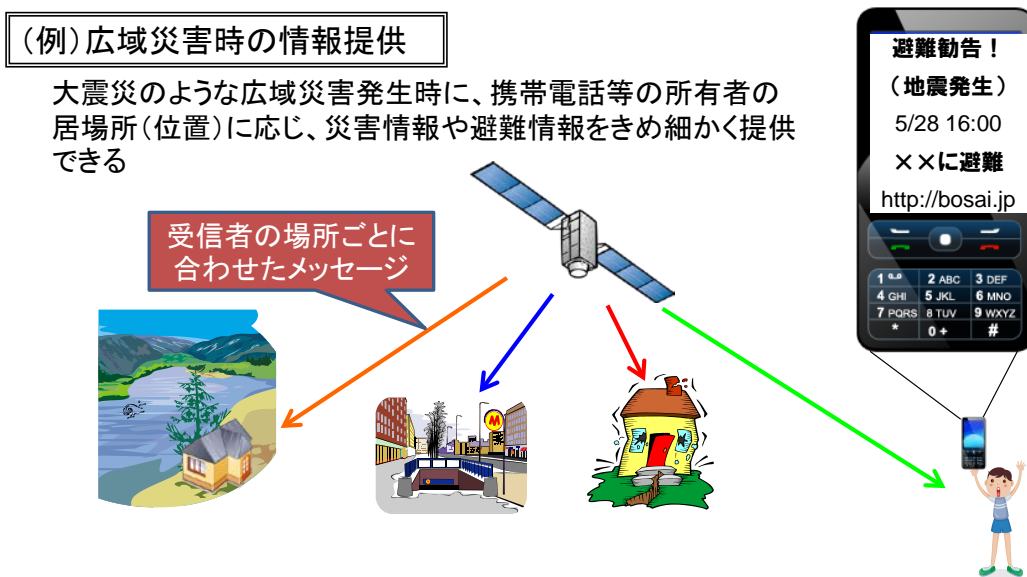


図 1-7 防災向け簡易メッセージ送信

出典) L 帯を用いた衛星測位システムの技術的条件案策定に関する調査検討会
平成 26 年度第 3 回調査検討会資料

(6) 測位技術実証サービス

新技術による測位信号を実証するための環境を L5 帯の L5S 信号で提供する。

1.3 S帯を用いた移動衛星通信システム

実用準天頂衛星システムのS帯を利用した移動衛星通信システムは、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、防災機関へ提供する。図 1-8 に本サービスの運用イメージを示す。避難所等に設置された管理端末で収集した安否情報を、送信端末から準天頂衛星へ送信する。

本サービスでは、安否情報通知と安否補足情報通知の2種類のメッセージが検討されている。安否情報通知は、災害時を含め常時利用可能であり、安否情報の項目ごとに通知内容を選択する定型様式である。安否補足情報は、平常時に利用可能であり、最大40文字までの任意テキストを送信可能である。

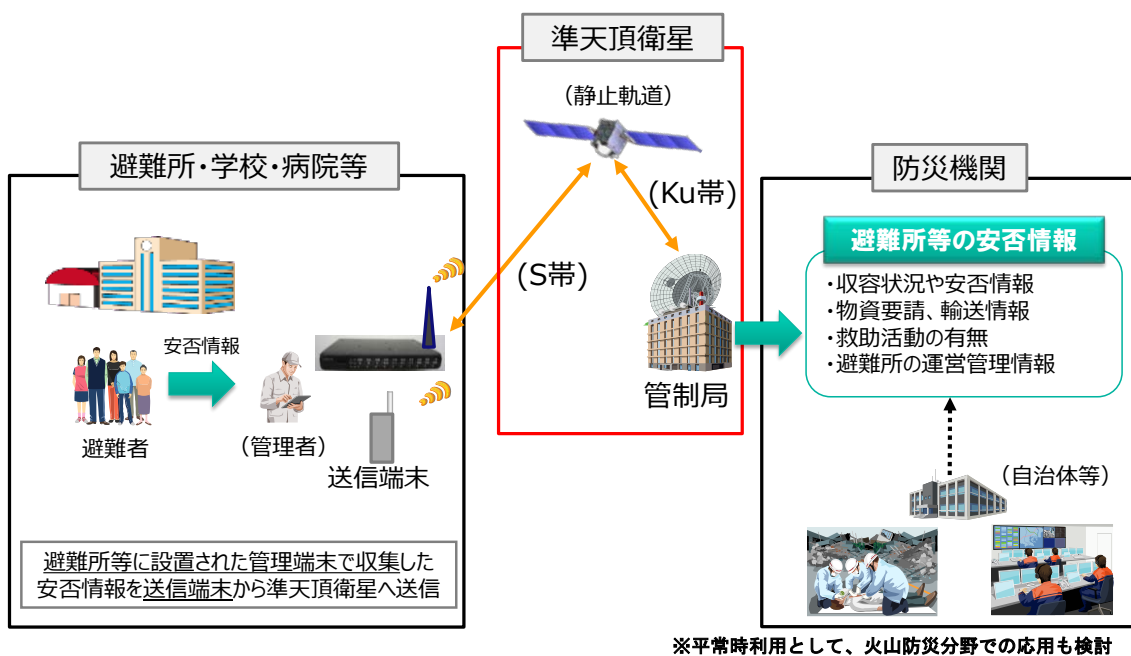


図 1-8 衛星安否確認サービスの概要

出典) 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

平成 27 年度第 3 回調査検討会資料

2 他のシステムとの周波数共用について

2.1 L帯を用いた衛星測位システム

実用準天頂衛星システムが使用するL帯における他の無線システムとの周波数配置状況を図2-1に示す。

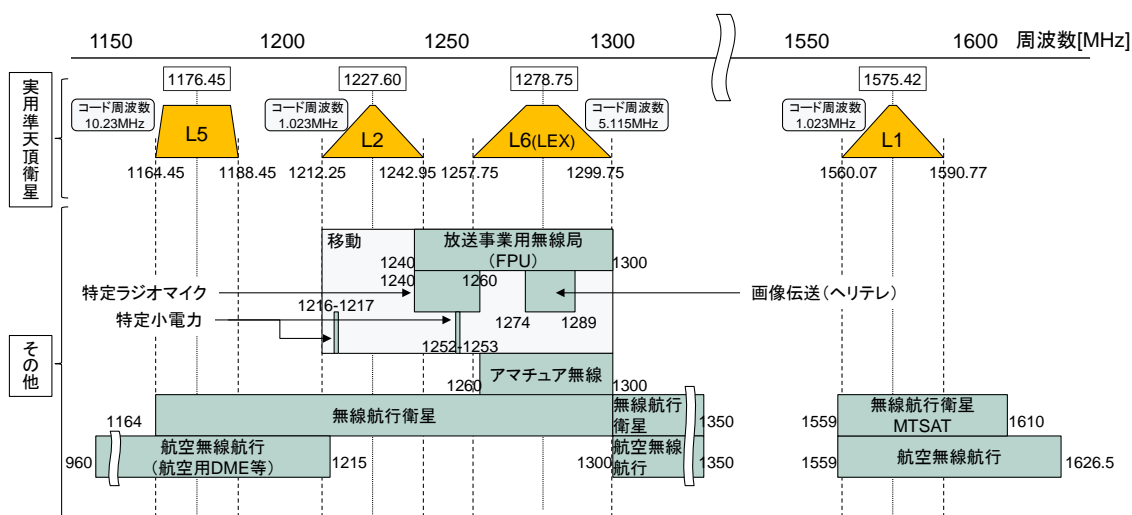


図 2-1 L帯における他の無線業務との関係

表 2-1 に上記の他の無線業務との共用検討の際に使用した実用準天頂衛星システム (L帯) の諸元を示す。なお、許容干渉レベルに関して、使用していない信号については記載をしていない。

表 2-1 共用検討に使用した実用準天頂衛星システム (L帯) の諸元等

信号	中心周波数 [MHz]	最低信号強度 [dBW]	許容干渉レベル*	
			狭帯域[dBW]	広帯域[dBW/MHz]
L1	1575.42	-158.5	-	-
L2	1227.60	-158.5	-157.4	-
L5	1176.45	-157.0	-	-
L6	1278.75	-156.82	-	-127

*許容干渉レベルは ITU-R 勧告 M.1902 を参考とし、捕捉モードでの許容干渉レベルを記載している。(追尾モードでの許容干渉レベルは捕捉モードよりも 6dB 高い)

2.1.1 無線システムとの周波数共用

2.1.1.1 移動（放送事業用無線局(FPU : Field Pickup Unit)）

(1) FPU のシステム概要

FPU は、テレビ局の番組制作において、事件／事故等の報道現場や、番組の中継現場から、本社まで映像・音声の番組素材の伝送等を行う際に用いられる。800MHz 帯を用いた FPU は、見通し外での映像伝送や移動しながらの中継を可能とする唯一の伝送手段であった。報道中継用途では全国で設備が使用され、各地方の拠点局に設備する他、エリアの取材体制を系列ごとに構築しており、受信系の運用は 24 時間連続、送信系の運用は不定期である。一般番組中継は全国で使用されるが、ロードレースやゴルフ等のスポーツ中継はその大会の開催場所に特定される。

800MHz 帯 FPU は、周波数割当計画に従い、2019 年 3 月 31 日までに、1.2GHz 帯と 2.3GHz 帯に移行することが決まっており、特に従来 800MHz 帯で行っている移動体伝送、見通し外伝送等は 1.2GHz 帯でないと対応できないことから、当該周波数帯が用いられることが予定されている。表 2-2 に、1.2GHz 帯 FPU の諸元を示す。

表 2-2 FPU の諸元

使用周波数	1240-1300MHz、チャンネル間隔 1MHz
通信方式	単向通信方式
変調方式	OFDM（直交周波数分割多重変調）方式 各キャリアの変調方式は、64QAM、32QAM、16QAM、8PSK、QPSK、BPSK、DBPSK
電波の型式	X7W
占有周波数帯幅	フルモード 17.5MHz 以下、ハーフモード 8.5MHz 以下
送信周波数の許容偏差	7×10^{-6} 以下
送信空中線電力	SISO フルモード 25W ハーフモード 12.5W MIMO 各送信機の高周波増幅部出力の総和

(2) FPU との周波数共用

① 共用する測位衛星信号

L2C(測位補完)、L6(センチメートル級補強)

② 与干渉の検討

机上検討により、受信感度点付近のワースト条件においても D/U が 42.2dB 程度となる結果が得られている。また、受信機の熱雑音から、衛星信号の電力密度はノイズフロア以下であり、問題は発生しないことが確認されている。

なお、現在、準天頂衛星「みちびき」が実証実験で運用中であるが、FPU 側の運用において特に支障となる混信が発生しているという報告はされていない。以上か

ら、共用可能である。

③ 被干渉の検討

FPU 信号の電力に関する屋内実測結果をもとに、平面大地モデルで離隔距離を算出したところ、約 4000m との結果が得られている。また、FPU 送信機を搭載した中継車を用いて屋外実測を実施し、実態に則した離隔距離を算出したところ、都市環境においては 400m～800m、郊外環境では 700m～1200m との結果が得られている。

さらにこれら屋内及び屋外の実測結果をもとに、FPU から L6 信号への干渉について次の計算を行い、具体的な影響度について検討を行った。

$$[\text{FPU による実用準天頂衛星システムへの影響度}] = [\text{離隔面積}] / [\text{携帯電話のカバーエリア面積}] \times [\text{FPU の使用時間}] / 365 (\text{日}) \times 24 (\text{時間})$$

その結果、FPU から実用準天頂衛星システムへの影響度^{脚注 1}※総和は 0.0052%であり、準天頂衛星システムで許容されているサービスの未達成確率に比べても非常に小さい値であることから、許容範囲内であると考えられる。

FPU については、情報・報道番組中継等に利用されており、基本的には最大出力を出さなければならない報道番組中継等を除き、省電力機器の導入等が行われる予定であり、その影響度合いは更に小さくなることが見込まれる。さらに、今後決定される実用準天頂衛星システムサービスの内容等に応じて、準天頂システム運用者による受信機利用者への周知等の運用面における干渉軽減策を検討する。以上から、共用可能である。

2.1.1.2 アマチュア無線

(1) アマチュア無線のシステム概要

アマチュア無線には様々な利用形態が挙げられ、レピータ、高速データ、データ、アマチュアテレビジョン (ATV)、モールス符号を使用した電信、狭帯域通信、ビーコン、VoIP、広帯域通信、月面反射通信 (EME) 等の用途により、周波数の使用区分が決められている。

移動しない局の無線局数は、空中線電力 10W 以下が約 4 千局 (レピータ局約 5 百局を含む)、空中線電力 500W 以下が約 30 局 (EME の通信に限る) となっている。また、移動する局の無線局数は、空中線電力 1W 以下が約 12 万局 (1W 以下のレピータ局を含む)、空中線電力 50W 以下が約 20 局 (EME の通信に限る) となっている。

表 2-3 に、1.2GHz 帯の一般的なレピータ局の諸元、表 2-4 に、1.2GHz 帯の一般的な ATV の諸元を示す。なお、同帯域 (1273-1290MHz 帯) には ATV の他に高速データ通信にも割り当てられているが、こちらは稼働率が低く、アマチュア無線交信の実利用よりも実験的な利用がなされていることから、影響度は非常に小さいと考えられ、検討対象とはしていない。

¹実用準天頂衛星システムに対する影響度の考察については、「準天頂衛星システムの運用等事業 業務要求水準書」(2013 年 3 月 A 改訂 内閣府)において、定義されているコンステレーションサービスアベイラビリティからの未達成確率を用いた(L6信号についてはコンステレーションサービスアベイラビリティ 0.99 以上をもとに、許容可能な未達成確率を 1%とした)。なお、この未達成確率は、共用システムとの電波干渉に関する未達成確率の他に、衛星システム全体としての、例えば、サービス停止時の未達成確率等を含めた総合的な値であることを考慮する必要がある。

表 2-3 アマチュア無線（レピータ局）の諸元

使用周波数	1270-1273MHz、1290MHz-1293MHz の内の任意の周波数
通信方式	2 波複信方式 (FM、DV) 1 波単信方式 (DD)
電波の型式	F3E (OBW 16kHz)、F7W (OBW 6kHz)、F1D (OBW 150kHz)
受信通過帯域幅	F3E 16kHz、F7W 12kHz、F1D 220kHz
送信電力	10W 以下
空中線利得	無指向性アンテナ 10dBi (平均的な使用アンテナ利得) 給電線損失 3dB (10DFB 10m:1.5dB、アンテナ共用器:1.5dB)

表 2-4 アマチュア無線（ATV）の諸元

使用周波数	1273MHz-1290MHz の内の任意の周波数
送信方式	NTSC 方式に準ずる
電波の型式	F9
占有周波数帯幅	2~6MHz
送信電力	1W (実運用ベース)
空中線利得	無指向性アンテナ 15dBi (平均的な使用アンテナ利得)

(2) アマチュア無線との周波数共用

① 共用する測位衛星信号

L6b (センチメートル級補強)

② 与干渉の検討

机上検討により、感度点付近のワースト条件においても D/U がそれぞれ SSB/CW : 27dB、FM : 23.9dB、DV : 30.7dB 程度となる結果が得られている。また、レピータ局の許容干渉レベルに対して 14.7dB のマージンがあることが確認されている。

なお、現在、準天頂衛星「みちびき」が実証実験で運用されているが、アマチュア局側の運用において特に支障となる混信が発生しているという報告はされていない。以上から、共用可能である。

③ 被干渉の検討

アマチュア ATV については、実際の運用状況を踏まえると、実用準天頂衛星システムに対する影響度は 0.00035% となり、実用準天頂衛星システムで許容されているサービスの未達成確率に比べて非常に小さい値であり、共用可能である。

アマチュアレピータ局については、アマチュア無線の実際の運用状況を踏まえ、電力を 1W に低減することにより、実用準天頂衛星システムへの影響度が 0.16% となり、実用準天頂衛星システムに対する影響度は高いものの、通常の測位業務のよう

な多少の影響を受けても実用に耐えうる用途においては、概ね共用可能と考えられる。一方で、実用準天頂衛星システムの利用用途として想定されている自動車の自動走行のように、高い正確性とリアルタイム性が求められる条件下では、アマチュア無線の電力を1Wに減力した上で、フィルタを挿入することが望ましい状況となる可能性もある。これらについては、実装の段階でその要求条件に合わせたフィルタの開発・挿入が必要となる。

2.1.1.3 航空用無線航行（航空用 DME/TACAN）

(1) 航空用 DME のシステム概要

航空用 DME (Distance Measuring Equipment) は、運航中の航空機に対して方位及び距離の情報を同時に提供するシステムである。民間航空機が使用する航空路等には、ICAO 標準の VOR (VHF Omnidirectional Radio Range) /DME を整備し、民間機及び軍用機の双方が使用する航空路等には、双方が共用できるように VORTAC (VOR と TACAN) が整備されている。

航空用 DME の概要を表 2-5 に示す。

表 2-5 VOR/DME 等の概要

施設名	提供機能	使用周波数帯	使用航空機	備考
VOR	方位情報	VHF (108-118MHz)	民間機	ICAO 標準
DME	距離情報	UHF (960-1215MHz)	民間機	ICAO 標準

(2) 航空用無線航行（航空用 DME/TACAN）との周波数共用

① 共用する測位衛星信号

L5 (測位補完)、L5Sa (測位技術実証プラットフォームサービス)、L5Sb (測位技術実証プラットフォームサービス)、L2C (測位補完)

② 与干渉の検討

L5 に関する WRC 決議 609 に基づく Res609 ミーティングにおいて、準天頂衛星初号機「みちびき」を含む aepfd の合計は上限値を超えていないと結論付けされている。以上から、共用可能である。

③ 被干渉の検討

実用準天頂衛星システム (L5 信号) と DME/TACAN 地上局との周波数共用について、航空機搭載 QZSS 受信機と地表面上で使用される非航空用 QZSS 受信機 (測量用途等) への影響評価を机上検討及び実測等により実施した結果、国内周波数分配^{脚注 2}を前提

² 周波数割当計画脚注 J97 では「この周波数帯における無線航行衛星業務の局は、決議第 609(WRC-07、改)

に共用可能との結論が得られた。

2.1.1.4 無線航行衛星 (MTSAT)

(1) 無線航行衛星 (MTSAT) のシステム概要

MTSAT は、気象ミッション、航空移動体衛星通信サービス及び運輸多目的衛星用衛星航法補強システム (MSAS) を提供する衛星システムであり、MSAS については L1 の周波数を使用している。

MSAS L1 信号は、GPS を航空機の航法に利用する場合に、GPS のみでは不足している要件 (利用可能性、継続性、完全性、精度) を SBAS (Satellite Based Augmentation System) メッセージとして航空機に伝え、GPS 航法を補強するものである。

MSAS は、8 局の地上局 (モニター局) にて、MSAS 及び GPS の L1 信号をモニターし、その情報をリアルタイムで衛星センターに送り、SBAS メッセージを生成する。それを Ku 帯のアップリンクを使用して送信し、衛星側で L1 (1575.42MHz) にダウンコンバートして、同報送信している。

MSAS (L1) の諸元を表 2-6 に示す。

表 2-6 MSAS (L1) の諸元

中心周波数	1575.42MHz
送信帯域	2.2MHz
シンボルレート	500sps
チップレート	1.023Mcps
PRN コード番号	129 / 137

(2) 無線航行衛星 (MTSAT) との周波数共用

① 共用する測位衛星信号

L5 (測位補完)、L5Sa (測位技術実証)、L5Sb (測位技術実証)、L1C/A (測位補完)、L1C (測位技術実証)、L1Sa (サブメータ級補強、簡易メッセージ)、L1Sb (測位技術実証プラットフォームサービス)

② 与干渉の検討

共用検討の解析方法として、ITU-R 勧告 M.1831 を適用し、QZSS から MTSAT (SBAS 受信機) への干渉を考慮した (C/N0) eff 値を算出し、要求値を満足することを確認した。なお、ITU-R 勧告 M.1831 の干渉計算方法 (SSC と Gagg の使用) は、最悪 SSC と

の規定に従って運用するものとし、960-1215MHz の周波数帯における航空無線航行業務の局からの保護を要求してはならない。無線通信規則第 5.43A 号の規定は適用されない。無線通信規則第 21.18 号の規定を適用する。」とされている。

最悪 Gagg の組み合わせであり、実際の最悪ケースよりも厳しい結果となることに留意して検討を実施した。

検討の結果、上記の (C/N0) eff 値が基準値を満足することが確認されており、MTSAT システムは QZSS からの干渉を許容可能であることを確認した。以上から、共用可能である。

なお、MTSAT L5 信号の使用計画が無くなったことから、L5 に関する共用性検討を終了している。

③ 被干渉の検討

解析手法として ITU-R 勧告 M. 1831 を適用し、前提条件として、QZSS、GPS、Galileo、COMPASS、SBAS (MTSAT) の信号を考慮して解析を行った。その結果、L1-C/A、L1S、L1C のそれぞれの C/N0 (eff) を算出し、基準値を満足することが確認されている。以上から、共用可能である。

2.1.1.5 移動 (1.2GHz 帯特定ラジオマイク)

(1) 1.2GHz 帯特定ラジオマイクのシステム概要

特定ラジオマイクは、全国の報道、TV 番組制作、野外コンサート等の現場で運用される。FPU 同様に 800MHz 帯からの移行が決まっており、デジタル TV 放送が使用している周波数帯において、二次業務 (ホワイトスペース利用) としてデジタル TV 放送に影響を与えない範囲内で運用されるほか、1.2GHz 帯において一次業務として運用されている。

アナログ、デジタルともに ARIB STD-T112 において空中線電力は 50mW 以下と定められているが、今後の運用においても従来からの 10mW 程度での運用が多くなるものと考えられる。

表 2-7 に、1.2GHz 帯特定ラジオマイクの諸元を示す。

表 2-7 1.2GHz 帯 特定ラジオマイクの諸元

使用周波数	1240-1252MHz, 1253-1260MHz
代表的受信感度	20dBu 以下
空中線電力	50mW 以下

(2) 移動 (1.2GHz 帯特定ラジオマイク) との周波数共用

① 共用する測位衛星信号

L2C (測位補完)、L6 (センチメートル級補強)

② 与干渉の検討

机上検討により、感度点付近のワースト条件においても D/U が 69dB 程度となる結果が得られている。以上から、共用可能である。

③ 被干渉の検討

1.2GHz 帯特定ラジオマイクの周波数帯域は L2 帯、または L6 帯のメインローブからは大きく外れており、測距精度に対する影響は小さいと考えられていることから、受信機入力飽和に対する離隔距離により検討を実施したところ、机上検討における離隔距離は約 27m となった。実測試験結果を用いた離隔距離も、机上検討の結果と同等程度の値 (49m) が得られており、離隔距離が非常に小さいことから、実用準天頂衛星システムに対する影響は考えにくい。以上から、共用可能である。

2.1.1.6 移動 (1.2GHz 帯画像伝送用携帯局)

(1) 1.2GHz 帯画像伝送用携帯局のシステム概要

1.2GHz 帯画像伝送用携帯局は、無人ヘリコプター等のモニターとして搭載し、撮影した画像をリアルタイムに伝送することを目的とした無線システムである。平成 25 年現在の登録会員数は全国に 30 団体である。1 団体の使用頻度は、1 回 10~15 分で 1 日 2~3 回程度である。全国で複数の業者がフライトし、同時に無線局を運用する場合、干渉の影響について相互の話合いによる運用調整が行われている。

移動 (画像伝送) ヘリテレの諸元を表 2-8 に示す。

表 2-8 1.2GHz 帯画像伝送用携帯局の諸元

使用周波数	1281.50MHz 1 波
出力	1W 以下
占有帯域幅	6MHz
アンテナゲイン	2.14dBi (ホイップアンテナ)
電波形式	F3F 「FM 方式アナログ変調 (映像のみ)」
映像方式	NTSC に準拠

(2) 移動 (1.2GHz 帯画像伝送用携帯局) との周波数共用

① 共用する測位衛星信号

L6 (センチメートル級補強)

② 与干渉の検討

机上検討により、感度点付近のワースト条件においても D/U が 54dB 程度と、アナログテレビのカラー復調を行う上で問題がないという結果が得られている。

なお、現在、準天頂衛星「みちびき」が実証実験で運用されているが、画像伝送用携帯局側の運用において特に支障となる混信が発生しているという報告はされていない。以上から、共用可能である。

③ 被干渉の検討

諸元値から算出した離隔距離をもとに、実用準天頂衛星システムへの影響度を検討した。1.2GHz 帯画像伝送用携帯局による実用準天頂衛星システムに対する影響度は机上検討の値を用いた場合、0.0045%となり、1.2GHz 帯画像伝送用携帯局の運用実態を踏まえると、実用準天頂衛星システムで許容されているサービスの未達成確率に比べても非常に小さい値である。さらに、実測試験結果を用いた離隔距離を用いて、実用準天頂衛星システムの影響度を検討すると、0.0047%となり、実用準天頂衛星システムで許容されているサービスの未達成確率に比べても非常に小さい値であることから、影響は許容範囲内であると考えられる。以上から、共用可能である。

2.1.1.7 移動（特定小電力無線局、構内無線局）

(1) 特定小電力無線局及び構内無線局のシステム概要

特定小電力無線局とは、総務省令等で定める一定の条件を満たした無線設備であれば無線従事者資格も無線局免許・登録も不要である無線システムである。利用形態としては、テレメータ、データ伝送、無線電話、ラジオマイク、自動車レーダー、移動体検知センサー等が挙げられる。

1.2GHz 帯を使用する特定小電力無線局は、テレメータ用、テレコントロール用及びデータ伝送用に利用されており、その無線設備の諸元を表 2-9 に示す。

表 2-9 1.2GHz 帯特定小電力無線局の諸元

使用周波数	<ul style="list-style-type: none"> ・ 1216.0125MHz 以上 1216.9875MHz 以下の周波数であって、1216.0125MHz 及び 1216.0125MHz に 25kHz の整数倍を加えたもの、並びにこれらの周波数に 36MHz を加えたもの。 ・ 1216MHz 以上 1217MHz 以下の周波数であって、1216MHz 及び 1216MHz に 50kHz の整数倍を加えたもの、並びにこれらの周波数に 36MHz を加えたもの。
空中線電力	1W 以下
空中線電力の許容範囲	+50%、-50%
周波数の許容偏差	$\pm 4 \times 10^{-6}$ （占有周波数帯幅が 32kHz 以下のもの） $\pm 3 \times 10^{-6}$ （占有周波数帯幅が 16kHz 以下のもの）
占有周波数帯幅の許容値	32kHz（チャンネル間隔が 50kHz のもの） 16kHz（チャンネル間隔が 25kHz のもの）

スプリアス発射又は不要 発射の強度の許容値	2.5 μ W 以下
--------------------------	----------------

構内無線局とは、一つの構内において無線通信を行う無線局であり、利用形態としては、RFID (Radio Frequency IDentification) 等をはじめとする移動体識別等が挙げられる。

1.2GHz 帯を使用する構内無線局は、テレメータ用、テレコントロール用及びデータ伝送用に利用されており、その無線設備の諸元を表 2-10 に示す。

表 2-10 1.2GHz 帯構内無線局の諸元

使用周波数	<ul style="list-style-type: none"> ・ 1216.0125MHz 以上 1216.9875MHz 以下の周波数であって、1216.0125MHz 及び 1216.0125MHz に 25kHz の整数倍を加えたもの、並びにこれらの周波数に 36MHz を加えたもの。 ・ 1216MHz 以上 1217MHz 以下の周波数であって、1216MHz 及び 1216MHz に 50kHz の整数倍を加えたもの、並びにこれらの周波数に 36MHz を加えたもの。
空中線電力	0.1W 以下
空中線電力の許容範囲	+50%、-50%
周波数の許容偏差	$\pm 4 \times 10^{-6}$ (チャンネル間隔が 50kHz のもの) $\pm 3 \times 10^{-6}$ (チャンネル間隔が 25kHz のもの)
占有周波数帯幅の許容値	32kHz (チャンネル間隔が 50kHz のもの) 16kHz (チャンネル間隔が 25kHz のもの)
スプリアス発射又は不要 発射の強度の許容値	2.5 μ W 以下

(2) 移動 (特定小電力無線局、構内無線局) との周波数共用

① 共用する測位衛星信号

L2C (測位補完)、L6 (センチメートル級補強)

② 与干渉の検討

机上検討により、感度点付近のワースト条件においても D/U が 67dB 程度となる結果が得られている。また、受信機の熱雑音から、衛星信号の電力密度はノイズフロア以下であることが確認されている。

なお、現在、準天頂衛星「みちびき」が実証実験で運用されているが、特定小電力無線局側の運用において特に支障となる混信が発生しているという報告はされていない。以上から、共用可能である。

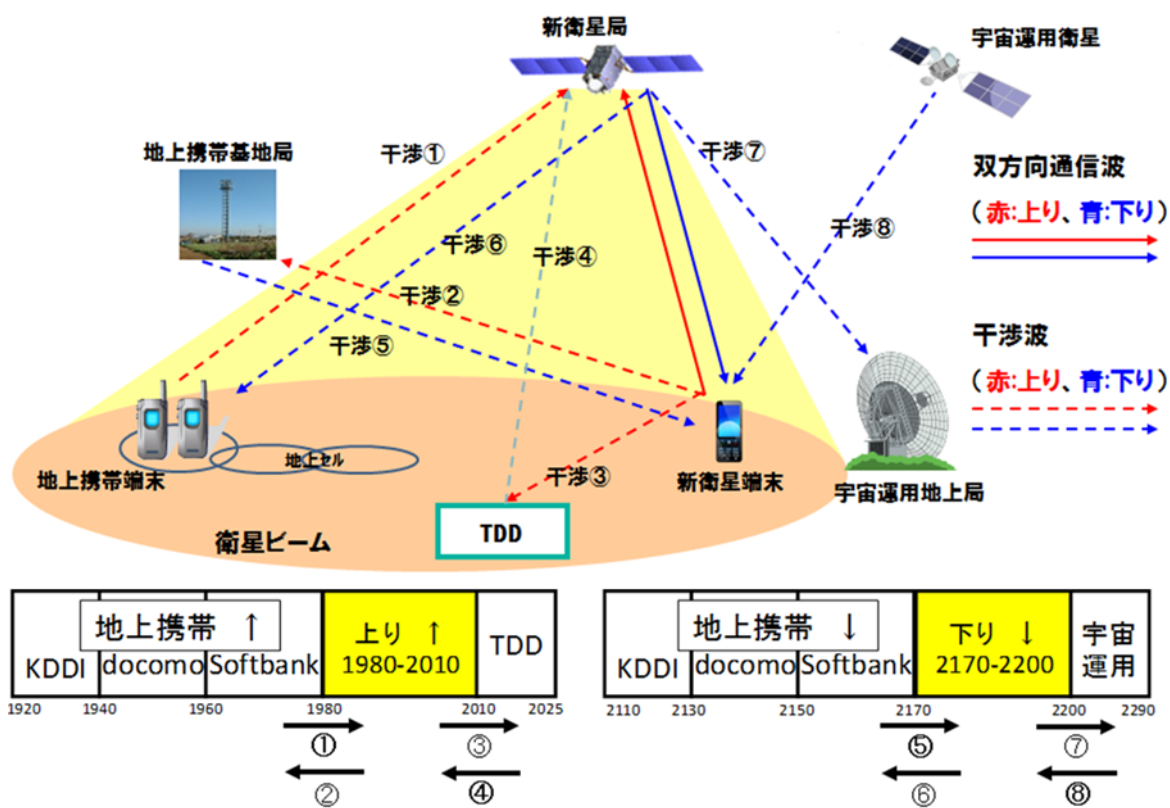
③ 被干渉の検討

特定小電力無線局及び構内無線局の周波数帯域はL2帯のメインローブからは大きく外れているため、測距精度に対する影響は小さいと考えられることから、受信機入力飽和に対する離隔距離により検討を実施したところ、特定小電力の場合は約8.8m、構内無線局の場合は約28mとなり、離隔距離が非常に小さく実用準天頂衛星システムに対する影響は考えにくい。以上から、共用可能である。

2.2 S帯を用いた移動衛星通信システム

現在進められている実用準天頂衛星システムの総合システム設計等の検討状況を踏まえ、新衛星端末（実用準天頂衛星システム移動局）及び新衛星局（実用準天頂衛星システム人工衛星局）の最新諸元をもとに、隣接周波数帯を使用するシステムとのガードバンド検討を実施した。

ガードバンド検討の対象システムと干渉ケースを図 2-2 に示す。隣接周波数帯を使用するシステムとの与干渉・被干渉は、8 ケースについて検討した。また、共用検討の際に使用した実用準天頂衛星システム（S 帯）の諸元を表 2-11 に示す。



干渉ケース①	移動（地上携帯端末）から実用準天頂衛星システム人工衛星局への被干渉
干渉ケース②	実用準天頂衛星システム移動局から移動（地上携帯基地局）への与干渉
干渉ケース③	実用準天頂衛星システム移動局から移動（TDD システム）への与干渉
干渉ケース④	移動（TDD システム）から実用準天頂衛星システム人工衛星局への被干渉
干渉ケース⑤	移動（地上携帯基地局）から実用準天頂衛星システム移動局への被干渉
干渉ケース⑥	実用準天頂衛星システム人工衛星局から移動（地上携帯端末）への与干渉
干渉ケース⑦	実用準天頂衛星システム人工衛星局から宇宙運用（宇宙運用地上局）への与干渉
干渉ケース⑧	宇宙運用（宇宙運用衛星）から実用準天頂衛星システム移動局への被干渉

図 2-2 ガードバンド検討の対象システムと干渉ケース

表 2-11 共用検討に使用した実用準天頂衛星システム（S 帯）の諸元等

		送信電力 [dBm]	アンテナ利得 [dBi]	許容干渉レベル [dBm/MHz]
新衛星局	送信	48.2*	31.5	—
	受信	—	31.5	-118.4
新衛星端末	送信	30.0	2.0	—
	受信	—	2.6	-120.7

※ アンテナ入力端での値

2.2.1 移動（地上携帯電話システム）

2.2.1.1 移動（地上携帯電話システム）の概要

移動（地上携帯電話システム）は、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（地上携帯基地局）、陸上移動局（地上携帯端末）及び場合に応じて陸上移動中継局から構成される。第2世代移動通信システムから第3世代へ移行し、第3.5世代を経て、2010年以降は第3.9世代（LTE）へと移行しており、高速マルチメディア通信への対応やグローバルシステムの実現といった特徴を有している。使用周波数帯は1920-1980MHz、2110-2170MHzである。

共用検討に使用した、移動（地上携帯電話システム）の諸元を以下に示す。

表 2-12 地上携帯端末（送信）の諸元

	国内端末	近接国端末
周波数	1980MHz	1980MHz
送信電力	10dBm	10dBm
アンテナ利得	0.0dBi	0.0dBi
帯域幅	20.0MHz	20.0MHz
端末台数（帯域割合を考慮）	1270万台	490万台
通話率	2.5%	2.5%

表 2-13 地上携帯端末（受信）の諸元

周波数	2170.0MHz
受信アンテナ利得	0.0dBi

表 2-14 地上携帯基地局（送信）の諸元

周波数	2170.0MHz
送信電力	49.0dBm
アンテナ利得	17.0dBi
基地局送信フィルタ減衰特性（20MHz 離調）	-50.0dB
帯域幅	20.0MHz
帯域外減衰量	-44.2dB
アンテナ指向減衰	-10.6dB

表 2-15 地上携帯基地局（受信）の諸元

周波数	1980MHz
受信アンテナ利得	17.0dBi

2.2.1.2 共用検討結果

- (1) 干渉ケース①：移動（地上携帯端末）から実用準天頂衛星システム人工衛星局への被干渉

国内及び近接国の地上携帯端末から新衛星局への干渉雑音量の計算を実施した結果、ガードバンド無しで共用可能であることを確認している。

- (2) 干渉ケース②：実用準天頂衛星システム移動局から移動（地上携帯基地局）への与干渉

新衛星端末から移動（地上携帯基地局）への干渉雑音量の計算を実施した結果、送信 EIRP 2dBW 以下、使用帯域の上端から 3MHz 離調で-111.8dBW のスペクトラム特性を満足することを条件として、ガードバンド 3MHz で共用可能であることを確認している。

- (3) 干渉ケース⑤：移動（地上携帯基地局）から実用準天頂衛星システム移動局への被干渉

移動（地上携帯基地局）から新衛星端末への干渉雑音量の計算を実施した結果、20MHz 離調で 30dB 以上の減衰特性を有するフィルタを具備することを条件として、ガードバンド 20MHz で共用可能であることを確認している。

- (4) 干渉ケース⑥：実用準天頂衛星システム人工衛星局から移動（地上携帯端末）への与干渉

新衛星局から移動（地上携帯端末）への干渉雑音量の計算を実施した結果、無線設備規則別表第三号の 41 の規定に基づく宇宙無線通信を行う無線局の送信設備のスプリアス発射又は不要発射の強度の許容値（平成 17 年総務省告示第 1228 号）を満足する

ことを条件として、ガードバンド 10MHz で共用可能であることを確認している。

2.2.2 移動 (TDD システム)

2.2.2.1 移動 (TDD システム) の概要

移動 (TDD システム) は、時分割複信方式を利用した移動通信システムであり、基地局 (TDD 基地局) と移動局 (TDD 端末) から構成される。基地局送信と移動局送信は、同じ周波数を利用し時間を切り替えて制御されている。使用周波数帯は 2010-2025MHz である。

なお、同周波数帯を使用する予定であった事業者が平成 19 年 10 月に特定基地局の開設計画の認定返上を申し出たことを受け、同年 12 月に認定の取り消しが行われた。その後、同周波数帯における特定基地局の開設計画の申請募集を行ったが、申請がなかったことから、現在に至っても保留バンドとなっている。

共用検討にあたっては、情報通信審議会での導入検討の際に使用した諸元を使用した。移動 (TDD システム) の諸元を以下に示す。なお、国内 TDD 基地局の諸元は、地上携帯基地局の諸元と同等とした。

表 2-16 国内 TDD 端末 (受信) の諸元³

周波数	2010MHz
受信アンテナ利得	0.0dBi

表 2-17 海外 TDD 端末・基地局 (送信) の諸元⁴

	海外 TDD 端末	海外 TDD 基地局
周波数	2010MHz	2010MHz
送信電力	15.0dBm	43.0dBm
アンテナ利得	0.0dBi	-13.0dBi
帯域幅	1.6MHz	1.6MHz
離調 5MHz の低減量	-43.0dBc	-45.0dBc
台数	1360 万台	3772 台
時間効率	0.405	0.54
通話率	2.5%	1.000

³ 情報通信審議会 情報通信技術分科会 携帯電話等周波数有効利用方策委員会報告 諮問第 81 号「携帯電話等の周波数有効利用方策」のうち「2GHz 帯における TDD 方式を活用した移動通信システムの技術的条件」

⁴ 情報通信審議会 情報通信技術分科会 携帯電話等周波数有効利用方策委員会報告 平成 17 年 5 月 30 日

2.2.2.2 共用検討結果

- (1) 干渉ケース③：実用準天頂衛星システム移動局から移動（TDD システム）への与干渉

新衛星端末から移動（TDD システム）への干渉雑音量の計算を実施した結果、送信 EIRP 2dBW 以下、使用帯域の下端から 5MHz 離調で-116.8dBW のスペクトラム特性を満足することを条件として、ガードバンド 5MHz で共用可能であることを確認している。

- (2) 干渉ケース④：移動（TDD システム）から実用準天頂衛星システム人工衛星局への被干渉

移動（TDD システム）から新衛星局への干渉雑音量の計算を実施した結果、ガードバンド 5MHz で共用可能であることを確認している。

2.2.3 宇宙運用

2.2.3.1 宇宙運用の概要

宇宙運用は、宇宙運用衛星におけるテレメトリ、テレコマンド及び測距の回線に利用されている。宇宙運用衛星と宇宙運用地上局で構成され、アップリンク回線に 2025-2110MHz、ダウンリンク回線に 2200-2290MHz が使用されている。また、データ中継衛星と宇宙運用衛星との間のフォワードリンクに 2025-2110MHz、リターンリンクに 2200-2290MHz が使用されている。

共用検討に使用した、宇宙運用（宇宙運用衛星）の諸元を以下に示す。

表 2-18 宇宙運用（宇宙運用衛星）の諸元

周波数	2200.0MHz
スプリアスレベル	11.0dBm/MHz
送信アンテナ利得	8.0dBi

2.2.3.2 共用検討結果

- (1) 干渉⑦：実用準天頂衛星システム人工衛星局から宇宙運用（宇宙運用地上局）への与干渉

新衛星局から宇宙運用（宇宙運用地上局）への干渉雑音量の計算を実施した結果、衛星中継器及び基地局の合計抑圧量 60dB(5MHz 離調)を満足することを条件として、ガードバンド 5MHz で共用可能であることを確認している。

- (2) 干渉⑧：宇宙運用（宇宙運用衛星）から実用準天頂衛星システム移動局への被干渉

宇宙運用衛星から新衛星端末への干渉雑音量の計算を実施した結果、ガードバンド

無しで共用可能であることを確認している。

2.2.4 隣接周波数帯の無線システムとの共用検討結果のまとめ

以上の検討の結果、隣接周波数帯を使用する無線システムとのガードバンドは以下のとおりとなった。これらの結果を踏まえると、実用準天頂衛星システムは、2000-2005MHz（上り）及び 2190-2195MHz（下り）の周波数を使用することが適当である。

表 2-19 ガードバンド検討結果

周波数帯	与干渉	被干渉	検討結果
1980-2010 MHz（↑）	地上携帯端末	新衛星局	ガードバンド無しで許容可能
	新衛星端末	地上携帯基地局	ガードバンド 3MHz で許容可能
	新衛星端末	TDD 基地局、端末	ガードバンド 5MHz で許容可能
	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（↓）	地上携帯基地局	新衛星端末	ガードバンド 20MHz で許容可能
	新衛星局	地上携帯端末	ガードバンド 10MHz で許容可能
	新衛星局	宇宙運用地上局	ガードバンド 5MHz で許容可能
	宇宙運用衛星	新衛星端末	ガードバンド無しで許容可能

2.2.5 同一周波数帯の無線システムとの周波数共用

本システムで使用する周波数帯（上り：1980-2010MHz、下り：2170-2200MHz）と同一周波数を利用する国内システムは存在しないが、海外システムについては、近接国で使用されている地上携帯端末及び衛星携帯端末を対象に、新衛星局への影響の検討を行っている。

近接国で使用されている地上携帯端末と、隣接周波数帯を使用するシステム（地上携帯端末、TDD 携帯端末・基地局）からの被干渉量を合わせた、新衛星局への総干渉雑音量を計算した結果、許容干渉レベルに対して、マージンを有し成立することを確認している。

3 無線設備の技術的条件

3.1 L帯を用いた衛星測位システム

L帯を用いた衛星測位システム（無線航行衛星業務）の人工衛星局及び基地局（地球局（5GHz帯））の無線設備の技術的条件については、国際的な電波に関する条約等及び国内の電波法令に適合することが必要である。具体的には以下のとおりとすることが適当である。

3.1.1 人工衛星局の条件

3.1.1.1 送信装置

(1) 周波数の許容偏差

無線設備規則別表第一号に基づき、20ppm以下とすることが適当である。

(2) 占有周波数帯幅の許容値

実用準天頂衛星システムのL1、L2、L5についてはGPSと互換性があり、国際周波数調整を実施している、L1（中心周波数：1575.42MHz）については30.7MHz、L2（中心周波数：1227.60MHz）については30.7MHz、L5（中心周波数：1176.45MHz）については24.0MHz、L6（中心周波数：1278.75MHz）については42.0MHzとすることが適当である。

(3) 不要発射の強度の許容値

平成17年総務省告示第1228号に基づき、以下のとおりとすることが適当である。

ア 帯域外領域の不要発射の強度の許容値

必要周波数帯幅内における4kHzの周波数帯域幅当たりの最大電力密度から、4kHzの周波数帯域幅当たり次の式により求められる値と、スプリアス領域の不要発射の4kHzの周波数帯域幅当たりの強度の許容値のうち小さい方の値以下であること。

$$40 \log(2F/BN+1) \text{ dB/4kHz}$$

ここで、Fは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であり、BNは必要周波数帯域幅である。

イ スプリアス領域の不要発射の強度の許容値

50 μ W以下又は基本周波数の平均電力より60dB低い値であること。

ここで、スプリアス領域の不要発射の強度の許容値は、4kHzの周波数帯域幅における電力とする。

(4) 空中線電力の許容偏差

無線設備規則第 14 条に基づき、上限 50%、下限 50%とすることが適当である。

3.1.1.2 空中線

送信空中線の指向特性は、電波法施行規則第 32 条の 3 に基づき、送信空中線の地球に対する最大輻射の方向が、公称されている指向方向に対して 0.3° 以内とすることが適当である。

3.1.2 基地局の条件

3.1.2.1 送信装置

(1) 空中線電力の許容偏差

無線設備規則第 14 条に基づき、上限 50%、下限 50%とすることが適当である。

(2) 占有周波数帯幅の許容値

無線設備規則別表第二号及び実用準天頂衛星システムの仕様を考慮し、10MHz とすることが適当である。

(3) 周波数の許容偏差

無線設備規則別表第一号に基づき、50ppm 以下とすることが適当である。

(4) 不要発射の強度の許容値

平成 17 年総務省告示第 1228 号に基づき、以下のとおりとすることが適当である。

ア 帯域外領域の不要発射の強度の許容値

必要周波数帯幅内における 4kHz の周波数帯域幅当たりの最大電力密度から、4KHz の周波数帯域幅当たり次の式により求められる値と、スプリアス領域の不要発射の強度の許容値のうち小さい方の値以下であること。

必要周波数帯幅の中心周波数から当該周波数帯幅の 50%を超え 150%以下の場合

$$-15+30(F/BN) \text{ dB 以下}$$

必要周波数帯幅の中心周波数から当該周波数帯は他の 150%を超え 250%以下の場合

$$12+12(2F/BN) \text{ dB 以下}$$

ここで、F は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であり、BN は必要周波数帯域幅である。

イ スプリアス領域の不要発射の強度の許容値

50 μW 以下、又は基本周波数の平均電力より 60dB 低い値であること。

ここで、スプリアス領域の不要発射の強度の許容値は、4kHz の周波数帯域幅における電力とする。

3.1.2.2 空中線

電波法施行規則第 32 条に基づき、送信空中線の最小仰角は 3° 以上とすることが適当である。

3.1.3 測位受信機

副次的に発する電波等の限度は、無線設備規則第 24 条に基づき、4nW 以下とすることが適当である。

3.2 S帯を用いた移動衛星通信システム

3.2.1 一般的条件

3.2.1.1 必要な機能

- (1) 人工衛星局を介して基地局（地球局）と通信を行う個々の移動局の送信装置が自動的に識別されるものであること
- (2) 移動局が使用する周波数、送信スロット、符号は、基地局からの制御信号により自動的に選択されるものであること

3.2.1.2 適用周波数帯

ア サービスリンク

サービスリンク用周波数帯は、他の隣接システムとの共用検討の結果を踏まえて、2000-2005MHz（上り）/2190-2195 MHz（下り）の周波数を使用することが適当である。

イ フィーダリンク

フィーダリンク用周波数帯は、上り回線（衛星への送信）として13.75GHz-14.5GHzの周波数帯の5MHz帯域、下り回線（衛星からの受信）として12.2GHz-12.75GHzの周波数帯の5MHz帯域を使用することが適当である。

3.2.1.3 キャリア周波数間隔

移動局から基地局へのリターンリンクのキャリア周波数間隔については、実用準天頂衛星システムの要求条件である災害時におけるシステム処理能力（同時接続数）を満足するための仕様値に基づき、300kHzとすることが望ましいが、将来の技術進展等による変更可能性を見据えて柔軟性を持たせるため、特に限定しないことが適当である。

3.2.1.4 多元接続方式

実用準天頂衛星システムの要求条件である災害時におけるシステム処理能力（同時接続数）を満足するための仕様値に基づき、周波数分割多元接続方式と時分割多元接続方式と符号分割多元接続方式を組み合わせた接続方式とし、周波数分割多元接続方式におけるチャンネルの数は14、時分割多元接続方式におけるフレーム長は1.6秒、符号分割多元接続方式における一の搬送波及び一のフレーム当たりのチャンネルの数は100とすることが望ましいが、将来の技術進展等による変更可能性を見据えて柔軟性を持たせるため、特定の方式に限定しないことが適当である。

3.2.1.5 通信方式

基本的には複信方式であることが望ましいが、それ以外の利用形態も考えられることから、特定の方式に限定しないことが適当である。

3.2.1.6 変調方式

実用準天頂衛星システムの要求条件である災害時におけるシステム処理能力（同時接続数）を満足するための仕様値に基づき、フォワードリンク、リターンリンクとも BPSK 方式とし、フォワードリンクは、BPSK/SS 方式（PN 符号速度 3.549376Mcps で拡散）、リターンリンクは、BPSK/CDMA 方式（PN 符号速度 204.8kcps で拡散）とすることが望ましいが、将来の技術進展等による変更可能性を見据えて柔軟性を持たせるため、特に限定しないことが適当である。

3.2.1.7 通信速度

実用準天頂衛星システムの要求条件である災害時におけるシステム処理能力（同時接続数）を満足するための仕様値に基づき、フォワードリンクは 4.46kbps、リターンリンクは 64bps とすることが望ましいが、将来の技術進展等による変更可能性を見据えて柔軟性を持たせるため、特に限定しないことが適当である。

3.2.1.8 フレーム長／フレーム周期

実用準天頂衛星システムの要求条件である災害時におけるシステム処理能力（同時接続数）を満足するための仕様値に基づき、フォワードリンクについては 800ms で 3440bit/フレーム×4 とし、リターンリンクについてはガードタイム 0.0375s 含む 1.6s で 84bit/フレームとすることが望ましいが、将来の技術進展等による変更可能性を見据えて柔軟性を持たせるため、特に限定しないことが適当である。

3.2.1.9 その他

(1) セキュリティ対策

不正使用を防止するため、移動局装置固有の番号の付与など、適切な措置を講ずることが望ましい。

(2) 人体への影響対策

移動局の端末は、利用者が手で保持して使用することが想定されることから、電波防護指針を満足するとともに、無線設備規則第 14 条の 2 の対象として本システムを追記し、人体（頭部・両手以外）の比吸収率を 2W/kg、四肢は 4W/kg 以下とすることが適当である。なお、移動局の人体への影響について、既存の衛星携帯電話端末との比較により検討を行い、上記の基準を満足することを確認している。

3.2.2 移動局の条件

3.2.2.1 送信装置

(1) 空中線電力の許容偏差

無線設備規則第 14 条に基づき、上限 50%、下限 50%とすることが適当である。

(2) 周波数の許容偏差

無線設備規則第 5 条に基づき、20ppm 以下とすることが適当である。

(3) 不要発射の強度の許容値

他システムへの与干渉防止の観点から、以下のスペクトラム特性を満足する必要がある。

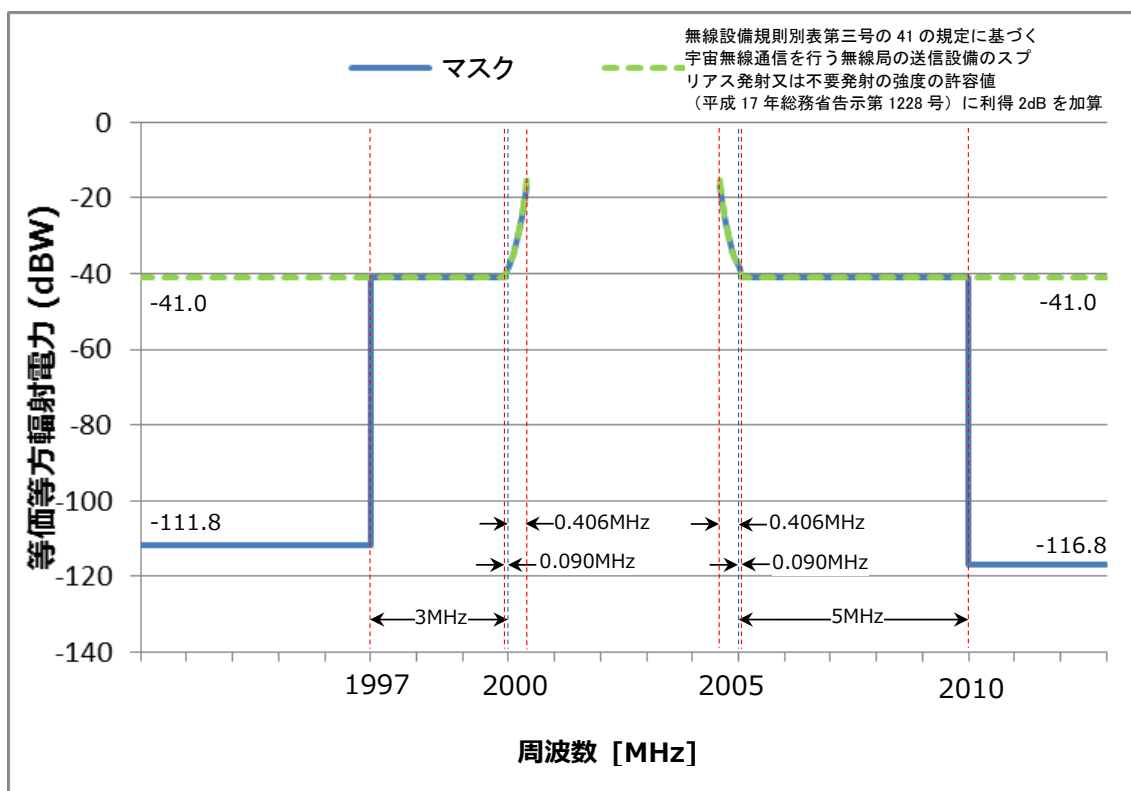


図 3-1 移動局スペクトラム特性

※参照帯域幅：4kHz

※平成 17 年 総務省告示 1228 号

スプリアス領域：50 μ W 以下又は-60dBc/4kHz 以下

帯域外領域：40log(2F/BN+1) dB/4kHz 以下 (必要周波数帯幅内における 4kHz の周波数帯幅当たりの最大電力密度から減衰)

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

帯域外領域の曲線は、最大電力密度-15.1dBW、必要周波数帯幅 288kHz より、-15.1-40log(2F/0.288+1)

(4) 占有周波数帯幅の許容値

実用準天頂衛星システムの要求条件である災害時におけるシステム処理能力（同時接続数）を満足するための仕様値に基づき、288kHz とすることが望ましいが、将来の技術進展等による変更可能性を見据えて柔軟性を持たせるため、特に限定しないことが適当である。

(5) 隣接チャネル漏洩電力

実用準天頂衛星システムの要求条件である災害時におけるシステム処理能力（同時接続数）を満足するための仕様値に基づき、300kHz 離調で-33dB 以下、600kHz 離調で-43dB 以下とすることが望ましいが、将来の技術進展等による変更可能性を見据えて柔軟性を持たせるため、特に限定しないことが適当である。

(6) キャリアオフ時の漏洩電力

実用準天頂衛星システムの要求条件である災害時におけるシステム処理能力（同時接続数）を満足するための仕様値に基づき、搬送波を送信しているときの平均電力に対して-60dB 以下とすることが適当である。

3.2.2.2 受信装置

(1) 副次的に発する電波等の限度

副次的に発する電波等の限度は、無線設備規則第 24 条に基づき、4nW 以下とすることが適当である。

3.2.2.3 空中線

(1) 等価等方輻射電力 (EIRP)

他システムへの与干渉防止、回線成立性の確保の観点から、回線設計やガードバンド検討の設定値を満足することを考慮し、2dBW 以下とすることが適当である。

(2) 空中線電力

実用準天頂衛星システムの仕様値である 1W を基本として、他システムへの与干渉防止、回線成立性の確保の観点から、空中線利得を考慮し、最大の等価等方輻射電力が 2dBW 以下となる空中線電力とすることが適当である。

(3) 空中線利得

実用準天頂衛星システムの仕様値である 2dBi 以下を基本として、他システムへの与干渉防止、回線成立性の確保の観点から、空中線電力を考慮し、最大の等価等方輻射電力が 2dBW 以下となる空中線利得とすることが適当である。

(4) 偏波

偏波は、右旋円偏波とすることが適当である。

3.2.3 人工衛星局の条件

S帯を用いた移動衛星通信システムの人工衛星局の無線設備の技術的条件については、国際的な電波に関する条約等及び国内の電波法令に適合することが必要である。具体的には以下のとおりとすることが適当である。

3.2.3.1 送信装置

(1) 周波数の許容偏差

無線設備規則別表第一号に基づき、S帯については20ppm以下、Ku帯については100ppm以下とすることが適当である。

(2) 占有周波数帯幅の許容値

実用準天頂衛星システムの要求されるサービス性能を満足するための仕様値に基づき、5MHzとすることが適当である。

(3) 不要発射の強度の許容値

ガードバンド検討結果を踏まえ、平成17年総務省告示第1228号に基づき、以下のとおりとすることが適当である。

ア スプリアス領域の不要発射の強度の許容値

50 μ W以下、又は基本周波数の平均電力より60dB低い値であること。

イ 帯域外領域の不要発射の強度の許容値

必要周波数帯幅内における4kHzの周波数帯幅当たりの最大電力密度から、4kHzの周波数帯幅当たり次の式により求められる値と、スプリアス領域の不要発射の強度の許容値のうち小さい方の値以下であること。

$$40\log(2F/BN+1) [\text{dB}]$$

ここで、Fは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であり、BNは必要周波数帯幅である。

また、宇宙運用帯域(2200~2290MHz)に対しては、5MHz離調で、抑圧量として60dBを満足することが適当である。

- (4) 空中線電力の許容偏差
無線設備規則第 14 条に基づき、上限 50%、下限 50%とすることが適当である。
- (5) 電力束密度の許容値
電波法施行規則別表第二号の五に規定する値を満たすことが適当である。

3.2.3.2 空中線

- (1) 空中線電力
実用準天頂衛星システムの要求されるサービス性能を満足するための仕様値に基づき、S 帯では+19.7dBW、Ku 帯では-3.7dBW とすることが望ましいが、将来の技術進展等による変更可能性を見据えて柔軟性を持たせるため、特に限定しないことが適当である。
- (2) 空中線利得
実用準天頂衛星システムの要求されるサービス性能を満足するための仕様値に基づき、S 帯では 31.5dBi 以下、Ku 帯では 33.5dBi 以上とすることが望ましいが、将来の技術進展等による変更可能性を見据えて柔軟性を持たせるため、特に限定しないことが適当である。
- (3) 送信空中線の指向特性
電波法施行規則第 32 条の 3 に基づき、送信空中線の地球に対する最大輻射の方向が、公表されている指向方向に対して 0.3° 以内とすることが適当である。
- (4) 偏波
実用準天頂衛星システムの要求されるサービス性能を満足するための仕様値に基づき、S 帯では右旋円偏波、Ku 帯では U/L 左旋円偏波 D/L 右旋円偏波とすることが望ましいが、将来の技術進展等による変更可能性を見据えて柔軟性を持たせるため、特に限定しないことが適当である。

3.2.4 基地局の条件

S 帯を用いた移動衛星通信システムの基地局 (Ku 帯) の無線設備の技術的条件については、国際的な電波に関する条約等及び国内の電波法令に適合することが必要である。具体的には以下のとおりとすることが適当である。

3.2.4.1 送信装置

(1) 空中線電力の許容偏差

無線設備規則第 14 条に基づき、上限 50%、下限 50%とすることが適当である。

(2) 周波数の許容偏差

無線設備規則別表第一号に基づき、100ppm 以下とすることが適当である。

(3) 占有周波数帯幅の許容値

実用準天頂衛星システムの要求されるサービス性能を満足するための仕様値に基づき、5MHz とすることが望ましいが、将来の技術進展等による変更可能性を見据えて柔軟性を持たせるため、特に限定しないことが適当である。

(4) 不要発射の強度の許容値

平成 17 年 総務省告示第 1228 号に基づき、以下のとおりとすることが適当である。

ア スプリアス領域の不要発射の強度の許容値

50 μ W 以下、又は基本周波数の平均電力より 60 dB 低い値であること。

イ 帯域外領域の不要発射の強度の許容値

必要周波数帯幅内における 4kHz の周波数帯幅当たりの最大電力密度から、4kHz の周波数帯幅当たり次の式により求められる値と、スプリアス領域の不要発射の強度の許容値のうち小さい方の値以下であること。

$$40\log(2F/BN+1) [\text{dB}]$$

ここで、F は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であり、BN は必要周波数帯幅である。

3.2.4.2 受信装置

(1) 受信 G/T

実用準天頂衛星システムの要求されるサービス性能を満足するための仕様値に基づき、31.0dB/K 以上とすることが望ましいが、将来の技術進展等による変更可能性を見据えて柔軟性を持たせるため、特に限定しないことが適当である。

(2) 副次的に発する電波等の限度

無線設備規則第 24 条に基づき、4nW 以下とすることが適当である。

3.2.4.3 空中線

(1) 送信空中線の最小仰角

電波法施行規則第 32 条に基づき、 3° 以上とすることが適当である。

(2) 等価等方輻射電力の許容値

他システムへの与干渉防止の観点から、電波法施行規則第 32 条の 2 に基づき、以下のとおりとすることが適当である。電波法施行規則で規定されていない周波数については、無線通信規則 (RR) 第 21.8 号に従うことが適当である。

ア $0^{\circ} < \theta \leq 5^{\circ}$: $(40 + 3\theta)$ dBW/4kHz

イ $\theta \leq 0^{\circ}$: 40dBW/4kHz

ここで、 θ は地球局の送信空中線の輻射の中心からみた地表線の仰角をいう。

(3) 軸外輻射電力の許容値

RR 第 22.26 号及び 22.29 号に従い、以下の許容値を満足することが適当である。

ア $3^{\circ} \leq \phi \leq 7^{\circ}$: $42 - 25 \log \phi$ [dB(W/40 kHz)]

イ $7^{\circ} < \phi \leq 9.2^{\circ}$: 21 [dB(W/40 kHz)]

ウ $9.2^{\circ} < \phi \leq 48^{\circ}$: $45 - 25 \log \phi$ [dB(W/40 kHz)]

エ $48^{\circ} < \phi \leq 180^{\circ}$: 3 [dB(W/40 kHz)]

ここで、 ϕ は地球局アンテナのメインローブ軸からの軸外角度をいう。

(4) 偏波

実用準天頂衛星システムの要求されるサービス性能を満足するための仕様値に基づき、左旋円偏波とすることが望ましいが、将来の技術進展等による変更可能性を見据えて柔軟性を持たせるため、特に限定しないことが適当である。

3.3 国際周波数調整

3.1 及び 3.2 に記載する無線設備の技術的条件については、上記のほか、国際周波数調整の結果を遵守する必要がある。また、今後の国際周波数調整の状況により、我が国における周波数の使用条件が変更した場合は、適宜見直す必要がある。

4 測定法

測定法については、法令で規定されている方法により実施することが必要である。

4.1 L帯を用いた衛星測位システム

4.1.1 送信装置

(1) 空中線電力

被試験器の基地局を定格出力で送信するよう設定し、電力計により送信電力を測定する。バースト波（定周波バースト波）にあつては、時定数がバースト繰り返し周期よりも十分大きい電力計で測定し、送信時間率の逆数を乗じてバースト内の平均電力を求める。連続波の場合は、その平均電力を同様にして求める。

(2) 周波数

被試験器の基地局を共通制御チャンネル等が送信されるように設定し、周波数計またはスペクトルアナライザで測定する。被試験機が、無変調の状態にできる場合は周波数計を用いて測定することができる。

(3) 不要発射の強度

被試験器の基地局を定格出力で送信するよう設定し、無線出力端子に接続されたスペクトルアナライザにより、規定される周波数範囲毎にスプリアス領域における不要発射の強度を測定する。

(4) 占有周波数帯幅の許容値

被試験器の基地局を定格出力で送信するよう設定し、スペクトルアナライザを搬送波周波数に設定してその電力分布を測定し、全電力の 0.5%となる上下の限界周波数点を求め、その差を占有周波数帯幅とする。

4.2 S帯を用いた移動衛星通信システム

4.2.1 送信装置

(1) 空中線電力

ア 移動局

被試験器の移動局を定格出力で送信するよう設定し、電力計により送信電力を測定する。

イ 基地局

被試験器の基地局を定格出力で送信するよう設定し、電力計により送信電力を測定する。バースト波（定周波バースト波）にあつては、時定数がバースト繰り返し周期よりも十分大きい電力計で測定し、送信時間率の逆数を乗じてバースト内の平均電力を求める。連続波の場合は、その平均電力を同様にして求める。

(2) 周波数

ア 移動局

被試験器の移動局を基地局シミュレータ、または変調波信号発生器と接続し、基地局シミュレータ、または信号発生器から送られる信号を受信している状態において、移動局から出力される無変調波を周波数計で測定する。

イ 基地局

被試験器の基地局を共通制御チャンネル等が送信されるように設定し、周波数計またはスペクトルアナライザで測定する。被試験機が、無変調の状態にできる場合は周波数計を用いて測定する。

(3) 不要発射の強度

ア 移動局

被試験器の移動局を定格出力で送信するよう設定し、無線出力端子に接続されたスペクトルアナライザでスプリアス領域における不要発射の強度を測定する。

イ 基地局

被試験器の基地局を定格出力で送信するよう設定し、無線出力端子に接続されたスペクトルアナライザにより、規定される周波数範囲毎にスプリアス領域における不要発射の強度を測定する。

(4) 占有周波数帯幅の許容値

ア 移動局

被試験器の移動局を定格出力で送信するよう設定し、スペクトルアナライザを搬送波周波数に設定してその電力分布を測定し、全電力の 0.5%となる上下の限界周波数点を求め、その差を占有周波数帯幅とする。

イ 基地局

被試験器の移動局を定格出力で送信するよう設定し、スペクトルアナライザを搬送波周波数に設定してその電力分布を測定し、全電力の 0.5%となる上下の限界周波

数点を求め、その差を占有周波数帯幅とする。

(5) キャリアオフ時漏洩電力（移動局）

被試験器の移動局を搬送波の送信停止状態とし、送信周波数帯域内の規定の周波数帯幅の電力をスペクトルアナライザまたは電力計で測定する。

(6) 筐体輻射（移動局）

被試験器の移動局の空中線端子を擬似負荷にて終端し、電波暗室または地面反射波を抑圧したオープンテストサイトで、半波長ダイポール及び標準信号発生器により置換測定する。測定アンテナは指向性アンテナとする。

4.2.2 受信装置

(1) 副次的に発する電波等の限度

ア 移動局

被試験器の移動局を待受状態、または受信状態（送信機無線出力停止）とし、副次的に発する電波等の限度をスペクトルアナライザで測定する。

イ 基地局

被試験器の基地局を受信状態（送信機無線出力停止）とし、副次的に発する電波等の限度をスペクトルアナライザで測定する。

V 検討結果

情報通信審議会諮問第 2032 号「2GHz 帯等を用いた移動衛星通信システム等の在り方及び技術的条件」（平成 25 年 1 月 18 日諮問）のうち、「実用準天頂衛星システムの技術的条件」について、一部答申（案）をとりまとめた。

別紙 情報通信技術分科会 衛星通信システム委員会 構成員

氏 名	主 要 現 職
主査委員 安藤 真 <small>あんどう まこと</small>	東京工業大学 理事・副学長（研究担当） 産学連携推進本部長
委員 森川 博之 <small>もりかわ ひろゆき</small>	東京大学 先端科学技術研究センター 教授
専門委員 有木 節二 <small>ありき せつじ</small>	一般社団法人 電気通信事業者協会 専務理事 （第 26 回から）
" 井家上 哲史 <small>いけがみ てつし</small>	明治大学 理工学部 教授
" 碓井 照子 <small>うすい てるこ</small>	奈良大学 名誉教授
" 梅比良 正弘 <small>うめひら まさひろ</small>	茨城大学 教授・副工学部長
" 大木 一夫 <small>おおき かずお</small>	一般社団法人 情報通信ネットワーク産業協会 専務理事 （第 25 回まで）
" 奥山 八州夫 <small>おくやま やすお</small>	一般社団法人 電気通信事業者協会 専務理事 （第 25 回まで）
" 片山 泰祥 <small>かたやま やすよし</small>	一般社団法人 情報通信ネットワーク産業協会 専務理事 （第 26 回から）
" 加藤 寧 <small>かとう ねい</small>	東北大学 電気通信研究機構 機構長
" 門脇 直人 <small>かどわき なおと</small>	国立研究開発法人 情報通信研究機構 執行役 ワイヤレスネットワーク総合研究センター長、オープンイノベーション推進本部長
" 庄司 るり <small>しょうじ るり</small>	東京海洋大学 海洋工学系 教授
" 中島 務 <small>なかじま つとむ</small>	一般財団法人 衛星測位利用推進センター 専務理事
" 浜崎 敬 <small>はまざき たかし</small>	国立研究開発法人 宇宙航空研究開発機構 理事 （第 25 回まで）
" 松井 房樹 <small>まつい ふさき</small>	一般社団法人 電波産業会 専務理事 事務局長
" 三浦 佳子 <small>みうら よしこ</small>	消費生活コンサルタント
" 山本 静夫 <small>やまもと しずお</small>	国立研究開発法人 宇宙航空研究開発機構 理事 （第 26 回から）

別 添

情報通信審議会諮問第 2032 号

「2GHz 帯等を用いた移動衛星通信システム等の在り方及び技術的条件」
のうち

「実用準天頂衛星システムの技術的条件」

情報通信審議会諮問第 2032 号「2GHz 帯等を用いた移動衛星通信システム等の在り方及び技術的条件」のうち「実用準天頂衛星システムの技術的条件」についての一部答申

1 実用準天頂衛星システムの技術的条件

1.1 L 帯を用いた衛星測位システム

L 帯を用いた衛星測位システム（無線航行衛星業務）の人工衛星局及び基地局（地球局（5GHz 帯））の無線設備の技術的条件については、国際的な電波に関する条約等及び国内の電波法令に適合することが必要である。具体的には以下のとおりとすることが適当である。

1.1.1 人工衛星局の条件

1.1.1.1 送信装置

(1) 周波数の許容偏差

無線設備規則別表第一号に基づき、20ppm 以下とすることが適当である。

(2) 占有周波数帯幅の許容値

実用準天頂衛星システムの L1、L2、L5 については GPS と互換性があり、国際周波数調整を実施している、L1（中心周波数：1575.42MHz）については 30.7MHz、L2（中心周波数：1227.60MHz）については 30.7MHz、L5（中心周波数：1176.45MHz）については 24.0MHz、L6（中心周波数：1278.75MHz）については 42.0MHz とすることが適当である。

(3) 不要発射の強度の許容値

平成 17 年総務省告示第 1228 号に基づき、以下のとおりとすることが適当である。

ア 帯域外領域の不要発射の強度の許容値

必要周波数帯幅内における 4kHz の周波数帯域幅当たりの最大電力密度から、4kHz の周波数帯域幅当たり次の式により求められる値と、スプリアス領域の不要発射の 4kHz の周波数帯域幅当たりの強度の許容値のうち小さい方の値以下であること。

$$40 \log(2F/BN+1) \text{ dB}/4\text{kHz}$$

ここで、F は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であり、BN は必要周波数帯域幅である。

イ スプリアス領域の不要発射の強度の許容値

50 μ W 以下又は基本周波数の平均電力より 60dB 低い値であること。

ここで、スプリアス領域の不要発射の強度の許容値は、4kHz の周波数帯域幅における電力とする。

(4) 空中線電力の許容偏差

無線設備規則第 14 条に基づき、上限 50%、下限 50%とすることが適当である。

1.1.1.2 空中線

送信空中線の指向特性は、電波法施行規則第 32 条の 3 に基づき、送信空中線の地球に対する最大輻射の方向が、公称されている指向方向に対して 0.3° 以内とすることが適当である。

1.1.2 基地局の条件

1.1.2.1 送信装置

(1) 空中線電力の許容偏差

無線設備規則第 14 条に基づき、上限 50%、下限 50%とすることが適当である。

(2) 占有周波数帯幅の許容値

無線設備規則別表第二号及び実用準天頂衛星システムの仕様を考慮し、10MHz とすることが適当である。

(3) 周波数の許容偏差

無線設備規則別表第一号に基づき、50ppm 以下とすることが適当である。

(4) 不要発射の強度の許容値

平成 17 年総務省告示第 1228 号に基づき、以下のとおりとすることが適当である。

ア 帯域外領域の不要発射の強度の許容値

必要周波数帯幅内における 4kHz の周波数帯域幅当たりの最大電力密度から、4KHz の周波数帯域幅当たり次の式により求められる値と、スプリアス領域の不要発射の強度の許容値のうち小さい方の値以下であること。

必要周波数帯幅の中心周波数から当該周波数帯幅の 50%を超え 150%以下の場合

$$-15+30(F/BN) \text{ dB 以下}$$

必要周波数帯幅の中心周波数から当該周波数帯は他の 150%を超え 250%以下の場合

$$12+12(2F/BN) \text{ dB 以下}$$

ここで、F は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

る周波数の値であり、BN は必要周波数帯域幅である。

イ スプリアス領域の不要発射の強度の許容値

50 μ W 以下、又は基本周波数の平均電力より 60dB 低い値であること。

ここで、スプリアス領域の不要発射の強度の許容値は、4kHz の周波数帯域幅における電力とする。

1.1.2.2 空中線

電波法施行規則第 32 条に基づき、送信空中線の最小仰角は 3° 以上とすることが適当である。

1.1.3 測位受信機

副次的に発する電波等の限度は、無線設備規則第 24 条に基づき、4nW 以下とすることが適当である。

1.2 S帯を用いた移動衛星通信システム

1.2.1 一般的条件

1.2.1.1 必要な機能

- (1) 人工衛星局を介して基地局（地球局）と通信を行う個々の移動局の送信装置が自動的に識別されるものであること
- (2) 移動局が使用する周波数、送信スロット、符号は、基地局からの制御信号により自動的に選択されるものであること

1.2.1.2 適用周波数帯

ア サービスリンク

サービスリンク用周波数帯は、他の隣接システムとの共用検討の結果を踏まえて、2000-2005MHz（上り）/2190-2195 MHz（下り）の周波数を使用することが適当である。

イ フィーダリンク

フィーダリンク用周波数帯は、上り回線（衛星への送信）として13.75GHz-14.5GHzの周波数帯の5MHz帯域、下り回線（衛星からの受信）として12.2GHz-12.75GHzの周波数帯の5MHz帯域を使用することが適当である。

1.2.1.3 キャリア周波数間隔

移動局から基地局へのリターンリンクのキャリア周波数間隔については、実用準天頂衛星システムの要求条件である災害時におけるシステム処理能力（同時接続数）を満足するための仕様値に基づき、300kHzとすることが望ましいが、将来の技術進展等による変更可能性を見据えて柔軟性を持たせるため、特に限定しないことが適当である。

1.2.1.4 多元接続方式

実用準天頂衛星システムの要求条件である災害時におけるシステム処理能力（同時接続数）を満足するための仕様値に基づき、周波数分割多元接続方式と時分割多元接続方式と符号分割多元接続方式を組み合わせた接続方式とし、周波数分割多元接続方式におけるチャンネルの数は14、時分割多元接続方式におけるフレーム長は1.6秒、符号分割多元接続方式における一の搬送波及び一のフレーム当たりのチャンネルの数は100とすることが望ましいが、将来の技術進展等による変更可能性を見据えて柔軟性を持たせるため、特定の方式に限定しないことが適当である。

1.2.1.5 通信方式

基本的には複信方式であることが望ましいが、それ以外の利用形態も考えられることか

ら、特定の方式に限定しないことが適当である。

1.2.1.6 変調方式

実用準天頂衛星システムの要求条件である災害時におけるシステム処理能力（同時接続数）を満足するための仕様値に基づき、フォワードリンク、リターンリンクとも BPSK 方式とし、フォワードリンクは、BPSK/SS 方式（PN 符号速度 3.549376Mcps で拡散）、リターンリンクは、BPSK/CDMA 方式（PN 符号速度 204.8kcps で拡散）とすることが望ましいが、将来の技術進展等による変更可能性を見据えて柔軟性を持たせるため、特に限定しないことが適当である。

1.2.1.7 通信速度

実用準天頂衛星システムの要求条件である災害時におけるシステム処理能力（同時接続数）を満足するための仕様値に基づき、フォワードリンクは 4.46kbps、リターンリンクは 64bps とすることが望ましいが、将来の技術進展等による変更可能性を見据えて柔軟性を持たせるため、特に限定しないことが適当である。

1.2.1.8 フレーム長／フレーム周期

実用準天頂衛星システムの要求条件である災害時におけるシステム処理能力（同時接続数）を満足するための仕様値に基づき、フォワードリンクについては 800ms で 3440bit/フレーム×4 とし、リターンリンクについてはガードタイム 0.0375s 含む 1.6s で 84bit/フレームとすることが望ましいが、将来の技術進展等による変更可能性を見据えて柔軟性を持たせるため、特に限定しないことが適当である。

1.2.1.9 その他

(1) セキュリティ対策

不正使用を防止するため、移動局装置固有の番号の付与など、適切な措置を講ずることが望ましい。

(2) 人体への影響対策

移動局の端末は、利用者が手で保持して使用することが想定されることから、電波防護指針を満足するとともに、無線設備規則第 14 条の 2 の対象として本システムを追記し、人体（頭部・両手以外）の比吸収率を 2W/kg、四肢は 4W/kg 以下とすることが適当である。なお、移動局の人体への影響について、既存の衛星携帯電話端末との比較により検討を行い、上記の基準を満足することを確認している。

1.2.2 移動局の条件

1.2.2.1 送信装置

(1) 空中線電力の許容偏差

無線設備規則第 14 条に基づき、上限 50%、下限 50%とすることが適当である。

(2) 周波数の許容偏差

無線設備規則第 5 条に基づき、20ppm 以下とすることが適当である。

(3) 不要発射の強度の許容値

他システムへの与干渉防止の観点から、以下のスペクトラム特性を満足する必要がある。

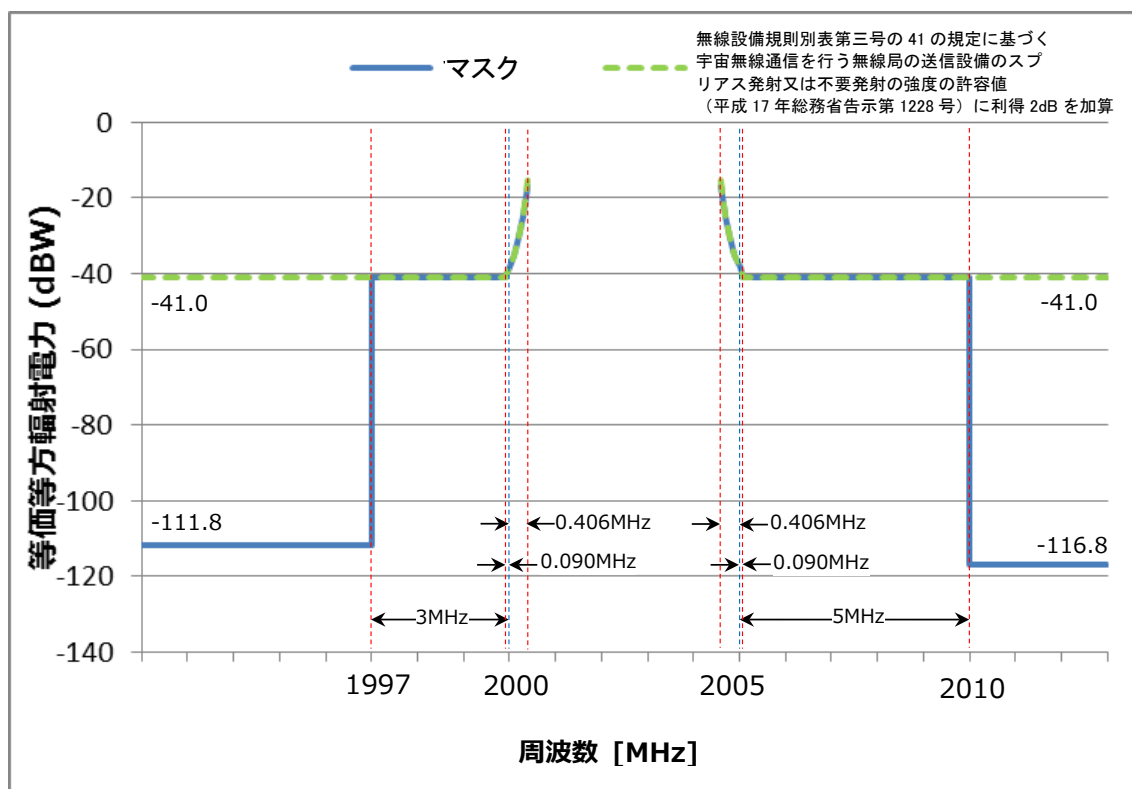


図 1-1 移動局スペクトラム特性

※参照帯域幅：4kHz

※平成 17 年 総務省告示 1228 号

スプリアス領域：50 μ W 以下又は-60dBc/4kHz 以下

帯域外領域：40log(2F/BN+1)dB/4kHz 以下（必要周波数帯幅内における 4kHz の周波数帯幅当たりの最大電力密度から減衰）

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

帯域外領域の曲線は、最大電力密度-15.1dBW、必要周波数帯幅 288kHz より、-15.1-40log(2F/0.288+1)

(4) 占有周波数帯幅の許容値

実用準天頂衛星システムの要求条件である災害時におけるシステム処理能力（同時接続数）を満足するための仕様値に基づき、288kHz とすることが望ましいが、将来の技術進展等による変更可能性を見据えて柔軟性を持たせるため、特に限定しないことが適当である。

(5) 隣接チャネル漏洩電力

実用準天頂衛星システムの要求条件である災害時におけるシステム処理能力（同時接続数）を満足するための仕様値に基づき、300kHz 離調で-33dB 以下、600kHz 離調で-43dB 以下とすることが望ましいが、将来の技術進展等による変更可能性を見据えて柔軟性を持たせるため、特に限定しないことが適当である。

(6) キャリアオフ時の漏洩電力

実用準天頂衛星システムの要求条件である災害時におけるシステム処理能力（同時接続数）を満足するための仕様値に基づき、搬送波を送信しているときの平均電力に対して-60dB 以下とすることが適当である。

1.2.2.2 受信装置

(1) 副次的に発する電波等の限度

副次的に発する電波等の限度は、無線設備規則第 24 条に基づき、4nW 以下とすることが適当である。

1.2.2.3 空中線

(1) 等価等方輻射電力 (EIRP)

他システムへの与干渉防止、回線成立性の確保の観点から、回線設計やガードバンド検討の設定値を満足することを考慮し、2dBW 以下とすることが適当である。

(2) 空中線電力

実用準天頂衛星システムの仕様値である 1W を基本として、他システムへの与干渉防止、回線成立性の確保の観点から、空中線利得を考慮し、最大の等価等方輻射電力が 2dBW 以下となる空中線電力とすることが適当である。

(3) 空中線利得

実用準天頂衛星システムの仕様値である 2dBi 以下を基本として、他システムへの与干渉防止、回線成立性の確保の観点から、空中線電力を考慮し、最大の等価等方輻射電力が 2dBW 以下となる空中線利得とすることが適当である。

(4) 偏波

偏波は、右旋円偏波とすることが適当である。

1.2.3 人工衛星局の条件

S帯を用いた移動衛星通信システムの人工衛星局の無線設備の技術的条件については、国際的な電波に関する条約等及び国内の電波法令に適合することが必要である。具体的には以下のとおりとすることが適当である。

1.2.3.1 送信装置

(1) 周波数の許容偏差

無線設備規則別表第一号に基づき、S帯については20ppm以下、Ku帯については100ppm以下とすることが適当である。

(2) 占有周波数帯幅の許容値

実用準天頂衛星システムの要求されるサービス性能を満足するための仕様値に基づき、5MHzとすることが適当である。

(3) 不要発射の強度の許容値

ガードバンド検討結果を踏まえ、平成17年総務省告示第1228号に基づき、以下のとおりとすることが適当である。

ア スプリアス領域の不要発射の強度の許容値

50 μ W以下、又は基本周波数の平均電力より60dB低い値であること。

イ 帯域外領域の不要発射の強度の許容値

必要周波数帯幅内における4kHzの周波数帯幅当たりの最大電力密度から、4kHzの周波数帯幅当たり次の式により求められる値と、スプリアス領域の不要発射の強度の許容値のうち小さい方の値以下であること。

$$40\log(2F/BN+1) [\text{dB}]$$

ここで、Fは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であり、BNは必要周波数帯幅である。

また、宇宙運用帯域(2200~2290MHz)に対しては、5MHz離調で、抑圧量として60dBを満足することが適当である。

- (4) 空中線電力の許容偏差
無線設備規則第 14 条に基づき、上限 50%、下限 50%とすることが適当である。
- (5) 電力束密度の許容値
電波法施行規則別表第二号の五に規定する値を満たすことが適当である。

1.2.3.2 空中線

- (1) 空中線電力
実用準天頂衛星システムの要求されるサービス性能を満足するための仕様値に基づき、S 帯では+19.7dBW、Ku 帯では-3.7dBW とすることが望ましいが、将来の技術進展等による変更可能性を見据えて柔軟性を持たせるため、特に限定しないことが適当である。
- (2) 空中線利得
実用準天頂衛星システムの要求されるサービス性能を満足するための仕様値に基づき、S 帯では 31.5dBi 以下、Ku 帯では 33.5dBi 以上とすることが望ましいが、将来の技術進展等による変更可能性を見据えて柔軟性を持たせるため、特に限定しないことが適当である。
- (3) 送信空中線の指向特性
電波法施行規則第 32 条の 3 に基づき、送信空中線の地球に対する最大輻射の方向が、公表されている指向方向に対して 0.3° 以内とすることが適当である。
- (4) 偏波
実用準天頂衛星システムの要求されるサービス性能を満足するための仕様値に基づき、S 帯では右旋円偏波、Ku 帯では U/L 左旋円偏波 D/L 右旋円偏波とすることが望ましいが、将来の技術進展等による変更可能性を見据えて柔軟性を持たせるため、特に限定しないことが適当である。

1.2.4 基地局の条件

S 帯を用いた移動衛星通信システムの基地局 (Ku 帯) の無線設備の技術的条件については、国際的な電波に関する条約等及び国内の電波法令に適合することが必要である。具体的には以下のとおりとすることが適当である。

1.2.4.1 送信装置

(1) 空中線電力の許容偏差

無線設備規則第 14 条に基づき、上限 50%、下限 50%とすることが適当である。

(2) 周波数の許容偏差

無線設備規則別表第一号に基づき、100ppm 以下とすることが適当である。

(3) 占有周波数帯幅の許容値

実用準天頂衛星システムの要求されるサービス性能を満足するための仕様値に基づき、5MHz とすることが望ましいが、将来の技術進展等による変更可能性を見据えて柔軟性を持たせるため、特に限定しないことが適当である。

(4) 不要発射の強度の許容値

平成 17 年 総務省告示第 1228 号に基づき、以下のとおりとすることが適当である。

ア スプリアス領域の不要発射の強度の許容値

50 μ W 以下、又は基本周波数の平均電力より 60 dB 低い値であること。

イ 帯域外領域の不要発射の強度の許容値

必要周波数帯幅内における 4kHz の周波数帯幅当たりの最大電力密度から、4kHz の周波数帯幅当たり次の式により求められる値と、スプリアス領域の不要発射の強度の許容値のうち小さい方の値以下であること。

$$40\log(2F/BN+1) [\text{dB}]$$

ここで、F は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であり、BN は必要周波数帯幅である。

1.2.4.2 受信装置

(1) 受信 G/T

実用準天頂衛星システムの要求されるサービス性能を満足するための仕様値に基づき、31.0dB/K 以上とすることが望ましいが、将来の技術進展等による変更可能性を見据えて柔軟性を持たせるため、特に限定しないことが適当である。

(2) 副次的に発する電波等の限度

無線設備規則第 24 条に基づき、4nW 以下とすることが適当である。

1.2.4.3 空中線

(1) 送信空中線の最小仰角

電波法施行規則第 32 条に基づき、 3° 以上とすることが適当である。

(2) 等価等方輻射電力の許容値

他システムへの与干渉防止の観点から、電波法施行規則第 32 条の 2 に基づき、以下のとおりとすることが適当である。電波法施行規則で規定されていない周波数については、無線通信規則 (RR) 第 21.8 号に従うことが適当である。

ア $0^{\circ} < \theta \leq 5^{\circ}$: $(40 + 3\theta)$ dBW/4kHz

イ $\theta \leq 0^{\circ}$: 40dBW/4kHz

ここで、 θ は地球局の送信空中線の輻射の中心からみた地表線の仰角をいう。

(3) 軸外輻射電力の許容値

RR 第 22.26 号及び 22.29 号に従い、以下の許容値を満足することが適当である。

ア $3^{\circ} \leq \phi \leq 7^{\circ}$: $42 - 25 \log \phi$ [dB(W/40 kHz)]

イ $7^{\circ} < \phi \leq 9.2^{\circ}$: 21 [dB(W/40 kHz)]

ウ $9.2^{\circ} < \phi \leq 48^{\circ}$: $45 - 25 \log \phi$ [dB(W/40 kHz)]

エ $48^{\circ} < \phi \leq 180^{\circ}$: 3 [dB(W/40 kHz)]

ここで、 ϕ は地球局アンテナのメインローブ軸からの軸外角度をいう。

(4) 偏波

実用準天頂衛星システムの要求されるサービス性能を満足するための仕様値に基づき、左旋円偏波とすることが望ましいが、将来の技術進展等による変更可能性を見据えて柔軟性を持たせるため、特に限定しないことが適当である。

1.3 国際周波数調整

3.1 及び 3.2 に記載する無線設備の技術的条件については、上記のほか、国際周波数調整の結果を遵守する必要がある。また、今後の国際周波数調整の状況により、我が国における周波数の使用条件が変更した場合は、適宜見直す必要がある。

2 測定法

測定法については、法令で規定されている方法により実施することが必要である。

2.1 L帯を用いた衛星測位システム

2.1.1 送信装置

(1) 空中線電力

被試験器の基地局を定格出力で送信するよう設定し、電力計により送信電力を測定する。バースト波（定周波バースト波）にあつては、時定数がバースト繰り返し周期よりも十分大きい電力計で測定し、送信時間率の逆数を乗じてバースト内の平均電力を求める。連続波の場合は、その平均電力を同様にして求める。

(2) 周波数

被試験器の基地局を共通制御チャンネル等が送信されるように設定し、周波数計またはスペクトルアナライザで測定する。被試験機が、無変調の状態にできる場合は周波数計を用いて測定することができる。

(3) 不要発射の強度

被試験器の基地局を定格出力で送信するよう設定し、無線出力端子に接続されたスペクトルアナライザにより、規定される周波数範囲毎にスプリアス領域における不要発射の強度を測定する。

(4) 占有周波数帯幅の許容値

被試験器の基地局を定格出力で送信するよう設定し、スペクトルアナライザを搬送波周波数に設定してその電力分布を測定し、全電力の 0.5%となる上下の限界周波数点を求め、その差を占有周波数帯幅とする。

2.2 S帯を用いた移動衛星通信システム

2.2.1 送信装置

(1) 空中線電力

ア 移動局

被試験器の移動局を定格出力で送信するよう設定し、電力計により送信電力を測定する。

イ 基地局

被試験器の基地局を定格出力で送信するよう設定し、電力計により送信電力を測定する。バースト波（定周波バースト波）にあつては、時定数がバースト繰り返し周期よりも十分大きい電力計で測定し、送信時間率の逆数を乗じてバースト内の平均電力を求める。連続波の場合は、その平均電力を同様にして求める。

(2) 周波数

ア 移動局

被試験器の移動局を基地局シミュレータ、または変調波信号発生器と接続し、基地局シミュレータ、または信号発生器から送られる信号を受信している状態において、移動局から出力される無変調波を周波数計で測定する。

イ 基地局

被試験器の基地局を共通制御チャンネル等が送信されるように設定し、周波数計またはスペクトルアナライザで測定する。被試験機が、無変調の状態にできる場合は周波数計を用いて測定する。

(3) 不要発射の強度

ア 移動局

被試験器の移動局を定格出力で送信するよう設定し、無線出力端子に接続されたスペクトルアナライザでスプリアス領域における不要発射の強度を測定する。

イ 基地局

被試験器の基地局を定格出力で送信するよう設定し、無線出力端子に接続されたスペクトルアナライザにより、規定される周波数範囲毎にスプリアス領域における不要発射の強度を測定する。

(4) 占有周波数帯幅の許容値

ア 移動局

被試験器の移動局を定格出力で送信するよう設定し、スペクトルアナライザを搬送波周波数に設定してその電力分布を測定し、全電力の 0.5%となる上下の限界周波数点を求め、その差を占有周波数帯幅とする。

イ 基地局

被試験器の移動局を定格出力で送信するよう設定し、スペクトルアナライザを搬送波周波数に設定してその電力分布を測定し、全電力の 0.5%となる上下の限界周波

数点を求め、その差を占有周波数帯幅とする。

(5) キャリアオフ時漏洩電力（移動局）

被試験器の移動局を搬送波の送信停止状態とし、送信周波数帯域内の規定の周波数帯幅の電力をスペクトルアナライザまたは電力計で測定する。

(6) 筐体輻射（移動局）

被試験器の移動局の空中線端子を擬似負荷にて終端し、電波暗室または地面反射波を抑圧したオープンテストサイトで、半波長ダイポール及び標準信号発生器により置換測定する。測定アンテナは指向性アンテナとする。

2.2.2 受信装置

(1) 副次的に発する電波等の限度

ア 移動局

被試験器の移動局を待受状態、または受信状態（送信機無線出力停止）とし、副次的に発する電波等の限度をスペクトルアナライザで測定する。

イ 基地局

被試験器の基地局を受信状態（送信機無線出力停止）とし、副次的に発する電波等の限度をスペクトルアナライザで測定する。

参考資料

参考資料 1	許容干渉レベル測定試験結果	1
参考資料 2	周波数共用検討	52
参考資料 3	総合試験結果	85
参考資料 4	S 帯を用いた移動衛星通信システムの概要	154
参考資料 5	S 帯端末の干渉源信号強度測定試験の実施	164
参考資料 6	周波数共用検討	201
参考資料 7	特性試験結果	221
参考資料 8	通信品質試験結果	260
参考資料 9	総合試験結果	268

参考資料 1 許容干渉レベル測定試験結果

1 試験概要

測位受信機の許容干渉レベル評価として、受信機飽和レベル及び受信機許容干渉レベルの測定を行った。

受信機飽和レベルについては、市販されている、L6 帯域をカバーするアンテナの飽和レベルを測定し、ITU-R 勧告 M. 1902 に示された受信機飽和レベルの値と比較した。

許容干渉レベルについては、現在入手可能な L6 用受信機の許容干渉レベルを測定し、ITU-R 勧告 M. 1902 に示された受信機飽和レベルの値と比較した。また、バンドパスフィルタを挿入することにより、許容干渉レベルの改善効果を測定した。

2 測定試験環境及び機器構成

2.1 対象機器

2.1.1 アンテナ

測定試験に使用したアンテナは、L6 帯域をカバーする製品を選定した。選定した 4 種類のアンテナのうち、3 種類は LNA を内蔵しており、1 種類は LNA を外付けするタイプである。各製品の概要を以下に示す。

(1) Trimble 社製 Zephyr Model 2

Trimble 社製 Zephyr Model2 の主要諸元を表参 1- 2-1 に、外観を図参 1- 2-1 に示す。

表参 1- 2-1 Trimble 社製 Zephyr Model 2 アンテナの主要諸元

Trimble Zephyr™ Model 2 Antenna	
Frequencies Signal Tracking	L1/L2/L5/G1/G2/LBand/E1/E2/E5ab/E6 GPS, Glonass, OmniSTAR, SBAS, Galileo
Dimensions	dia 15.2 cm x 7.4 cm H (dia 6" x 2.9" H)
Weight	0.59 kgs (1.3lbs)
Antenna cable connector	TNC. Sealed
Mounting	5/8"-11 UNC thread mount
Operation temperature	-40 °C to +70 °C (-40 °F to 158 °F)
Storage temperature	-55 °C to +85 °C (-67 °F to 185 °F)
Environmental	MIL-810-F Figure 514.5c-17 Vibration levels on each axis Shock tested table MIL-810-F Table 516.5-1 2m drop, bouyant
Humidity	100% humidity proof, fully sealed
Feed	4 point
LNA(Low Noise Amplifier) input	3.3 V DC – 12 V DC (100 mA)
LNA(Low Noise Amplifier) gain	L1 50 dB / L2 50 dB
Antenna compliance	CE
Phase stability	<2 mm

出典) Trimble Zephyr Model 2 カタログより



図参 1- 2-1 Trimble 社製 Zephyr Model 2 の外観

出典) Trimble Zephyr Model 2 カタログより

(2) JAVAD 社製 GrAnt-G5

JAVAD 社製 GrAnt-G5 の主要諸元を表参 1- 2-2 に、外観を図参 1- 2-2 に示す。

表参 1- 2-2 JAVAD 社製の GrAnt-G5 の主要諸元

	G3	G3T	G3T-JS	G5T
Signal				
Capability	GPS L1 GLONASS L1 GALILEO E1 BEIDOU B1 WAAS L1, EGNOS, MSAS, GAGAN, QZSS L1	GPS L1/L2/L5 GLONASS L1/L2/L3 GALILEO E1/E5ab BEIDOU B1/B2 WAAS L1/L5, EGNOS, MSAS, GAGAN, QZSS L1/L2/L5	GPS L1/L2/L5 GLONASS L1/L2/L3 GALILEO E1/E5ab WAAS L1/L5, EGNOS, MSAS, GAGAN QZSS L1/L2/L5	GPS L1/L2/L5 GLONASS L1/L2/L3 GALILEO E1/E5ab/E6 BEIDOU B1/B2/B3 WAAS L1/L5, EGNOS, MSAS, GAGAN QZSS L1/L2/L5/LEX
Frequency	1555~1610 MHz	1555~1610 MHz 1164~1253 MHz	1565~1610 MHz 1164~1253 MHz	1555~1610 MHz 1164~1300 MHz
Electrical				
Antenna Gain	1555~1610MHz - 5.0 dB typ.	1555~1610 MHz - 5.0 dB typ. 1164~1253 MHz - 4.0 dB typ.	1565~1610 MHz - 5.0 dB typ. 1164~1253 MHz - 4.0 dB typ.	1555~1610 MHz - 5.0 dB typ. 1164~1300 MHz - 4.0 dB typ.
Axial Ratio	3.0 dB max.			
Output Impedance	50 Ohm			
LNA gain	32±2 dB		1565~1610 MHz - 33±3 dB 1164~1253 MHz - 33±3 dB	32±2 dB
Noise Figure	1555~1610 MHz - 1.7 dB typ.	1555~1610 MHz - 1.7 dB typ. 1164~1253 MHz - 1.7 dB typ.	1565~1610 MHz - 2.8 dB typ. 1164~1253 MHz - 2.8 dB typ.	1555~1610 MHz - 1.7 dB typ. 1164~1300 MHz - 1.7 dB typ.
DC voltage	3.0~15.0VDC 25mA@5.0V typ.	3.0~15.0VDC 45mA@5.0V typ.	4.5~15.0VDC 90mA@5.0V typ.	3.0~15.0VDC 45mA@5.0V typ.
Power consumption	-		0.5 Watt (max)	-
Environmental				
Operating Temperature	-45°C ~ +85°C			
Storage Temperature	-50°C ~ +85°C			
Humidity	Waterproof			
Mechanical				
Antenna type	Microstrip			
Connector	TNC			
Weight	450 g	515 g		
Dimensions	140 mm x 140 mm x 62 mm			
Enclosure	Radome: ABS, Base: Aluminum			
Color	Green			
Mounting	5/8-11 or 1-14 inches mount, or 4 holes M5			

出典) JAVAD 社カタログより






図参 1- 2-2 JAVAD 社製 GrAnt-G5 の外観

出典) JAVAD 社カタログより

(3) navXperience 社製 3G+C

navXperience 社製 3G+C の主要諸元を表参 1- 2-3 に、外觀を図参 1- 2-3 に示す。

表参 1- 2-3 navXperience 社製 3G+C

	 3G+C mobile	 3G+C maritime	 3G+C reference
Antenna			
<i>Galileo Signals</i>	E1, E5a, E5b, E5a+b (AltBOC), E6	E1, E5a, E5b, E5a+b (AltBOC), E6	E1, E5a, E5b, E5a+b (AltBOC), E6
<i>GPS Signals</i>	L1, L2, L2C, L5	L1, L2, L2C, L5	L1, L2, L2C, L5
<i>GLONASS Signals</i>	G1, G2, G3, G5	G1, G2, G3, G5	G1, G2, G3, G5
<i>Compass (BeiDou)</i>	B1, B2, B3	B1, B2, B3	B1, B2, B3
<i>L-Band (SBAS) Correction Data Signal</i>	WAAS, EGNOS, GAGAN, MSAS, SDCM	WAAS, EGNOS, GAGAN, MSAS, SDCM, Omnistar, Starfire	WAAS, EGNOS, GAGAN, MSAS, SDCM, Omnistar, Starfire
<i>VSWR (max)</i>	>2:1	>2:1	>2:1
<i>Resistance</i>	50 Ohm	50 Ohm	50 Ohm
<i>Passive Gain</i>	3.5 dbic (min)	3.5 dbic (min)	3.5 dbic (min)
<i>10 dB Beamwidth</i>	160° bis 180°	160° bis 180°	160° bis 180°
<i>Polarisation</i>	RHCP	RHCP	RHCP
<i>Axial Ratio</i>	3dB (Max)	3dB (Max)	3dB (Max)
<i>LNA Power Gain</i>	29 dB +-1@L2 27 dB +-1@L1	42 dB +-1@L2 42 dB +-1@L1	48 dB +-1@L1 48 dB +-1@L1
<i>LNA Noise factor</i>	<2 dB	<2 dB	<2 dB
<i>Power</i>	3.3 bis 20 V	3.3 bis 20 V	3.3 bis 20 V
<i>Current draw</i>	< 50 mA	< 50 mA	< 50 mA
<i>Operating temperature</i>	-45° to 75° C	-45° to 75° C	-45° to 75° C
<i>Dimensions</i>	Height: 72mm Width: 172mm	Height: 72mm Width: 172mm	Height: 72mm Width: 172mm
<i>Connector Type</i>	TNC female	TNC female	TNC female
<i>Weight</i>	380 g	380 g	400 g
<i>Water-/Dust-proof</i>	IP69K MIL-STD-810	IP69K MIL-STD-810	IP69K MIL-STD-810
<i>Color</i>	light blue / with bumper	blue	dark blue

出典) navXperience 社カタログより



図参 1- 2-3 navXperience 社製 3G+C の外観
出典) navXperience 社カタログより

(4) NovAtel 社製 GPS 704X

NovAtel 社製 GPS 704X の主要諸元を表参 1- 2-4 に、外観を図参 1- 2-4 に示す。本製品は LNA を外付けするタイプであり、推奨の LNA 仕様を表参 1- 2-5 に示す。LNA 飽和特性試験では、カタログ値で 28dB のゲインの LNA を接続して実施した。

表参 1- 2-4 NovAtel 社製 GPS 704X の主要諸元

Performance		Physical & Electrical	
3 dB Pass Band	1.15 - 1.65 GHz	Size	
LNA Gain	External Required	Diameter ¹	185 mm
Gain at Zenith (90°)		Height	69 mm
L1	+6.0 dBic (minimum)	Weight	468 g
L2	+2.5 dBic (minimum)	Connector	TNC female
L5, E5a	+2.0 dBic (minimum)	Environmental	
E6	+3.0 dBic (minimum)	Temperature	
L-band	+6.0 dBic (minimum)	Operating	-40°C to +85°C
Gain Roll-Off (from Zenith to Horizon)		Storage	-55°C to +85°C
L1, L-band	14 dB	Humidity	95% non-condensing
L2, E6	11 dB	Salt spray	MIL-STD-810F Method 509.4
L5, E5	11 dB	Ingress Protection	IPX6 and IPX7
VSWR	≤ 2.0 : 1	Waterproof	IEC 60529 IPX7
Nominal Impedance	50 Ω	Regulatory	CE
Altitude	9,000 m		

¹ Not including tape measure tab. Full diameter with tape measure tab is 195 mm.

出典) NovAtel 社カタログより



図参 1- 2-4 NovAtel 社製 GPS 704X の外観
出典) NovAtel 社カタログより

表参 1- 2-5 推奨の LNA 仕様

Components	Specifications
LNA Noise Figure	1.5 dB
LNA Bandwidth	1100 - 1700 MHz
Group Delay Variation Across LNA Bandwidth	5 ns max
LNA Gain	25 dB min
LNA VSWR	2:1 max
Cable Loss Between Antenna and LNA	1 dB max
Cable Loss Between LNA and Receiver	10 dB max
Connectors	TNC
LNA and Cable Impedance	50 Ω

出典) NovAtel 社カタログより

2.1.2 測位受信機

測定試験に使用した測位受信機は、LEX 信号を受信し、補強信号を出力するものである。試験では測定試験の受信機には、古野電気社製 LRY-10000、JAVAD 社製 DELTA-3、コア社製ソフトウェア多周波受信機 (RF 部はハードウェア) を使用した。各製品の概要を以下に示す。

(1) 古野電気社製 LRY-10000

古野電気社製 LRY-10000 の主要諸元を表参 1- 2-6 に、外観を図参 1- 2-5 に示す。

表参 1- 2-6 古野電気社製 LRY-10000 の主要諸元

項目	仕様
受信信号	GPS: L1-C/A、SBAS: L1-C/A、QZS: L1-C/A, L1-SAIF, LEX
インターフェース	RS 232C (2 系統)、LAN、1PPS OUT
受信チャンネル数	L1: 12ch、L1-SAIF: 3ch、SBAS: 2ch、LEX: 3ch
出力更新レート	1Hz or 5Hz
データ出力レイテンシー	1 秒以内 (LEX メッセージの最終フレーム受信後)
電源	AC 100V (AC アダプタ仕様)
アンテナ電源	5VDC 100mA (MAX)
付属品	AC アダプタ、モニタ・ソフト含む

出典) 古野電気カタログより



図参 1- 2-5 古野電気社製 LRY-10000

出典) 古野電気カタログより

(2) AVAD 社製 DELTA-3

JAVAD 社製 DELTA-3 の主要諸元を表参 1- 2-7 に、外観を図参 1- 2-6 に示す。

表参 1- 2-7 JAVAD 社製 DELTA-3 の主要諸元

Performance Specifications	
Autonomous	<2 m
Static, Fast Static accuracy	Horizontal: 0.3 cm + 0.1 ppm * base_line_length* Vertical: 0.35 cm + 0.4 ppm * base_line_length*
Kinematic accuracy	Horizontal: 1 cm + 1 ppm * base_line_length Vertical: 1.5 cm + 1.5 ppm * base_line_length
RTK (OTF) accuracy	Horizontal: 1 cm + 1 ppm * base_line_length Vertical: 1.5 cm + 1.5 ppm * base_line_length
DGPS accuracy	< 0.25 m (post-processing) < 0.5 m (real-time)
Real-time heading accuracy	~ 0.004/L [rad] RMS, where L is the antenna separation in [m]
Cold Start	<35 seconds
Warm Start	<5 seconds
Reacquisition	<1 second

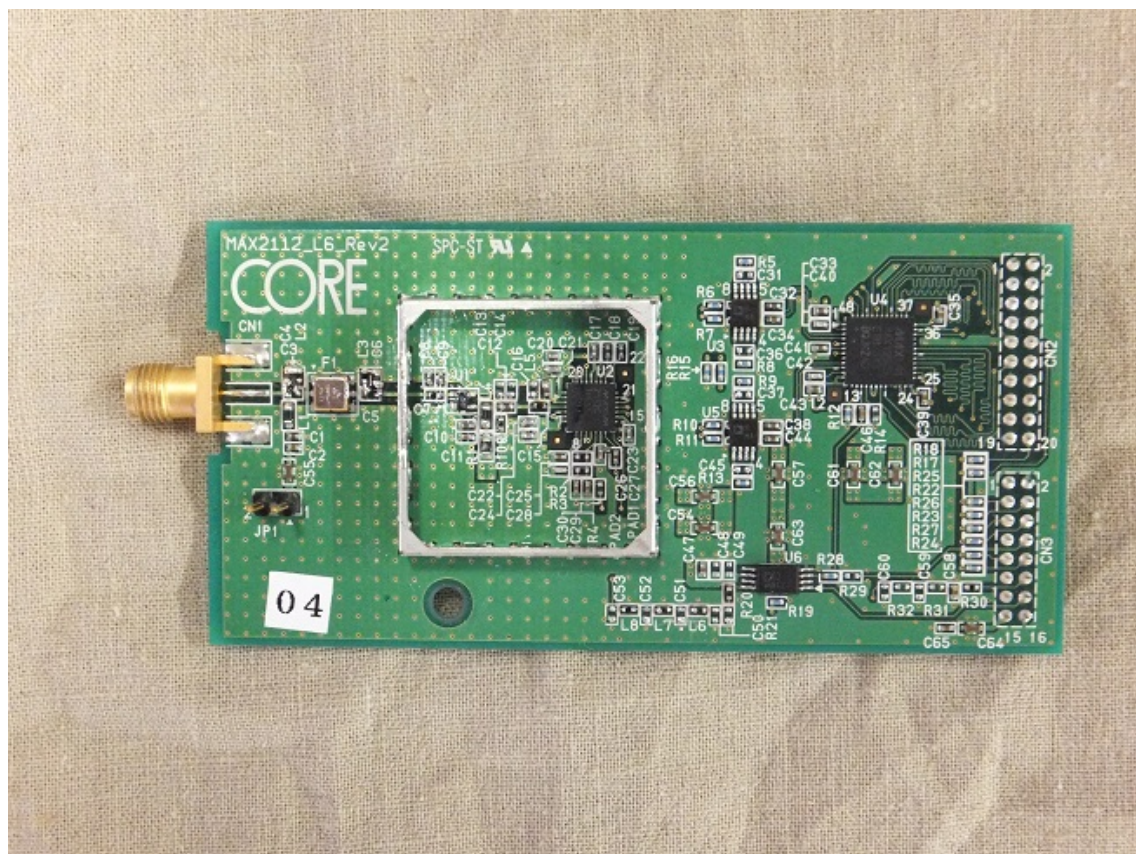
出典) JAVAD 社カタログより



図参 1- 2-6 JAVAD 社製 DELTA-3 の外観
出典) JAVAD 社カタログより

(3) コア社製ソフトウェア多周波受信機

コア社製ソフトウェア多周波受信機は RF データストリーマ及びソフトウェア受信機アプリで構成される。RF データストリーマの外観を図参 1- 2-7 に示す。



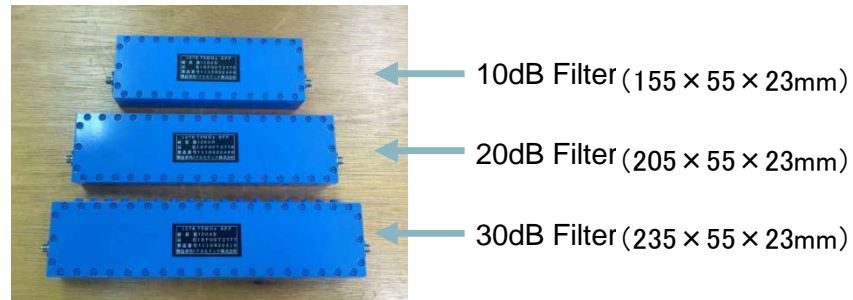
図参 1- 2-7 コア社製 RF データストリーマの外観
出典) コア社提供

2.1.3 バンドパスフィルタ

バンドパスフィルタとしては昨年度の共用検討で使用されたフィルタと市販の L6 帯域対応の SAW フィルタを用いた。以下特性を示す。

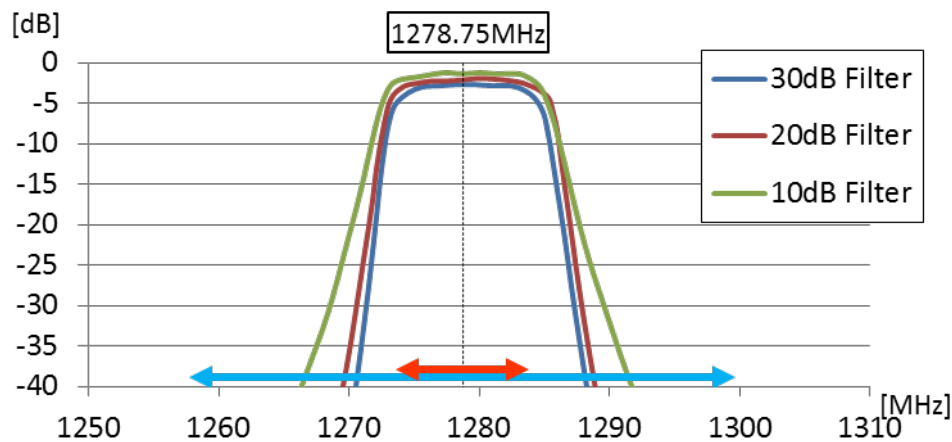
(1) 高減衰フィルタ

昨年度の共用検討に使用されたフィルタであり、その外観を図参 1-2-8 に、特性を図参 1-2-9 に示す。試験では 30dB Filter と呼ばれるフィルタを利用した。30dB Filter のサイズは 235×55×23mm である。



図参 1- 2-8 検討に使用された BPF

出典) 平成 25 年度「新たに導入する 900MHz 帯センサー無線システム及び UWB 無線システムの周波数有効利用のための周波数共用技術に関する技術的条件の検討」のうち「実用準天頂衛星システムとアマチュア無線局の周波数共用条件報告書」



図参 1- 2-9 BPF1 の特性

出典) 平成 25 年度「新たに導入する 900MHz 帯センサー無線システム及び UWB 無線システムの周波数有効利用のための周波数共用技術に関する技術的条件の検討」のうち「実用準天頂衛星システムとアマチュア無線局の周波数共用条件報告書」より MRI 作成

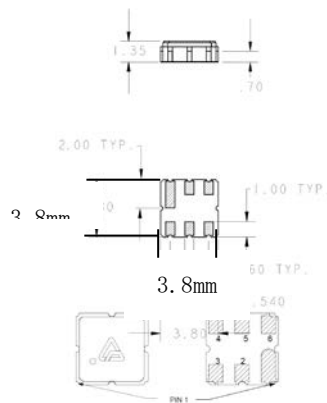
(2) SAW フィルタ

試験に用いた SAW フィルタは COM DEV 社製であり Galileo の E6 PSC¹用である。COM DEV 社フィルタ単体のサイズを図参 1- 2-10 に示す。単体では 3.8mm 四方のサイズであ

¹ PSC: Personal Security Clearance

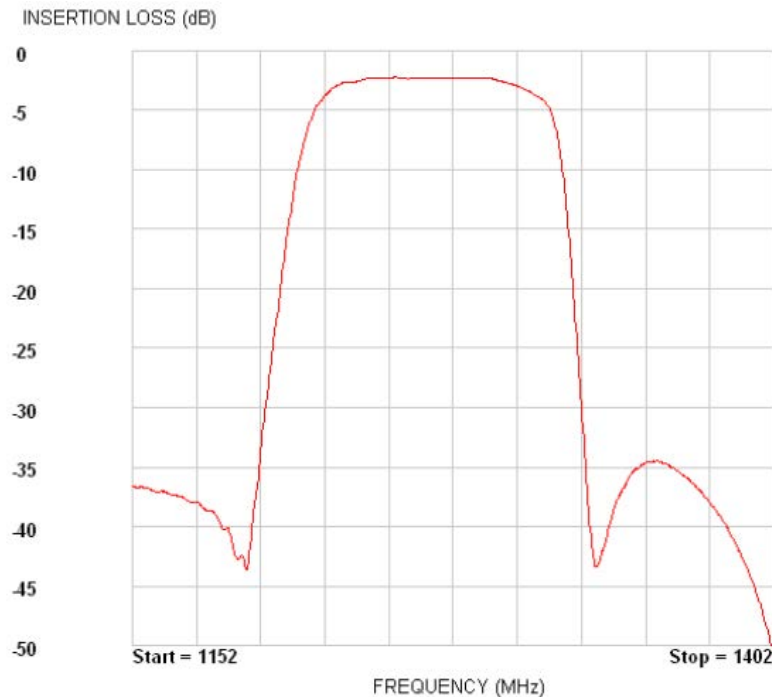
る。

また、このフィルタのカタログに示された特性を図参 1- 2-11 に示す。この SAW フィルタの中心周波数は 1268.8MHz、透過帯域幅は 61MHz である。



図参 1- 2-10 検討に使用された SAW

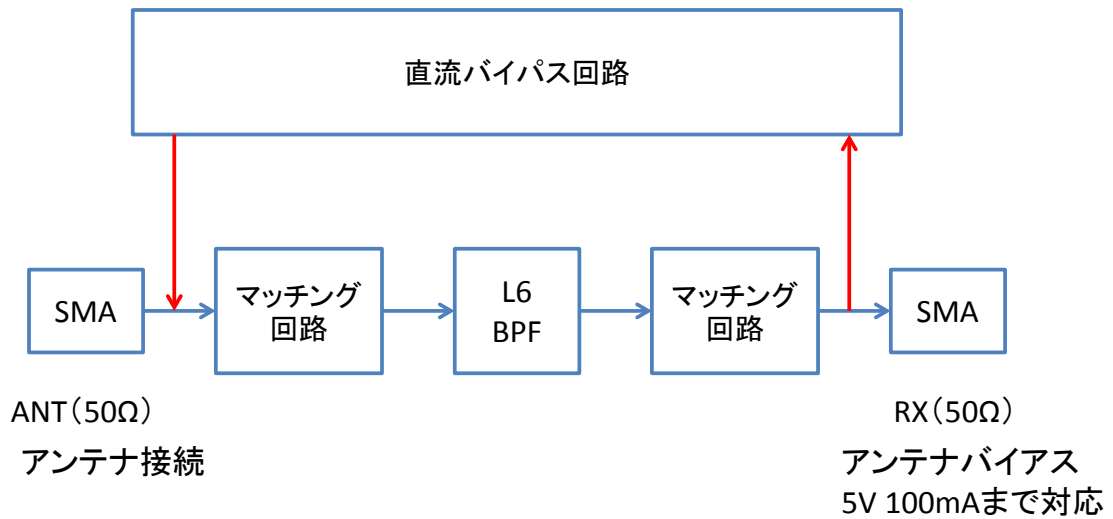
出典) COM DEV 社カタログより



図参 1- 2-11 SAW フィルタの特性

出典) COM DEV 社カタログより

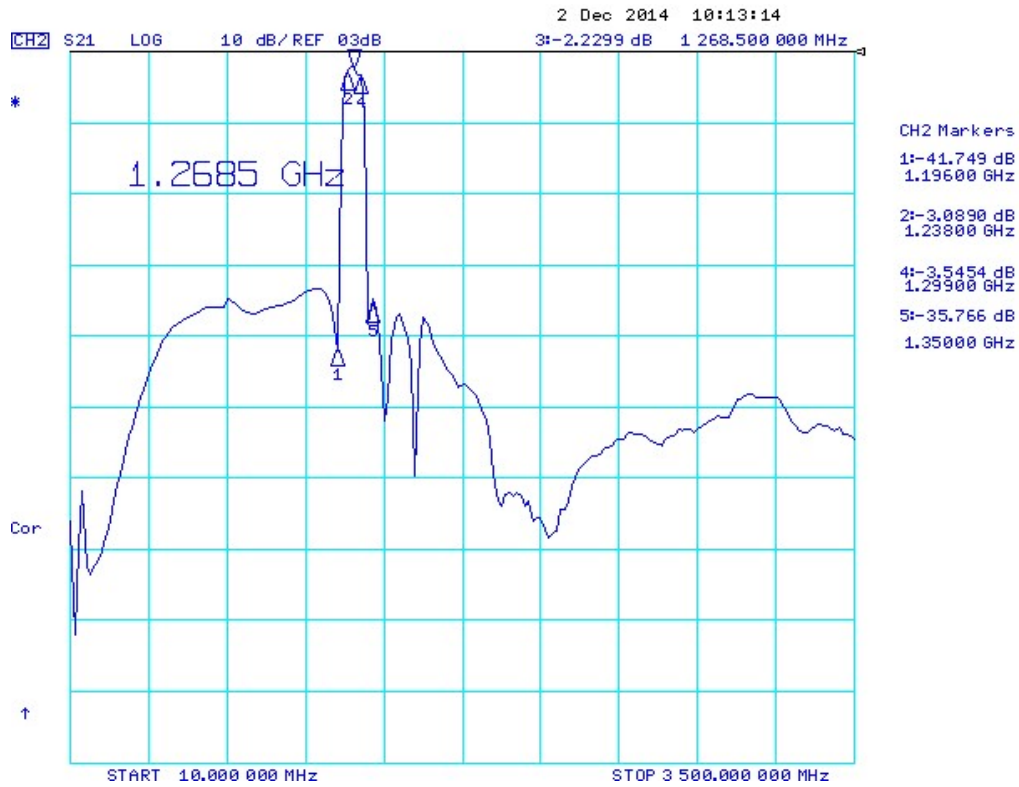
この SAW フィルタをアンテナと測位受信機の間には挿入するためには、測位受信機からアンテナに供給されている直流電源をバイパスする必要がある。図参 1- 2-12 に示す回路を使用した。直線バイパス回路を組み込んだ SAW フィルタの外観を図参 1- 2-13 に、直流バイパス回路を組み込んだ状態での特性を図参 1- 2-14～図参 1- 2-15 に示す。直線バイパス回路を組み込んだ状態では、57×57×35mm のサイズとなる。



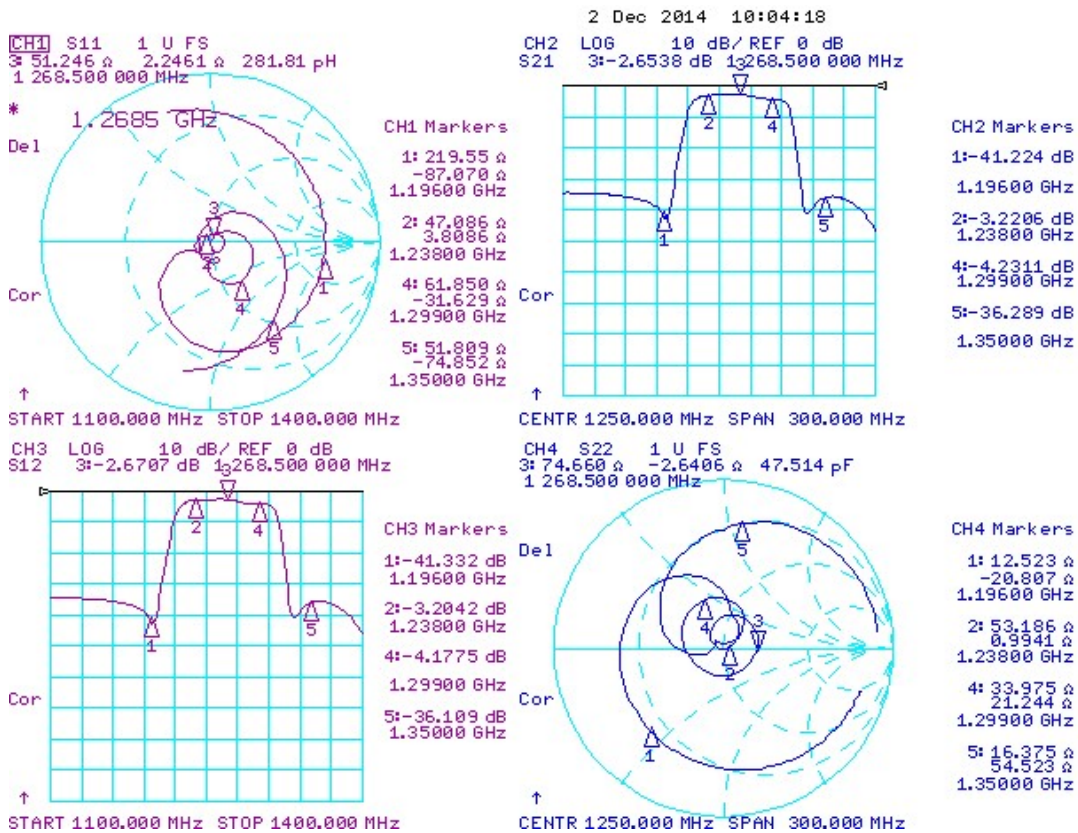
図参 1- 2-12 SAW フィルタのための直流バイパス回路
出典) コア社提供



図参 1- 2-13 直流バイパス回路を組み込んだ SAW フィルタ外観
出典) コア社提供



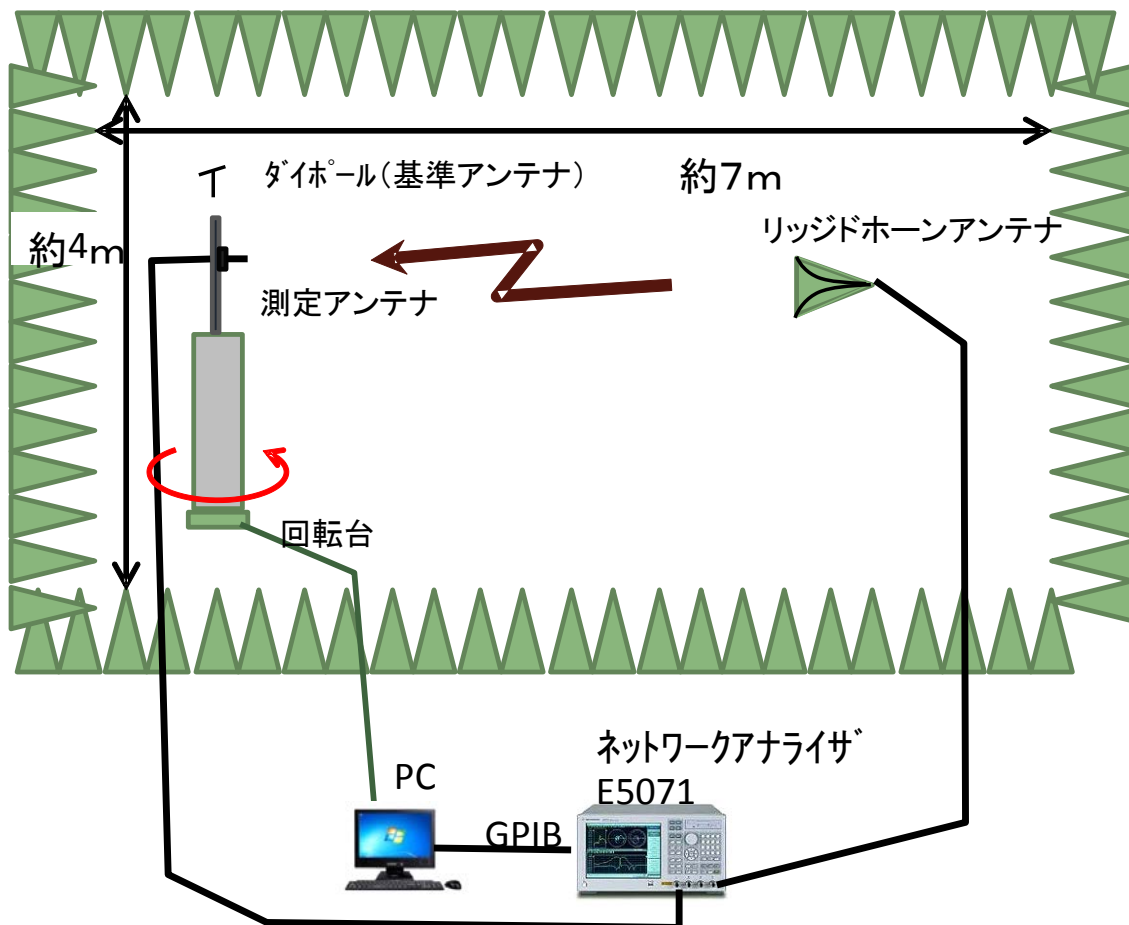
図参1- 2-14 直流バイパス回路を組み込んだSAWフィルタ特性 (その1)



図参1- 2-15 直流バイパス回路を組み込んだSAWフィルタ特性 (その2)

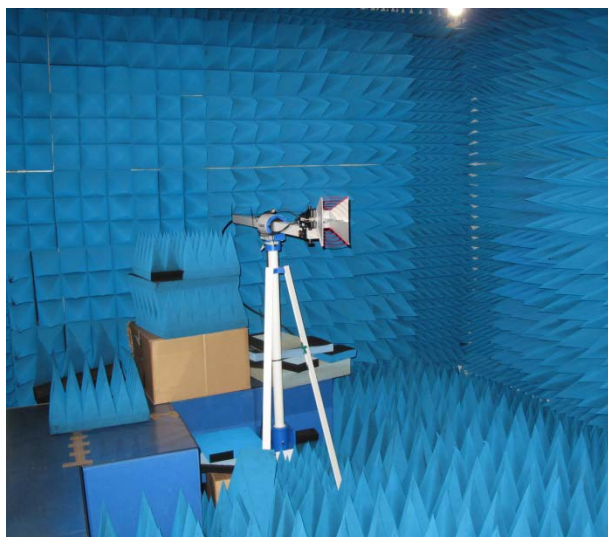
2.2 試験環境及び計測機器

試験はNEC 那須塩原事業所の暗室で行った。電波暗室は奥行き約7m、幅約4mの広さで、その中に測定アンテナ等を設置し、暗室外にシグナル・ジェネレータ、測位受信機等を設置した。電波暗室内の測定試験環境及び機器構成を図参 1-2-16～図参 1-2-19 に、使用した指向特性仕様測定器の一覧を表参 1-2-8 に、計測装置の一覧を表参 1-2-9 にそれぞれ示す。

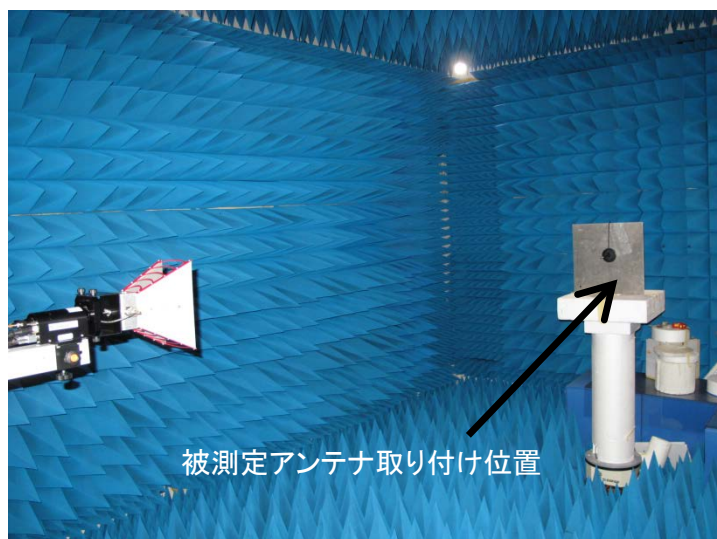


図参 1- 2-16 測定機器の構成

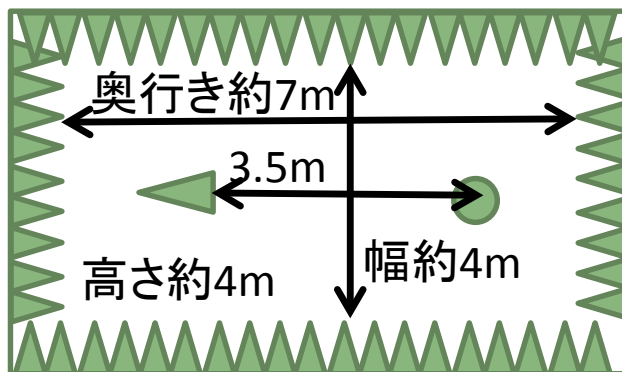
出典) NEC 提供



図参 1- 2-17 送信アンテナ (リッジドホーン) (ETS 3115)
出典) NEC 提供



図参 1- 2-18 被測定アンテナ取り付け位置
出典) NEC 提供



図参 1- 2-19 電波暗室内の試験機器の位置関係
出典) NEC 提供

表参 1- 2-8 指向特性使用測定器

測定器		製造元
ネットワークアナライザ	E5071B	アジレントテクノロジー
リッジドホーン	3115	ETS-LINDGREN
ダイポールアンテナ	M5612 シリーズ	アンリツ

表参 1- 2-9 計測装置

計測装置		製造元
スペクトルアナライザ	MS2712E	アンリツ
RF レコーダ	MP7300	ADIVIC

3 測定試験概要

2014年12月10日(水)～12月19日(金)、NEC 那須塩原事業所において測定試験を実施した。

3.1 試験項目

3.1.1 LNA 飽和特性

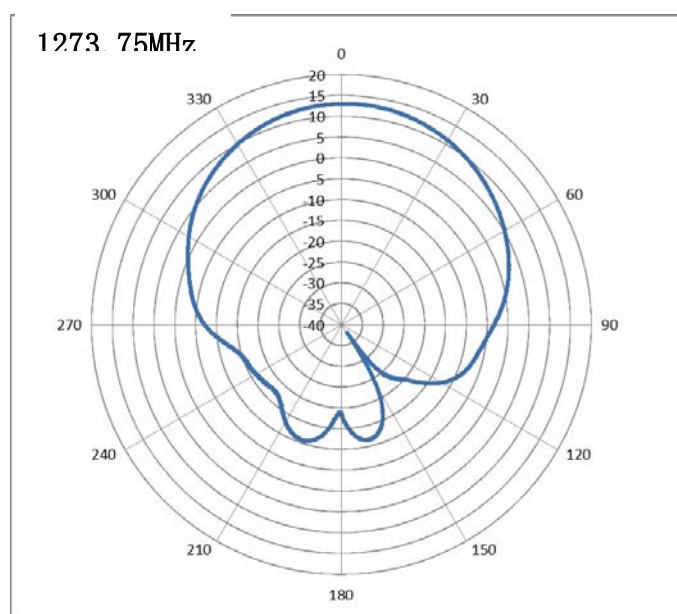
4種類のアンテナに対して入力と出力を計測した。計測周波数は、1273.635MHz、1278.75MHz、1283.865MHzである。

3.1.2 許容干渉レベル

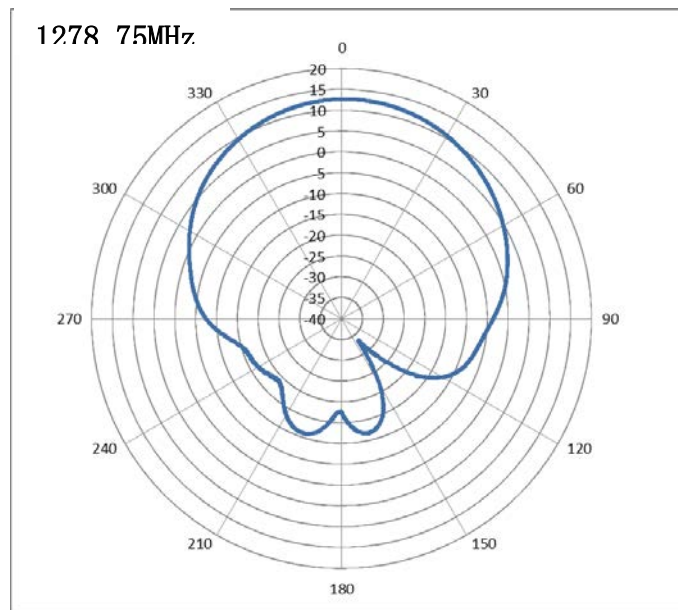
希望波入力は予め RF レコーダで取得したものを利用した。受信機アンテナ面で最小 L6 信号レベル相当である-157dBW となるように RF レコーダを再生した。

干渉波信号レベルを増加させ、L6 信号受信がメッセージを受信できなくなるレベルを許容干渉レベルと判断した。許容干渉レベルの測定は、3種類の受信機、8種類の干渉源、2種類の接続方法(有線、無線)の全組み合わせで行った。

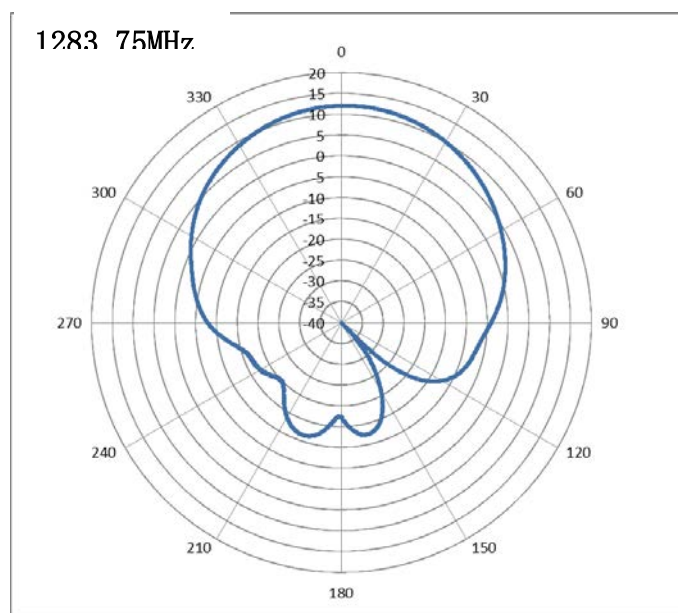
無線接続については、Trimble 社製 Zephyr Model2 を使用し測定を行った。Trimble 社製 Zephyr Model2 のアンテナ特性を図参 1- 3-1～図参 1- 3-3 に示す。なお、アンテナ特性は V 面を測定している。これは、GNSS 用受信アンテナは全方位で同じ特性を持っているためである。



図参 1- 3-1 被測定アンテナ特性 (Trimble 社製 Zephyr Model 2) (1273.75MHz)



図参 1- 3-2 被測定アンテナ特性 (Trimble 社製 Zephyr Model 2) (1278.75MHz)



図参 1- 3-3 被測定アンテナ特性 (Trimble 社製 Zephyr Model 2) (1283.75MHz)

BPF は表参 1- 3-1 に示す組み合わせで行った。

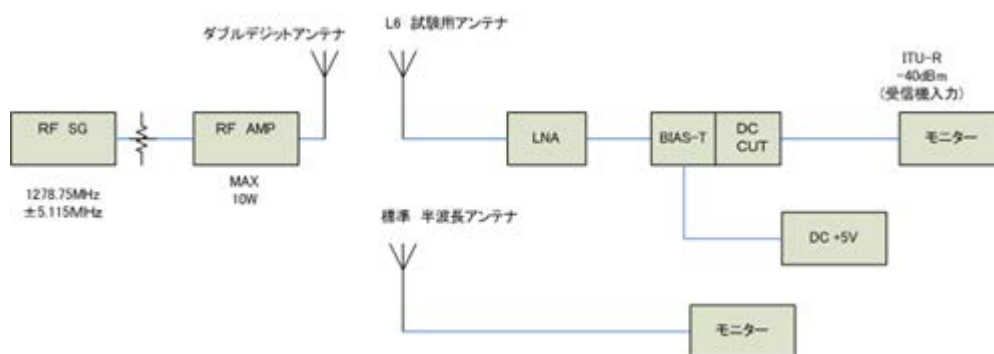
表参 1- 3-1 BPF の組み合わせ

干渉源	BPF
アマチュアレピータ局デジタル音声 (模擬)	無し
アマチュアレピータ局デジタルデータ (模擬)	無し
アマチュアレピータ局アナログ音声 (模擬)	無し
デジタルアマチュアテレビ (模擬)	無し・BPF1
アマチュアテレビ (FTV-120)	無し・BPF1
無人ヘリテレ用映像送信	無し・BPF1
1MHz 幅 (BPSK) (1268.75~1293.75MHz, 10MHz 間隔)	無し・BPF1・SAW
50MHz 幅 (ガウスノイズ) (1253.75~1303.75MHz)	無し・BPF1

3.2 試験方法

3.2.1 LNA 飽和特性試験

LNA の飽和特性の測定は図参 1- 3-4 に示す機器構成で行った。

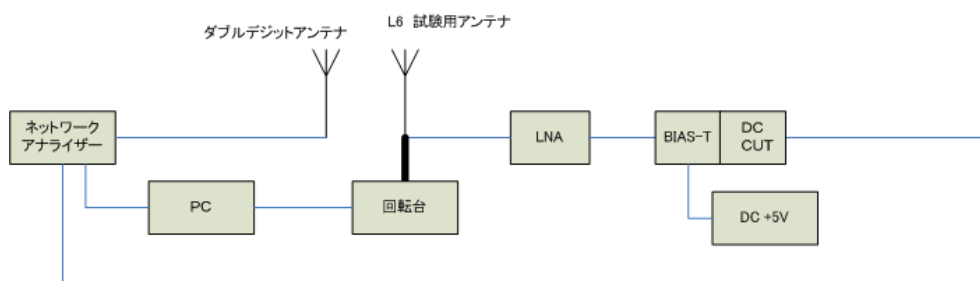


図参 1- 3-4 LNA 飽和レベル測定機器構成

3.2.2 許容干渉レベル測定試験

(1) 被測定アンテナ特性

被測定アンテナを回転台にのせ、回転させながら、ネットワークアナライザを利用し、レベルを測定した。標準半波長ダイポールを使用しレベル校正を行った。



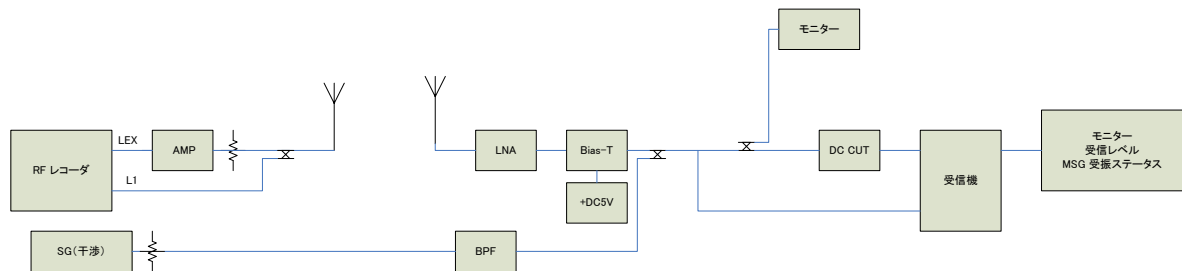
図参 1- 3-5 被測定アンテナ特性測定機器構成

(2) 測位受信機許容干渉レベル測定

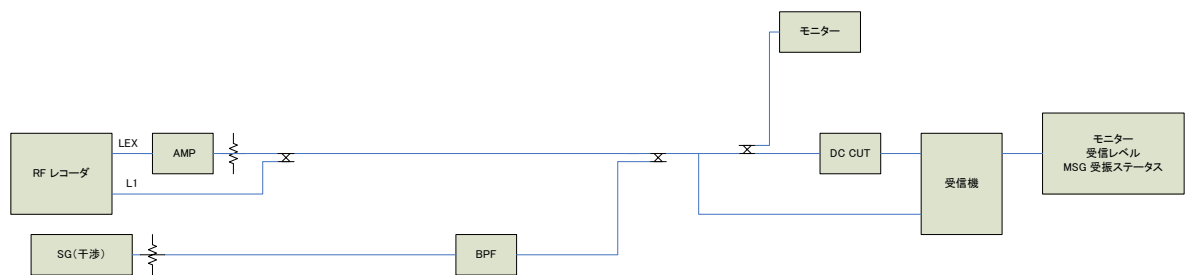
希望波入力は予め RF レコーダで取得したものを利用する。受信機アンテナ面で最小 L6 信号レベル相当である-157dBW に設定した。

干渉波信号レベルを増加させ、L6 信号受信がメッセージを受信できなくなるレベルを許容干渉レベルと判断した。

シグナル・ジェネレータ等からの干渉波は BPF を通したあと RF レコーダからの L1 及び L6 信号を合成し受信機に入力した。これは試験に用いた受信機の幾つかは L1 信号を用いて L6 信号と同期をとっているためであり、L1 及び L6 信号の合成信号を BPF に通すと L1 信号が減衰してしまい、同期がとれなくなってしまうからである。



図参 1- 3-6 許容干渉レベル測定機器構成（無線接続）



図参 1- 3-7 許容干渉レベル測定機器構成（有線接続）

3.3 試験に用いた干渉源

試験に用いた干渉源を表参 1- 3-2 に示す。

表参 1- 3-2 試験に用いた干渉源

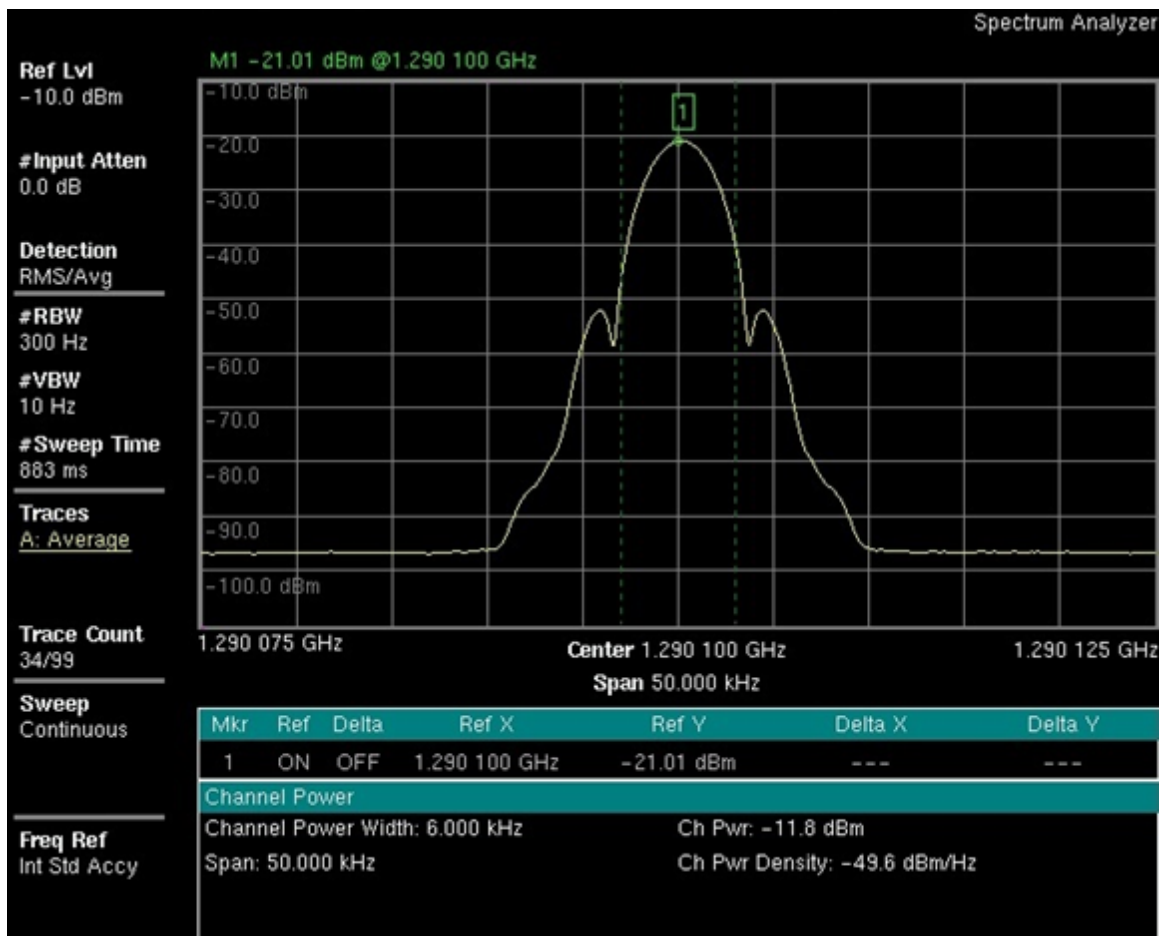
干渉源
アマチュアレピータ局デジタル音声 (模擬)
アマチュアレピータ局デジタルデータ (模擬)
アマチュアレピータ局アナログ音声 (模擬)
デジタルアマチュアテレビ (模擬)
アマチュアテレビ (FTV-120)
無人ヘリテレ用映像送信
1MHz 幅 (BPSK) (1268.75~1293.75MHz, 10MHz 間隔)
50MHz 幅 (ガウスノイズ) (1253.75~1303.75MHz)

以下ではこれらの干渉波の詳細を示す。

3.3.1 アマチュアレピータ局の模擬信号

(1) デジタル音声

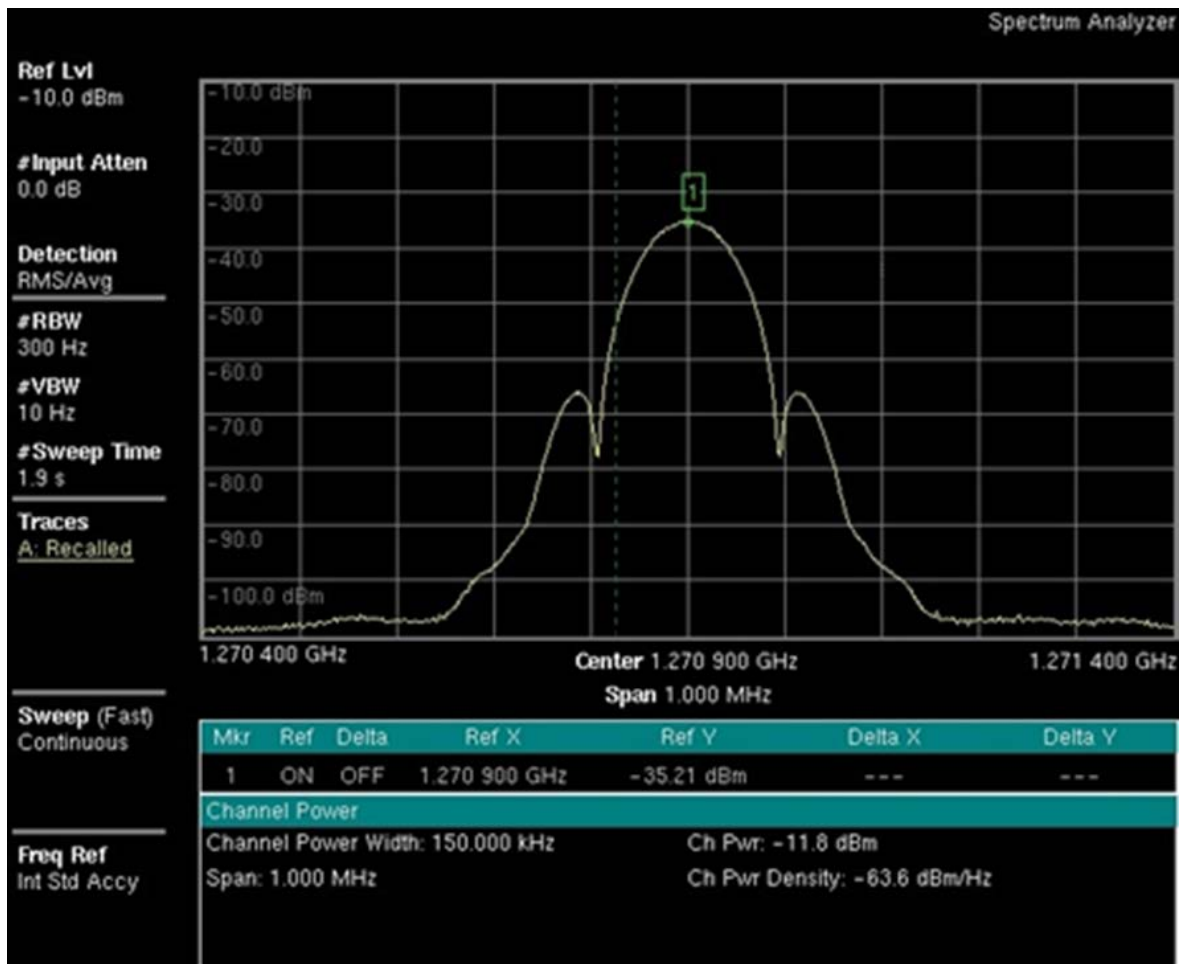
周波数	1291MHz	SPAN	50kHz
ビットレート	4.8kbps	帯域幅 (Occupied Bandwidth)	6kHz
変調	MSK	トータルパワー (Ch Power)	-11.8dBm
フィルタ	ガウシアン 0.5		



図参 1- 3-8 模擬デジタル音声の波形 (1291MHz)

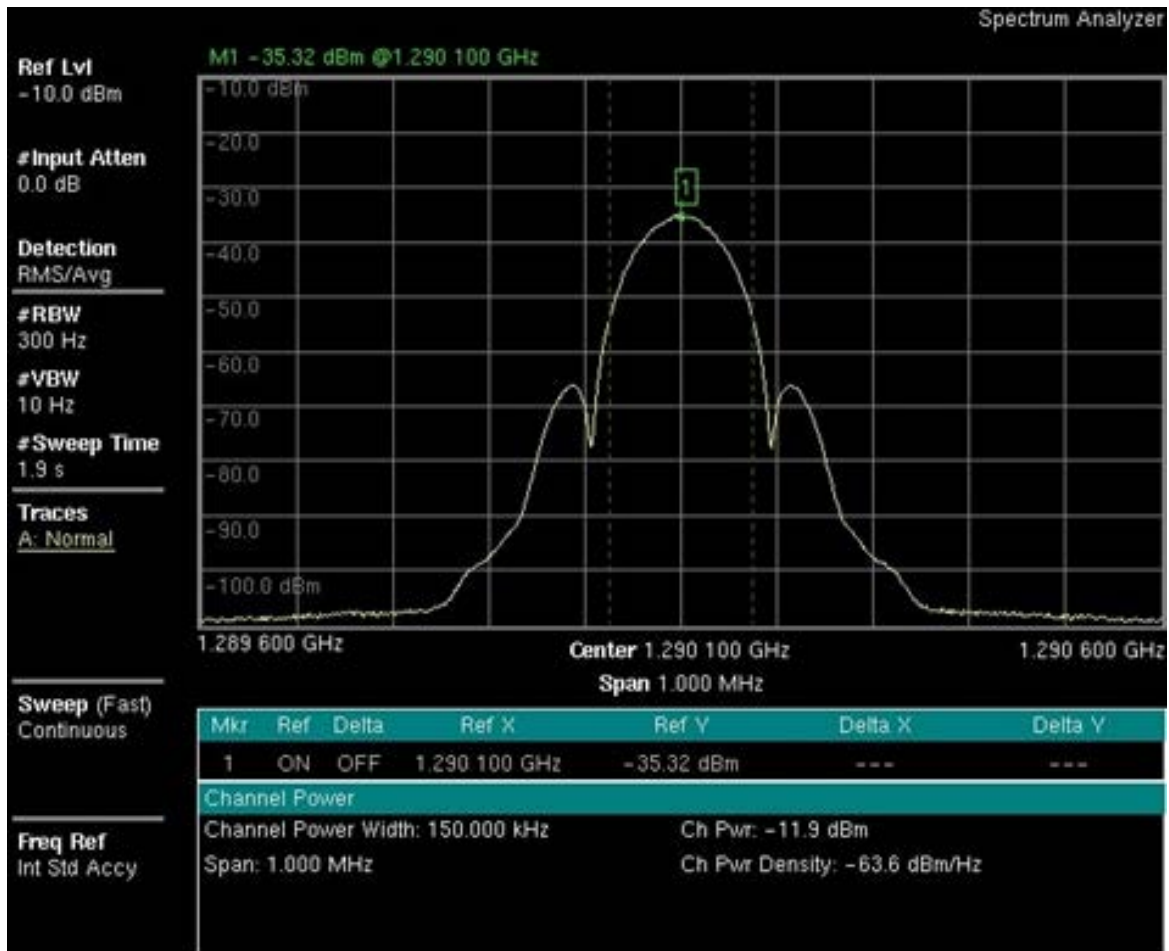
(2) デジタルデータ

周波数	1270.9MHz	SPAN	1MHz
ビットレート	128kbps	帯域幅 (Occupied Bandwidth)	150kHz
変調	MSK	トータルパワー (Ch Power)	-11.8dBm
フィルタ	ガウシアン 0.5		



図参 1- 3-9 模擬デジタルデータの波形 (1270.9MHz)

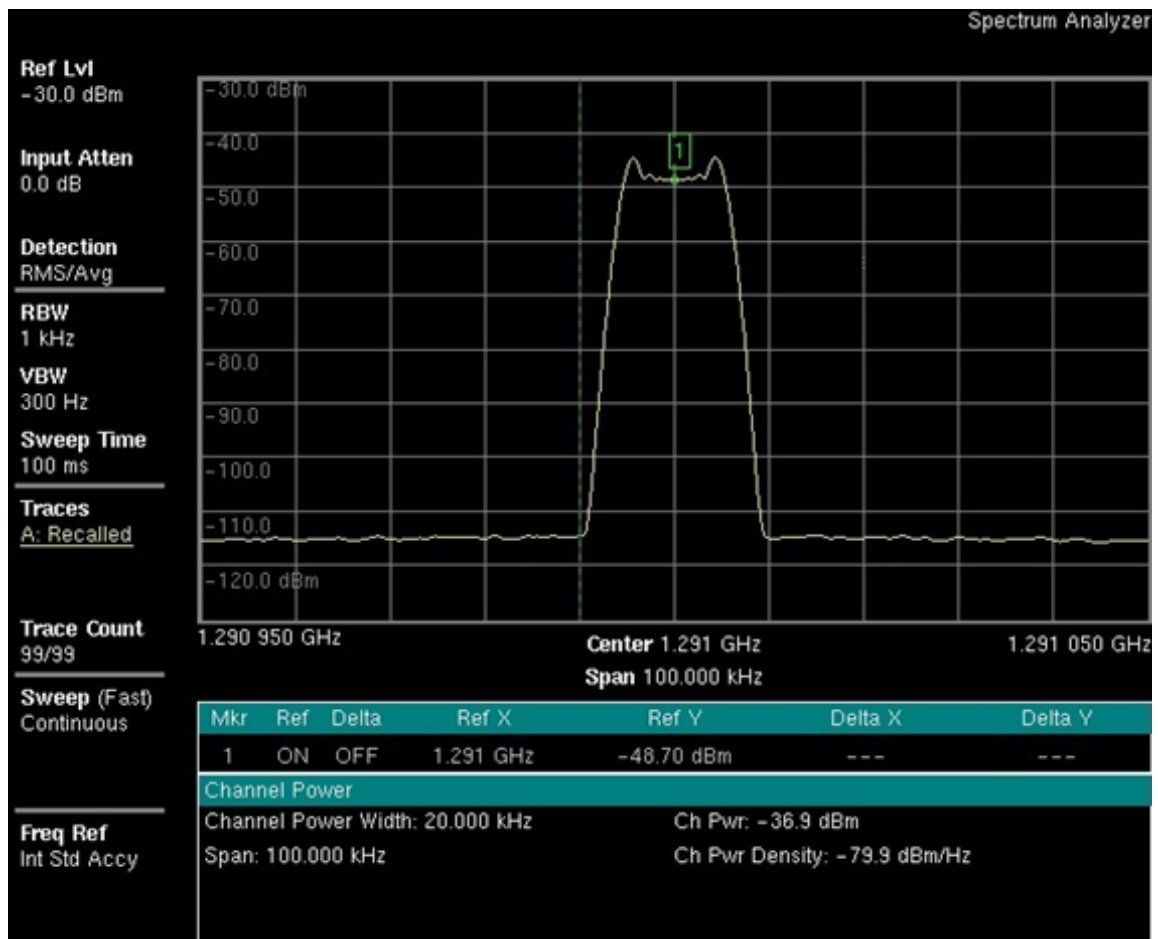
周波数	1290.1MHz	SPAN	1MHz
ビットレート	128kbps	帯域幅 (Occupied Bandwidth)	150kHz
変調	MSK	トータルパワー (Ch Power)	-11.9dBm
フィルタ	ガウシアン 0.5		



図参 1- 3-10 模擬デジタルデータの波形 (1290.1MHz)

(3) アナログ音声

周波数	1291MHz	SPAN	100kHz
変調	NFM	帯域幅 (Occupied Bandwidth)	20kHz
周波数偏移	5kHz	トータルパワー (Ch Power)	-36.9dBm
変調周波数	400Hz		

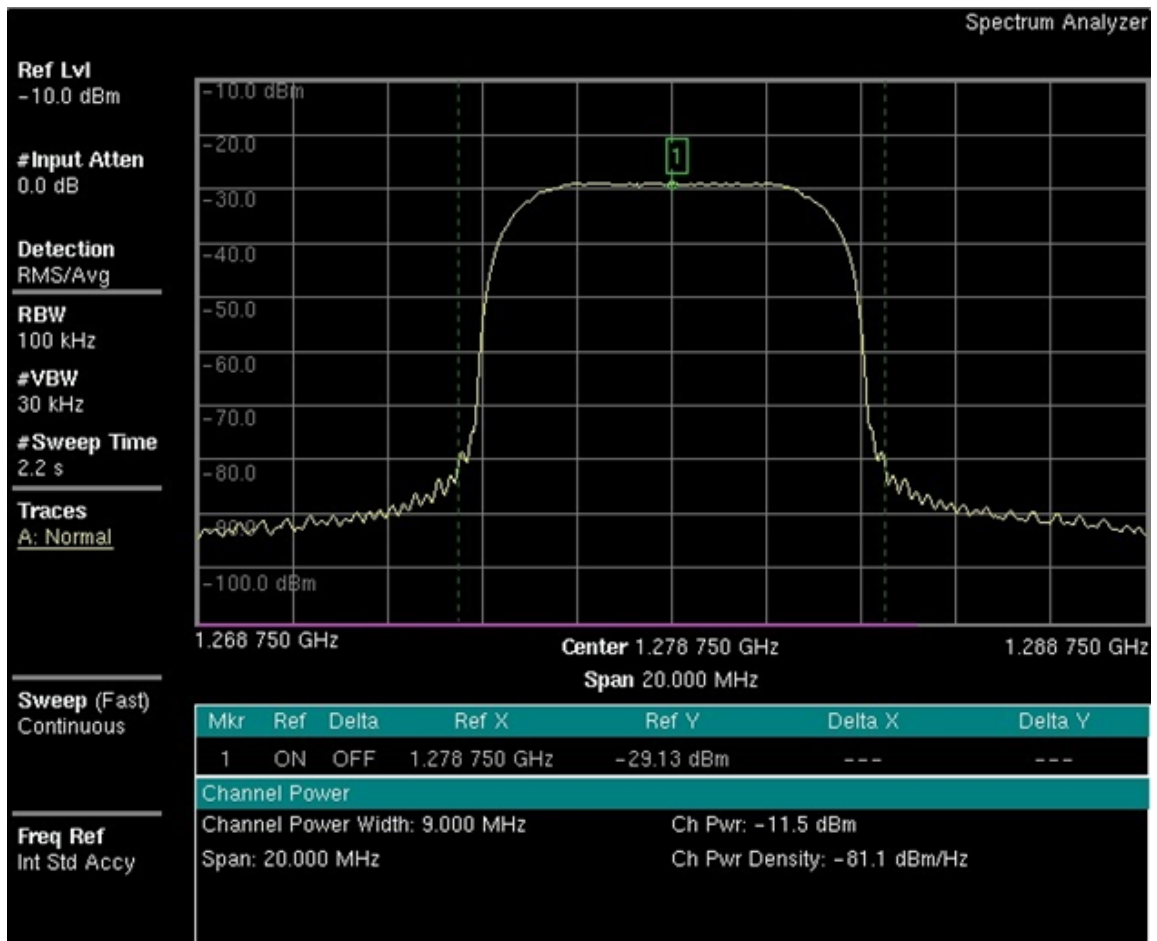


図参 1- 3-11 模擬アナログレピータ局の波形 (1291MHz)

3.3.2 アマチュアテレビ

(1) デジタル (模擬)

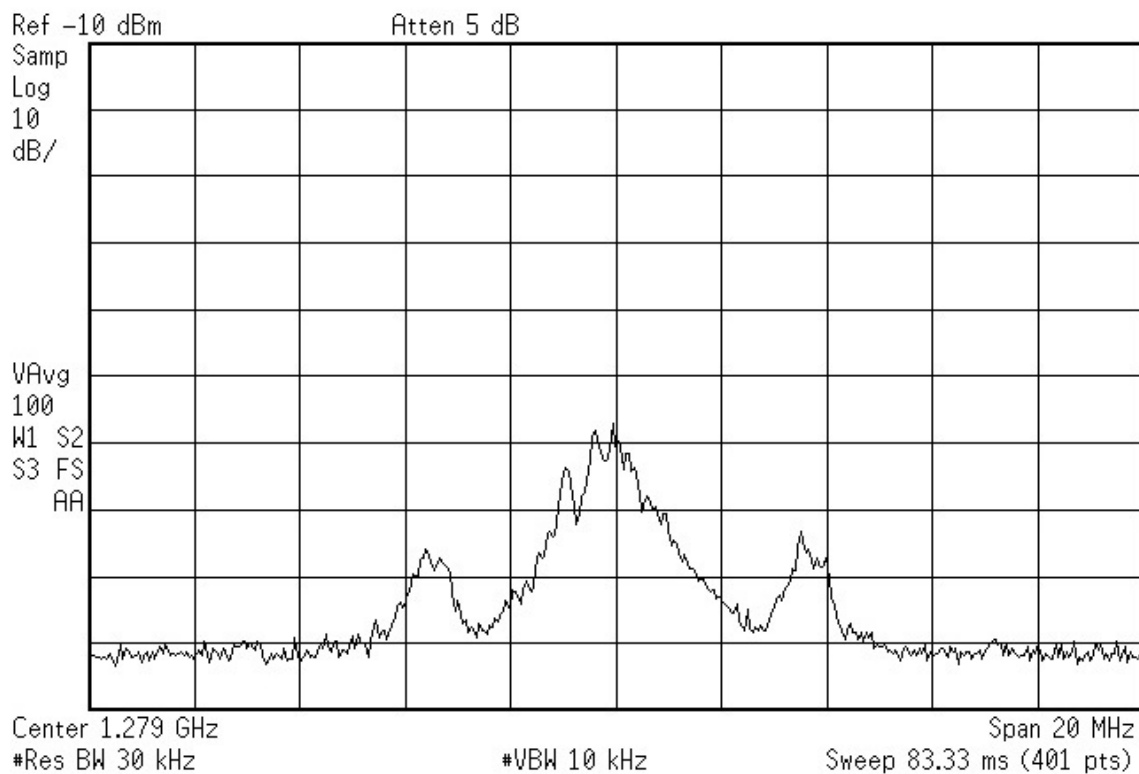
周波数	1278.751MHz	SPAN	20MHz
変調	QPSK	帯域幅 (Occupied Bandwidth)	9MHz
ビットレート	6MHz	トータルパワー (Ch Power)	-11.5dBm
フィルタ	ルートナイキスト 0.35		



図参 1- 3-12 模擬デジタル ATV の波形

(2) アナログ (FTV-120)

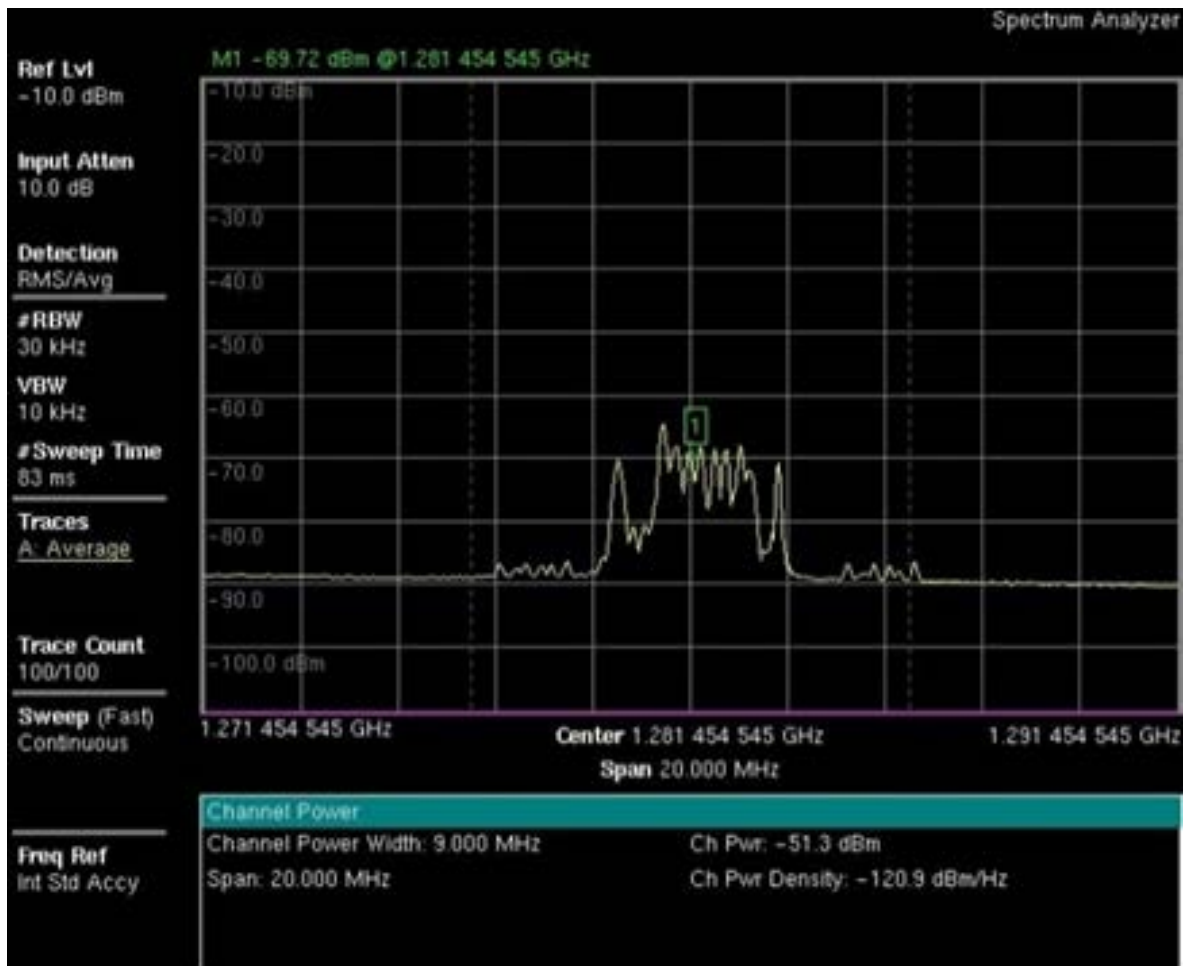
変調方式	可変リアクタンス周波数変調	SPAN	20MHz
映像ソース	カラーバー	帯域幅 (Occupied Bandwidth)	9MHz
		トータルパワー (Ch Power)	-47.8dBm



図参 1- 3-13 アナログ ATV (実機) の波形

3.3.3 無人ヘリテレ用映像送信

電波形式	F3F アナログ単一チャンネル	SPAN	20MHz
映像ソース	カラーバー	帯域幅 (Occupied Bandwidth)	9MHz
		トータルパワー (Ch Power)	-51.3dBm

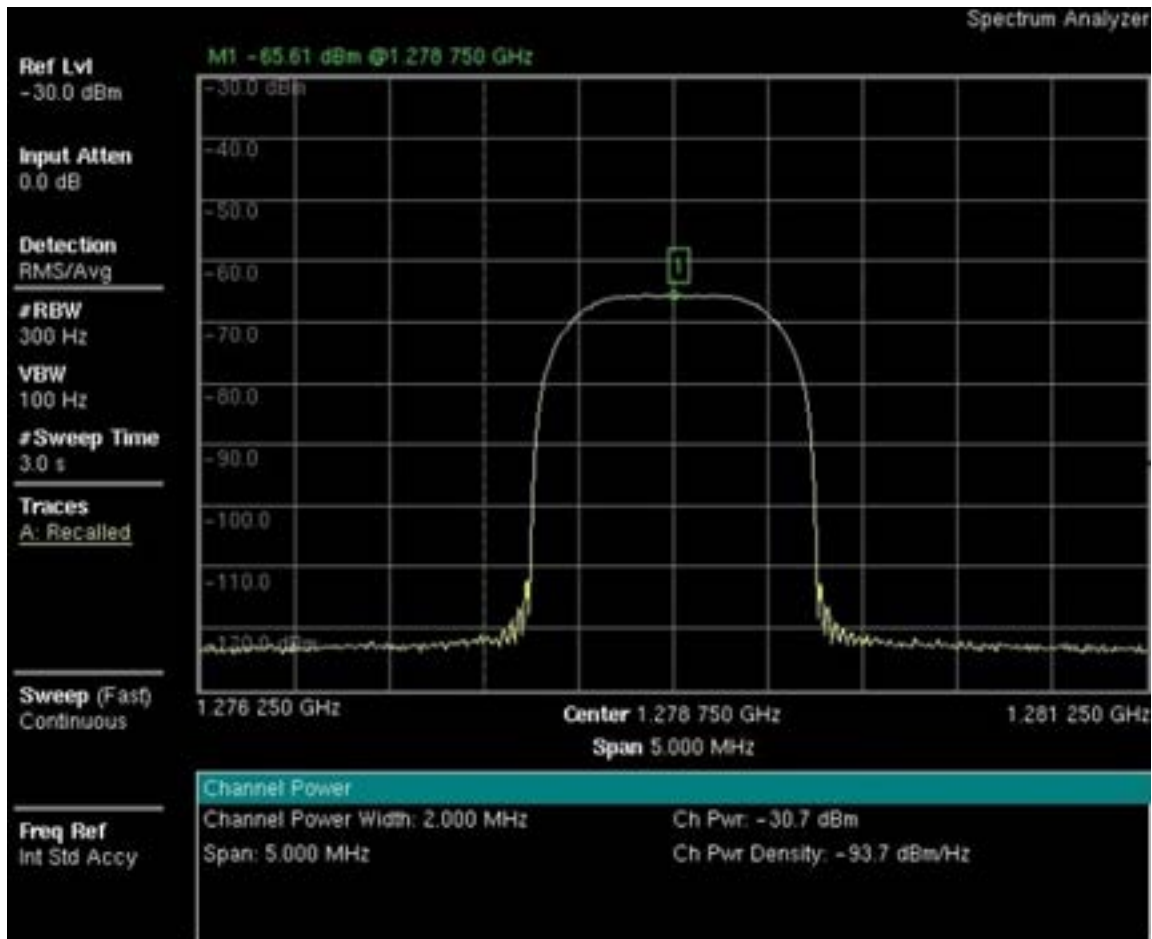


図参 1- 3-14 無人ヘリテレ用映像送信機（実機）の波形

3.3.4 ITU-R 対応

(1) 1 MHz

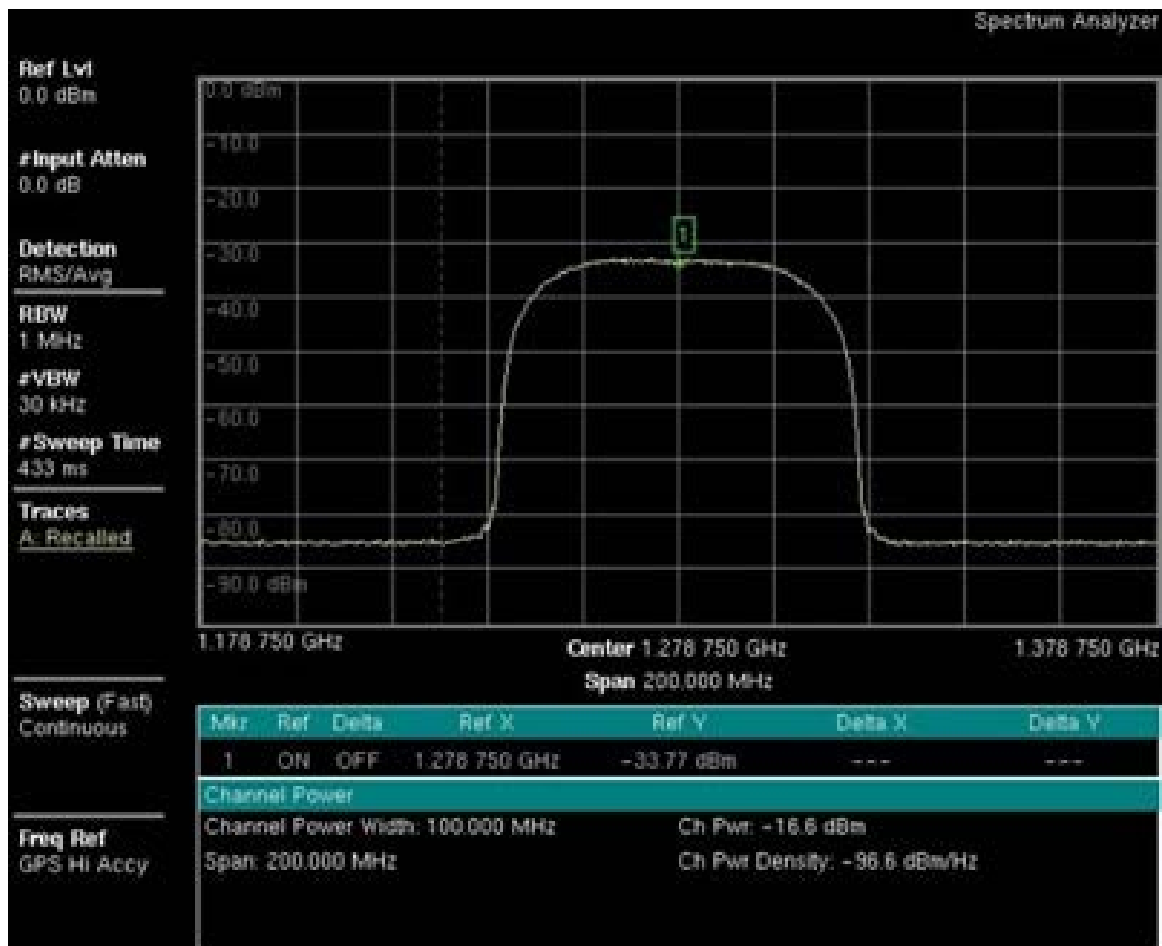
周波数	1278.751MHz	SPAN	20MHz
変調	BPSK	帯域幅 (Occupied Bandwidth)	9MHz
ビットレート	1MHz	トータルパワー (Ch Power)	-51.3dBm
フィルタ	ルートナイキスト 0.35		



図参 1- 3-15 1MHz 幅干渉波 (BPSK) の波形

(2) 50MHz

周波数	1278.751MHz	SPAN	200MHz
変調	BPSK	帯域幅 (Occupied Bandwidth)	100MHz
ビットレート	50MHz	トータルパワー (Ch Power)	-16.6dBm
フィルタ	ルートナイキスト 0.5		

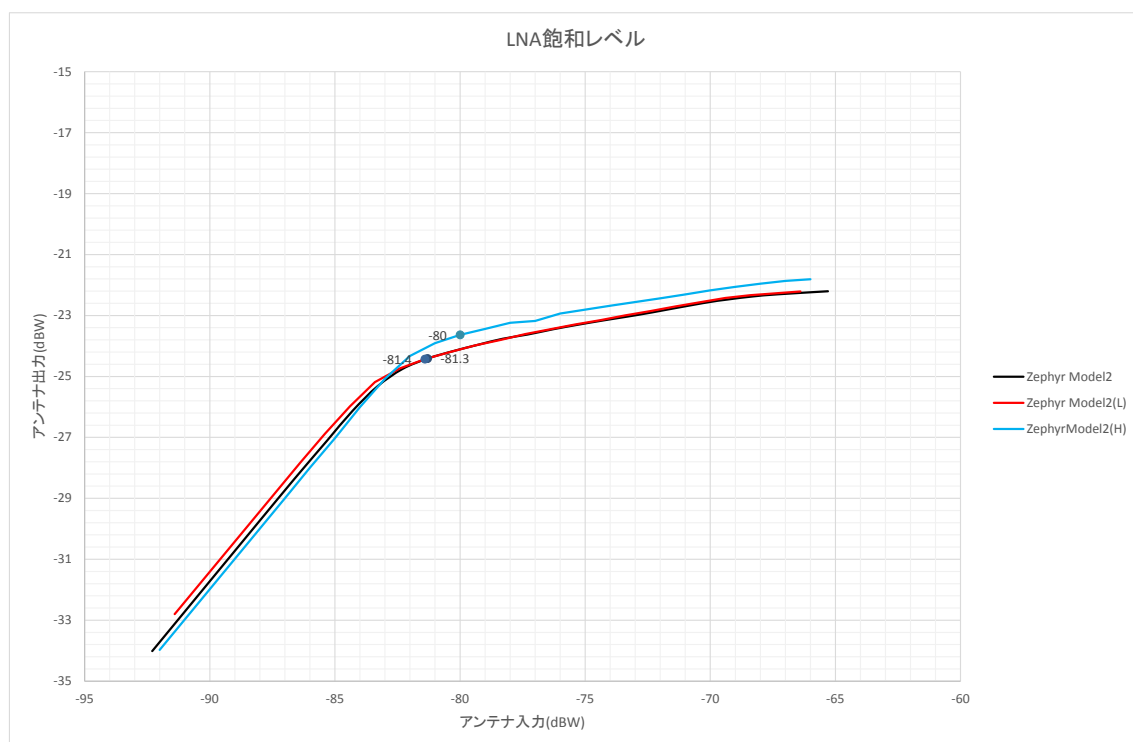


図参 1- 3-16 50MHz 幅干渉波 (BPSK) の波形

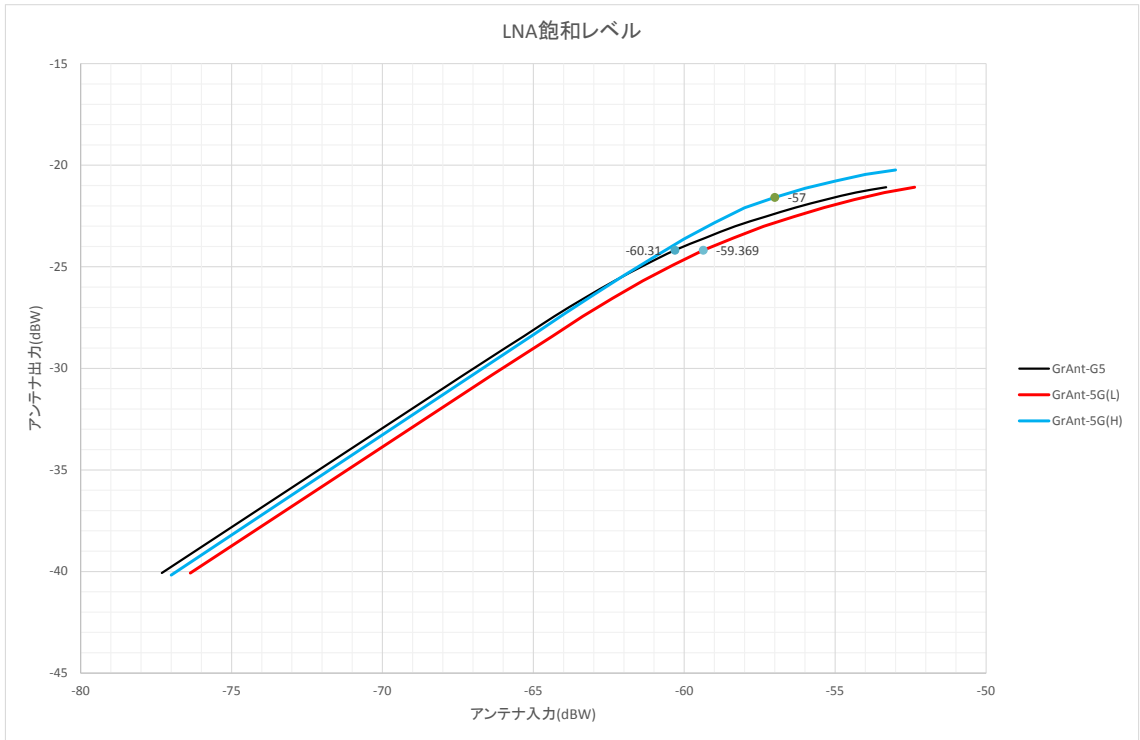
4 測定試験結果

4.1 LNA 飽和特性

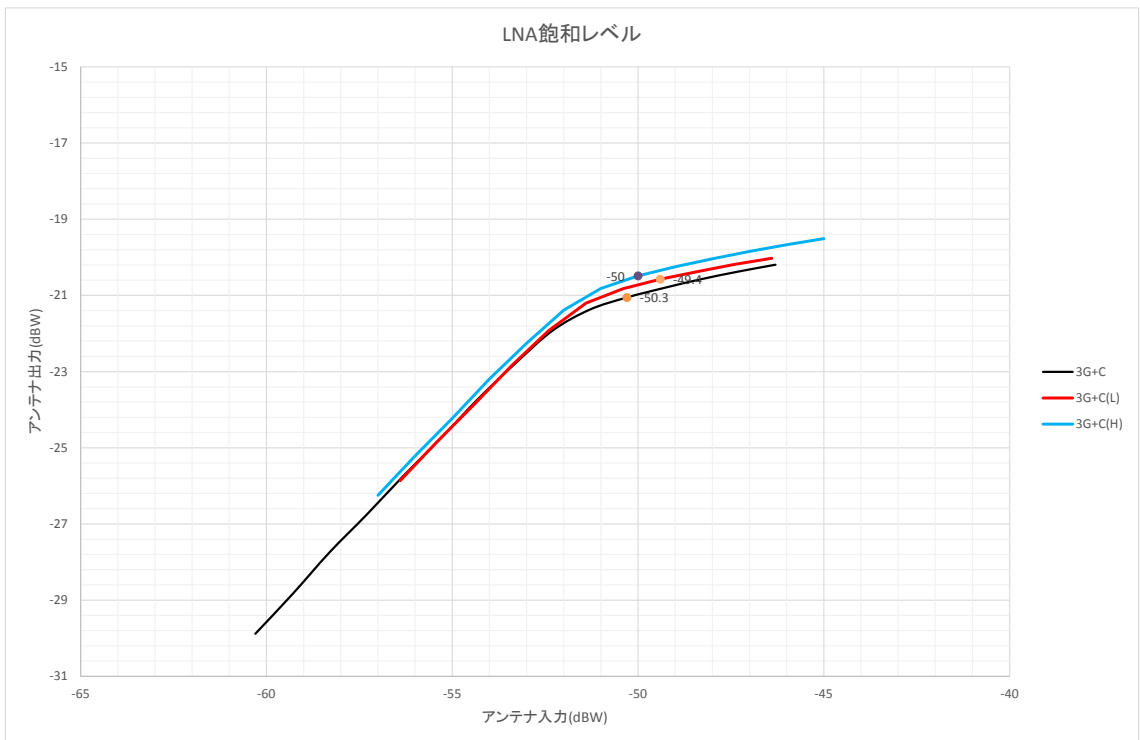
試験を行った4種類のアンテナのLNA飽和特性を図参1-4-1～図参1-4-4に示す。また、それぞれのゲイン（アンテナ+LNA）を表参1-4-1に、1dB圧縮ポイントを表参1-4-2に示す。



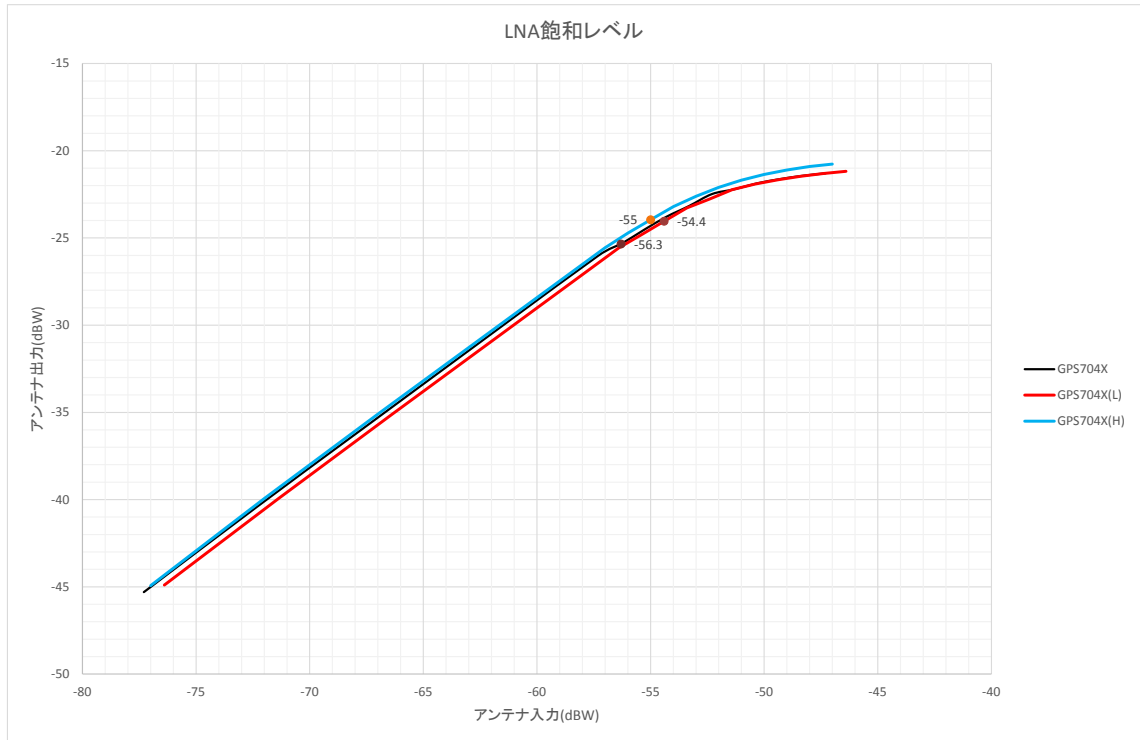
図参1-4-1 Trimble社製Zephyr Model2



図参 1- 4-2 JAVAD 社製 GrAnt-G5 の LNA 飽和特性



図参 1- 4-3 navXperience 社製 3G+C



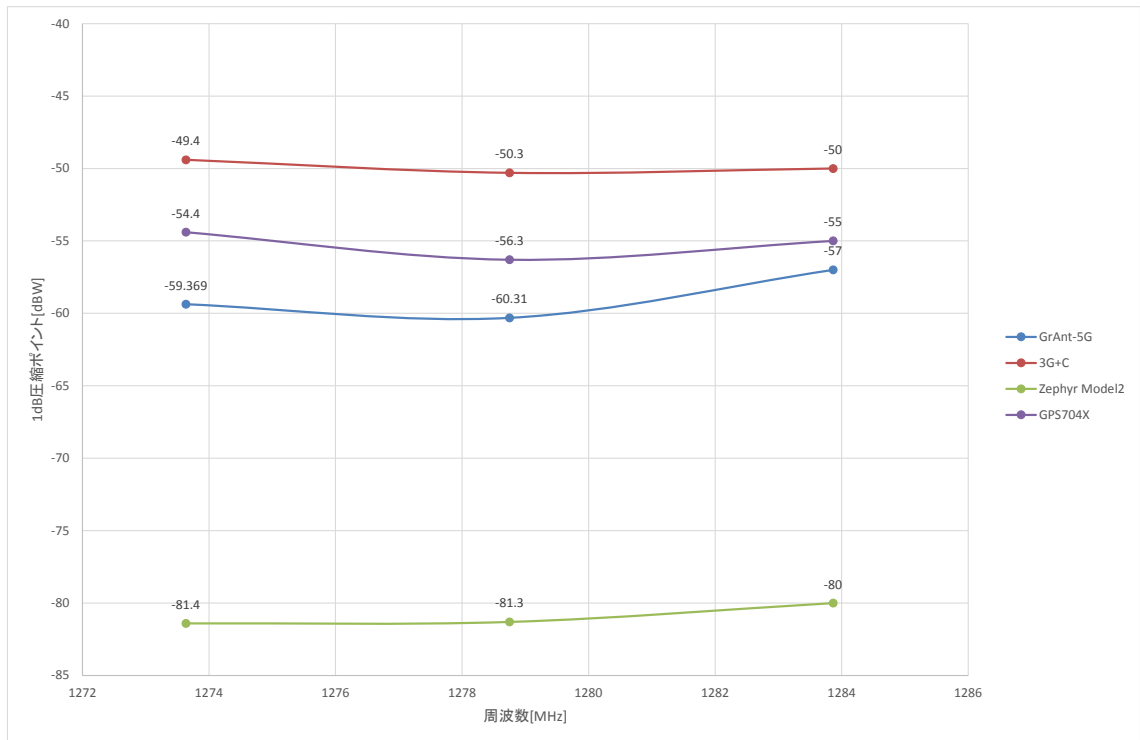
図参 1- 4-4 NovAtel 社製 GPS704X

表参 1- 4-1 各アンテナのゲイン (dB)

周波数(MHz)	GrAnt-5G	3G+C	Zephyr Model12	GPS704X
1273.635	36.5	30.7	57.8	31.8
1278.75	36.8	30.5	58.1	31.7
1283.87	35.9	30.4	58.3	31.1

表参 1- 4-2 1dB 圧縮ポイント (dBW)

周波数(MHz)	GrAnt-5G	3G+C	Zephyr Model12	GPS704X
1273.635	-59.4	-49.4	-81.4	-54.4
1278.75	-60.3	-50.3	-81.3	-56.3
1283.87	-57.0	-50.0	-8.0	-55.0



図参 1- 4-5 1dB 圧縮ポイントの比較

4.2 許容干渉レベル

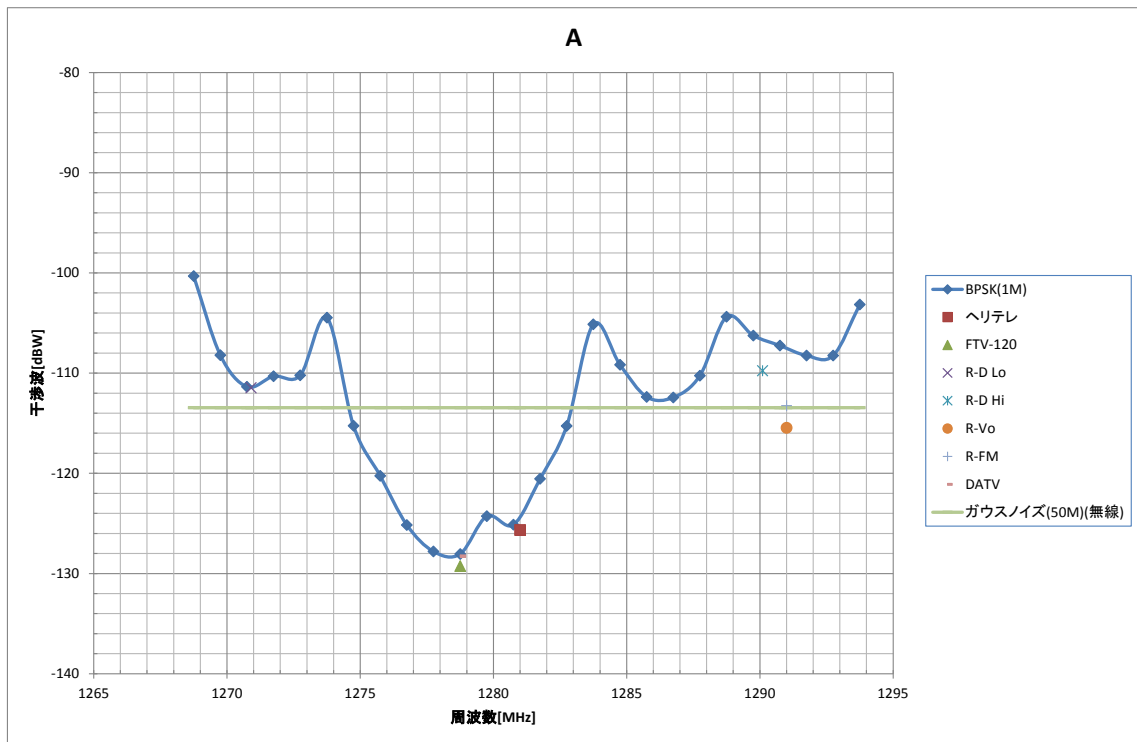
試験を行った 3 社の許容干渉レベル測定結果を以下に示す。なお、グラフの凡例は表参 1- 4-3 を意味している。また試験では干渉波の電力 [dBW] を測定しているが、1MHz 幅の干渉波及び 50MHz 幅の干渉波のグラフでは 1MHz 当たりの電力 [dBW/MHz] で表現している。

表参 1- 4-3 グラフ凡例と対応する干渉源

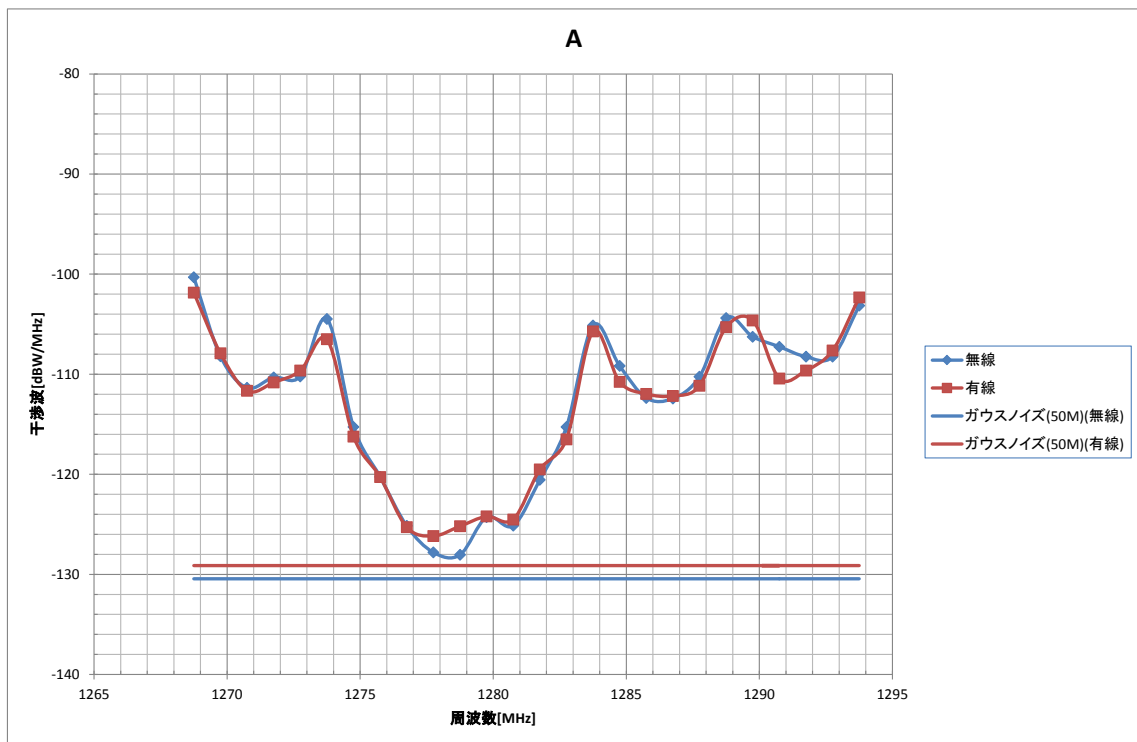
凡例	対応する干渉源
BPSK (1MHz)	1MHz 幅の干渉波
ヘリテレ	無人ヘリテレ用映像送信機
FTV-120	アナログアマチュアテレビ FTV-120
R-D Lo	アマチュアレピータ局デジタルデータ
R-D Hi	アマチュアレピータ局デジタルデータ
R-Vo	アマチュアレピータ局デジタル音声
R-FM	アマチュアレピータ局アナログ
DATV	デジタルアマチュアテレビ
ガウスノイズ (50M)	50MHz 幅の干渉波

4.2.1 A 社製測位受信機

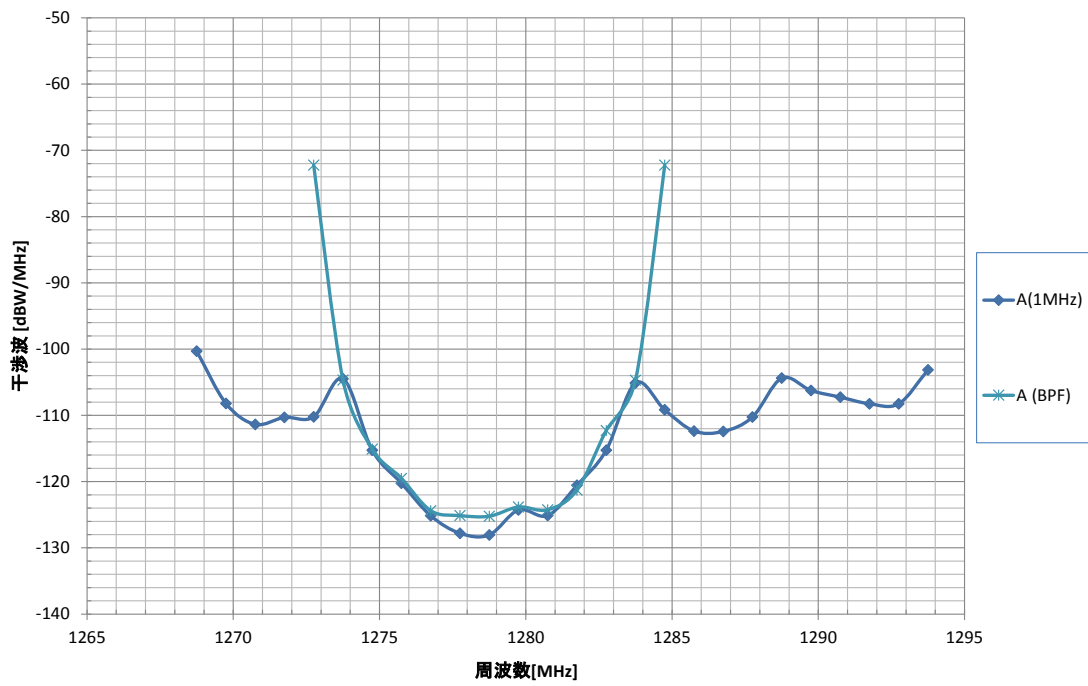
A 社製測位受信機での試験結果を図参 1- 4-6～図参 1- 4-10 に示す。



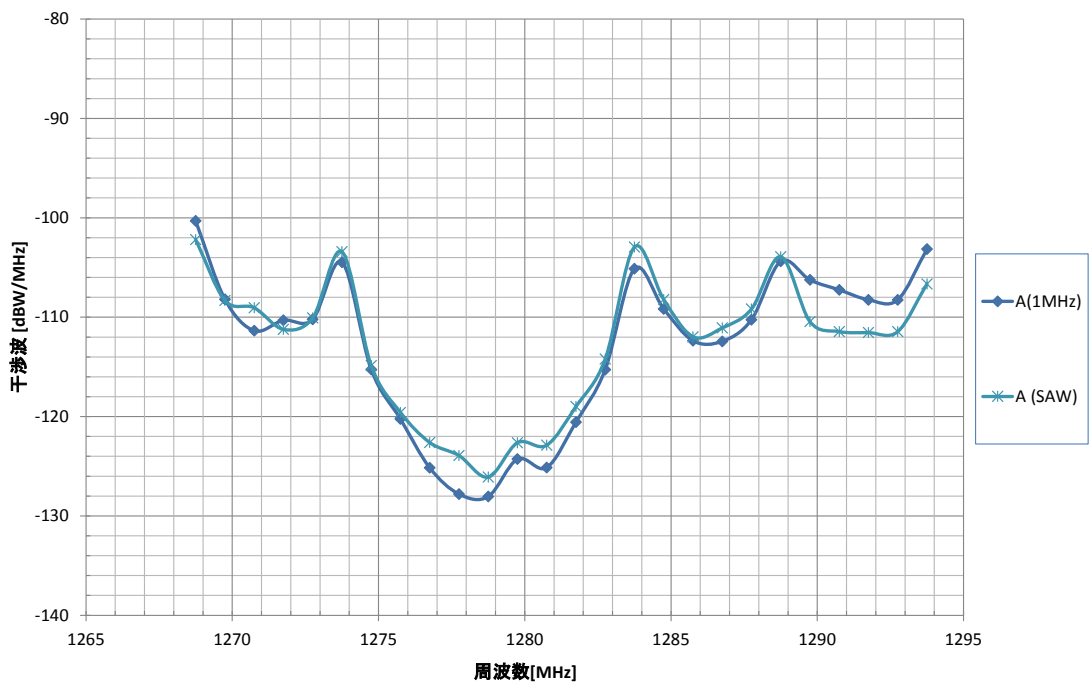
図参 1- 4-6 許容干渉レベル



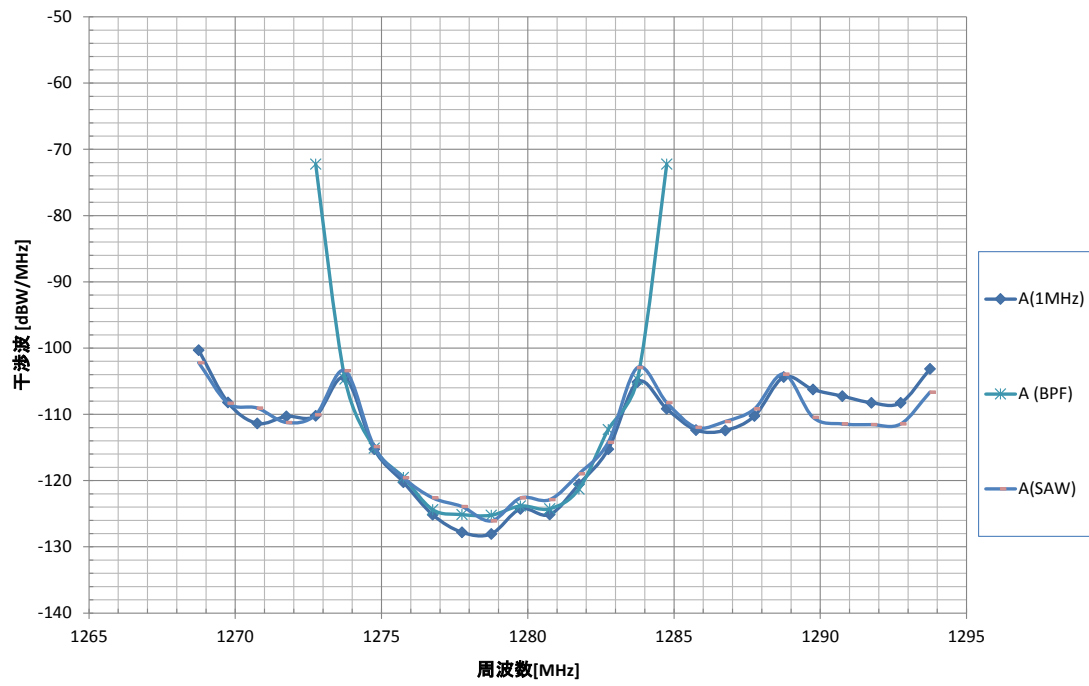
図参 1- 4-7 無線、有線の比較 (1MHz 及び 50MHz 帯幅)



図参 1- 4-8 30dB Filter の効果



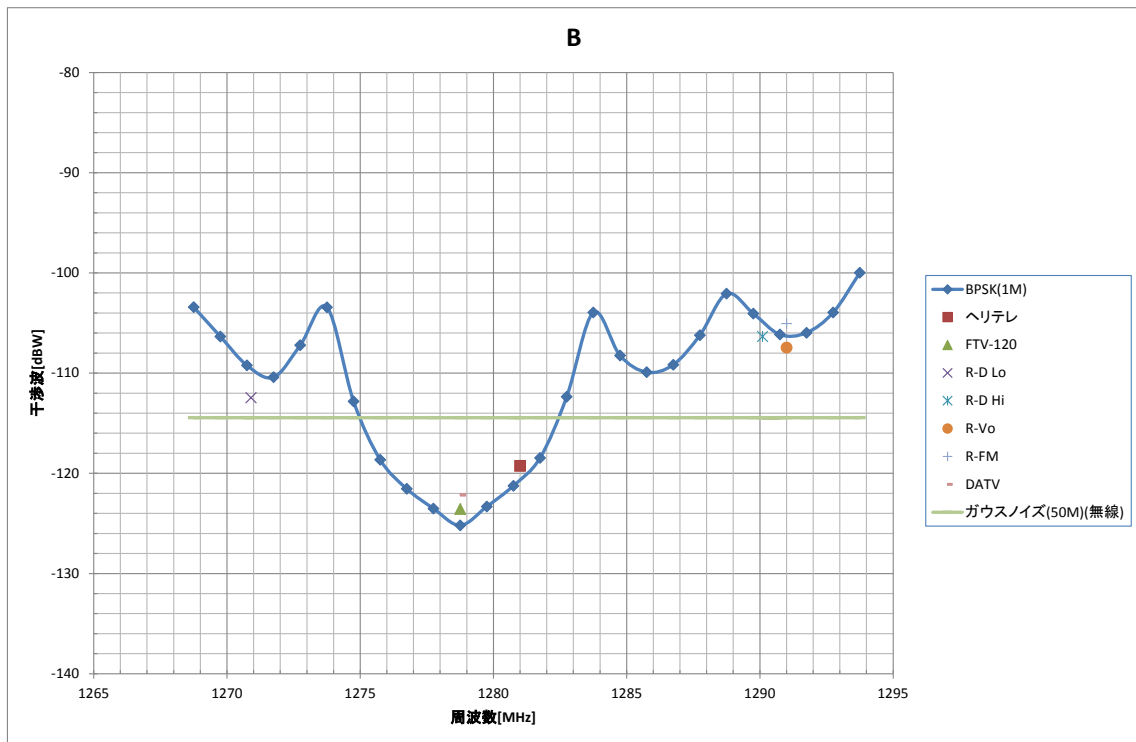
図参 1- 4-9 SAW フィルタの効果



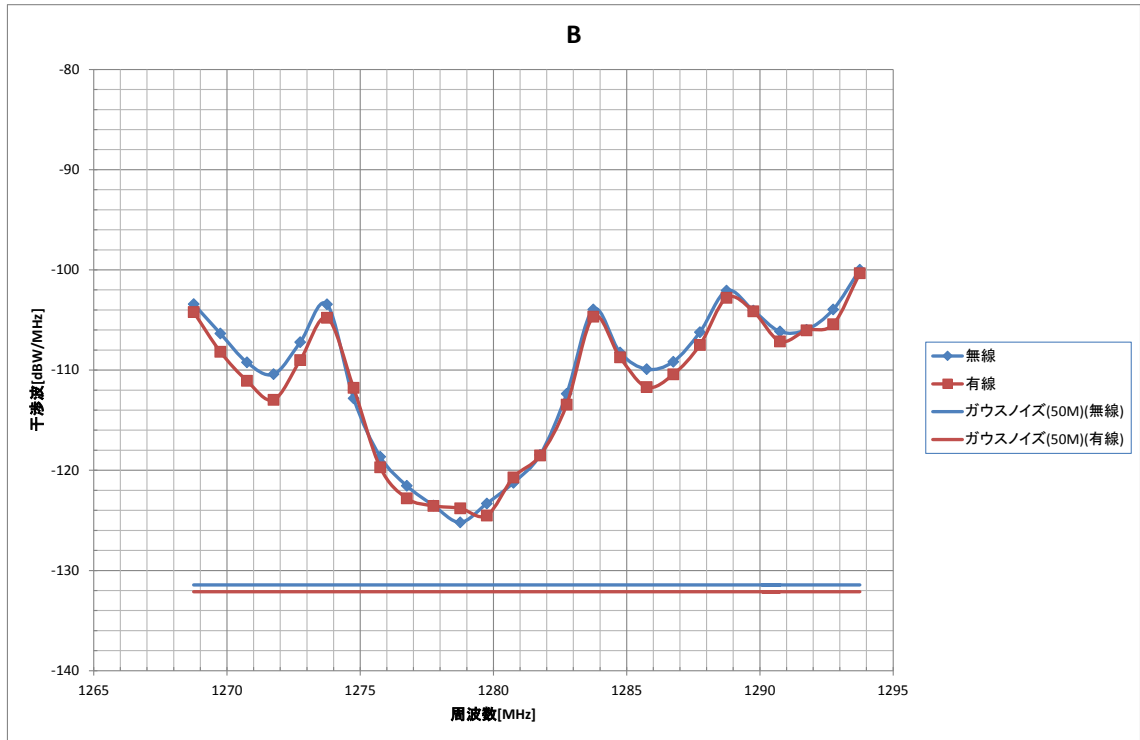
図参 1- 4-10 フィルタ効果の比較

4.2.2 B 社製測位受信機

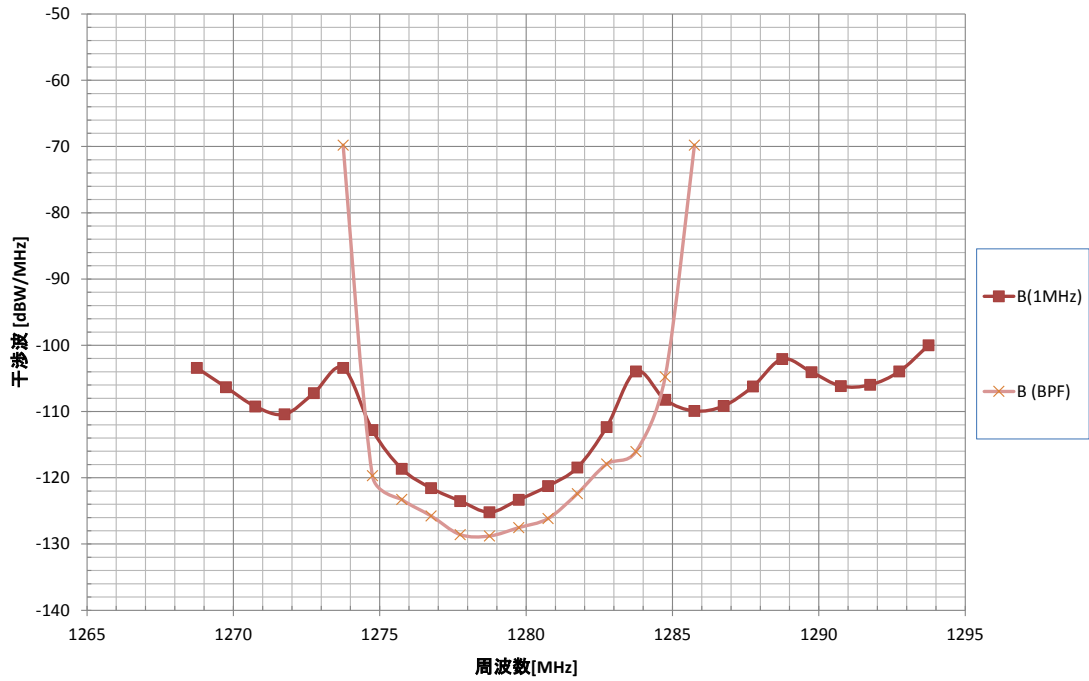
B 社製測位受信機での試験結果を図参 1- 4-11～図参 1- 4-15 に示す。



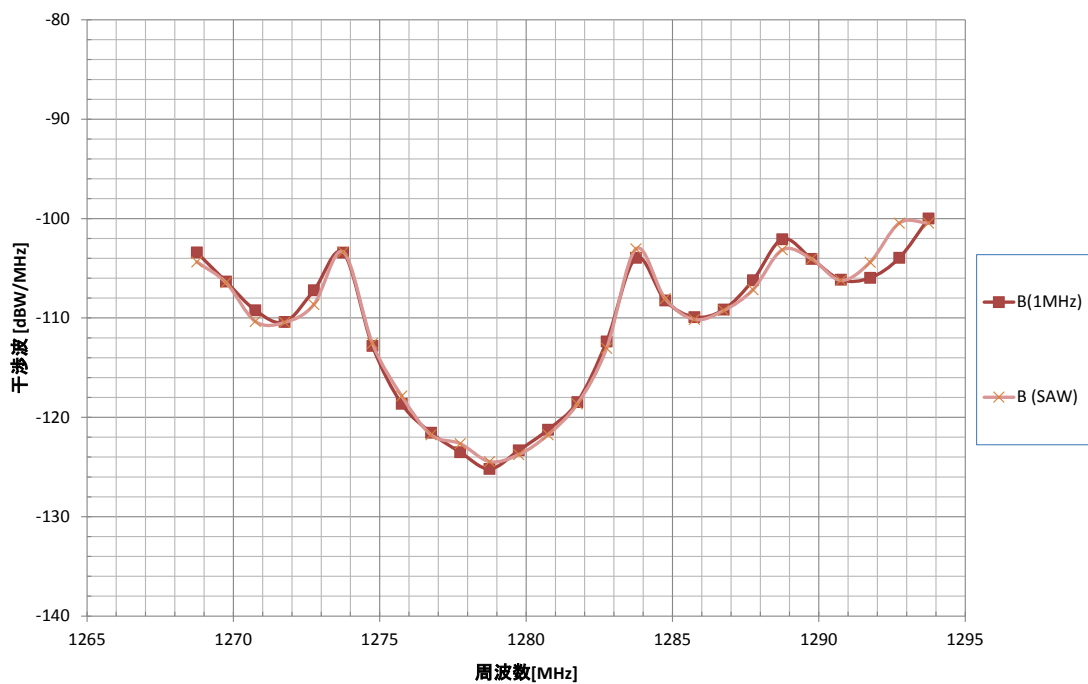
図参 1- 4-11 許容干渉レベル



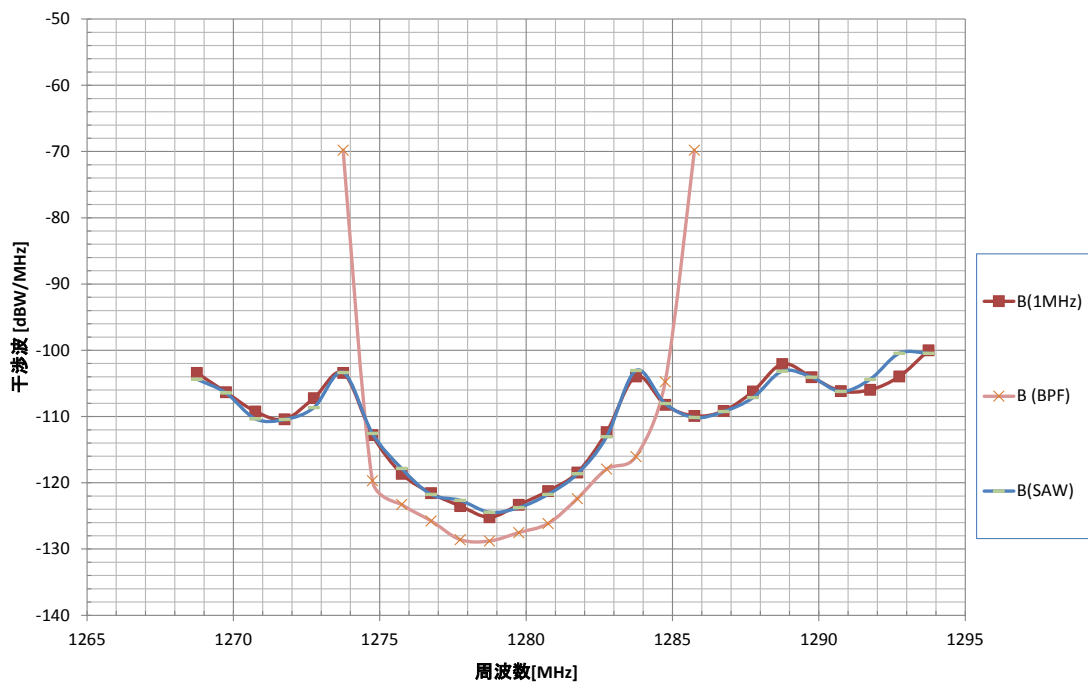
図参 1- 4-12 無線、有線の比較 (1MHz 及び 50MHz 帯幅)



図参 1- 4-13 30dB Filter の効果



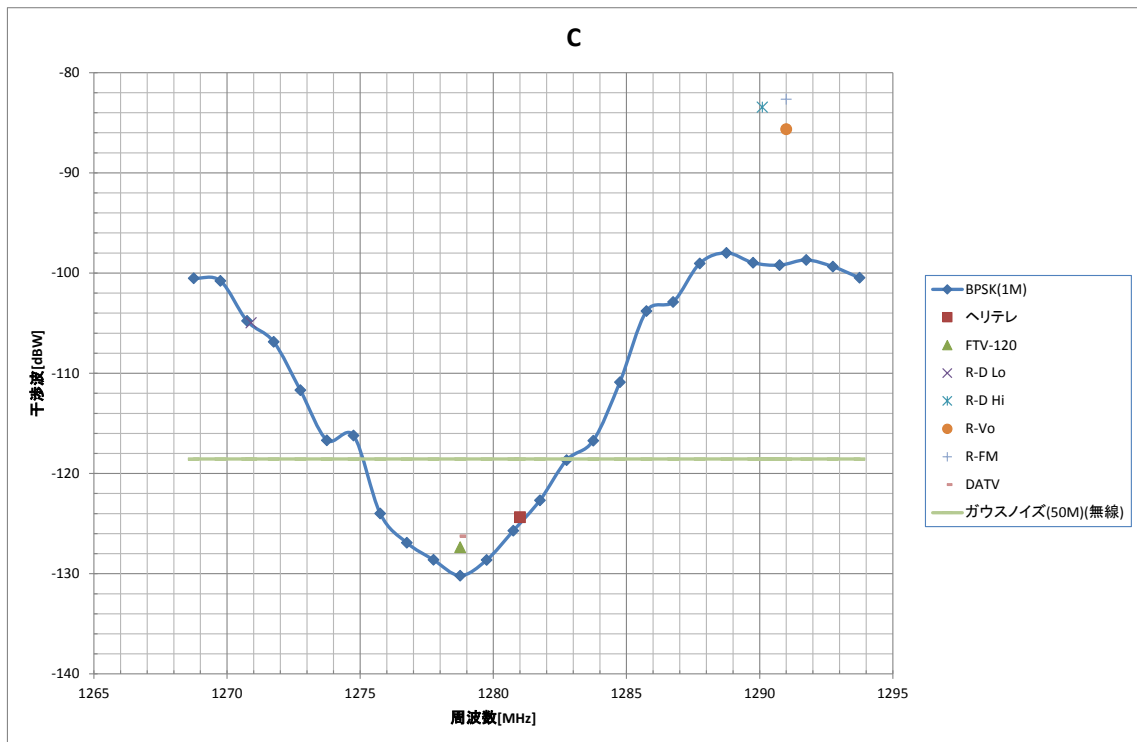
図参 1- 4-14 SAW フィルタの効果



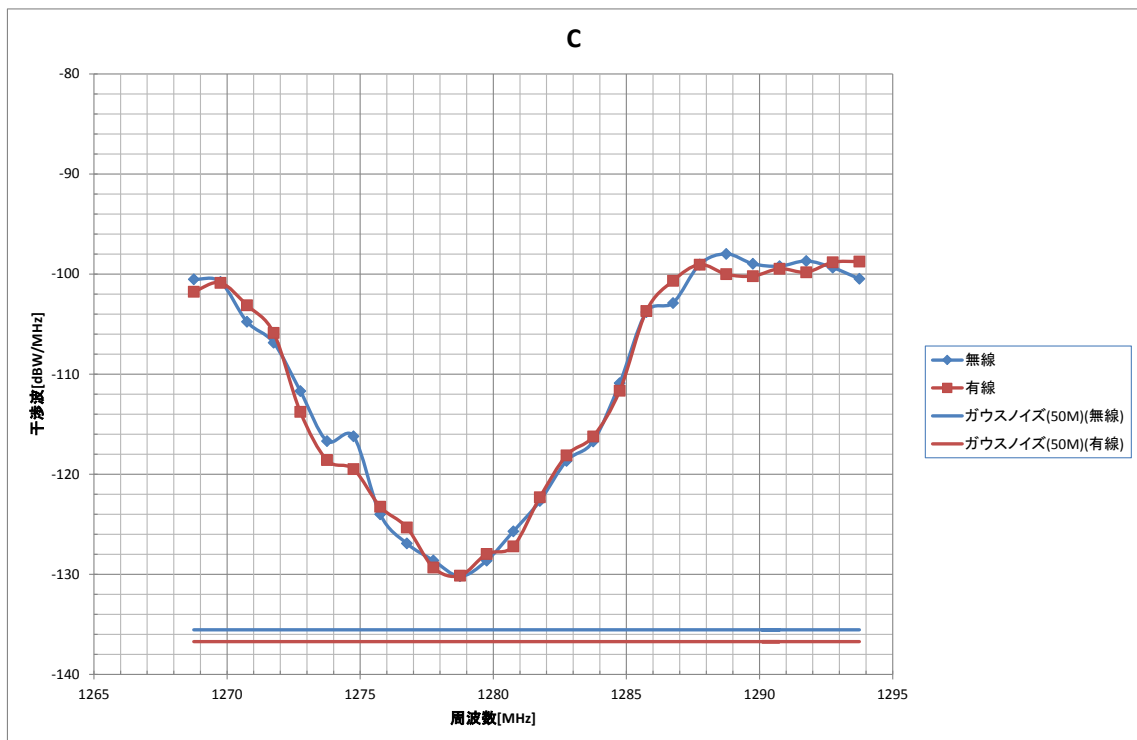
図参 1- 4-15 フィルタ効果の比較

4.2.3 C社製測位受信機

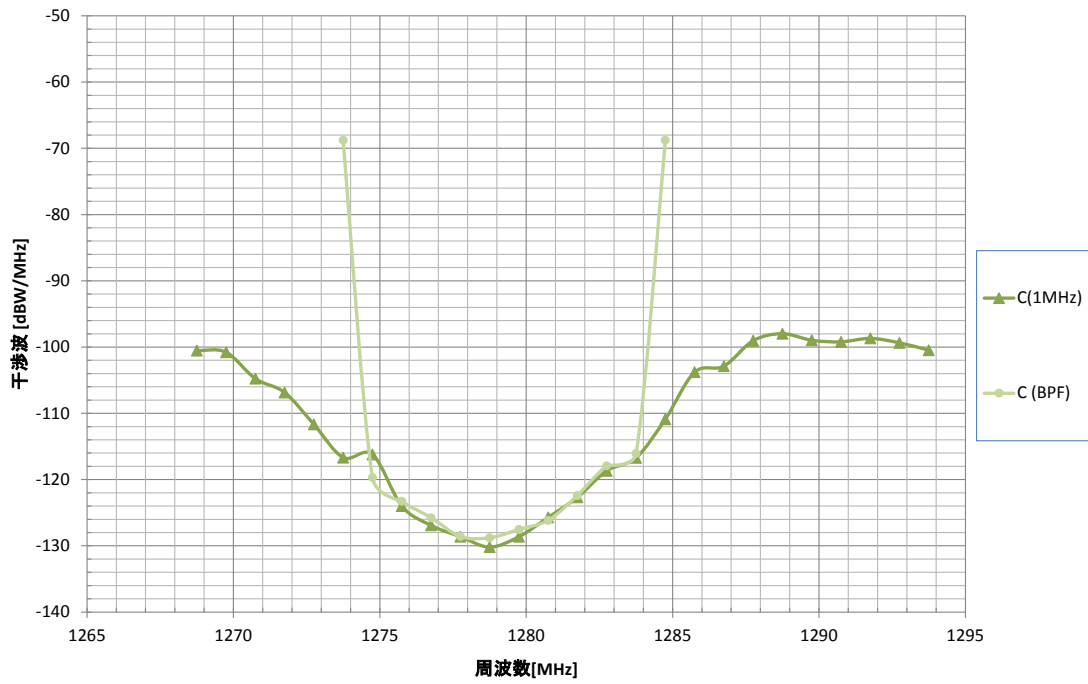
C社製測位受信機での試験結果を図参1-4-16～図参1-4-20に示す。



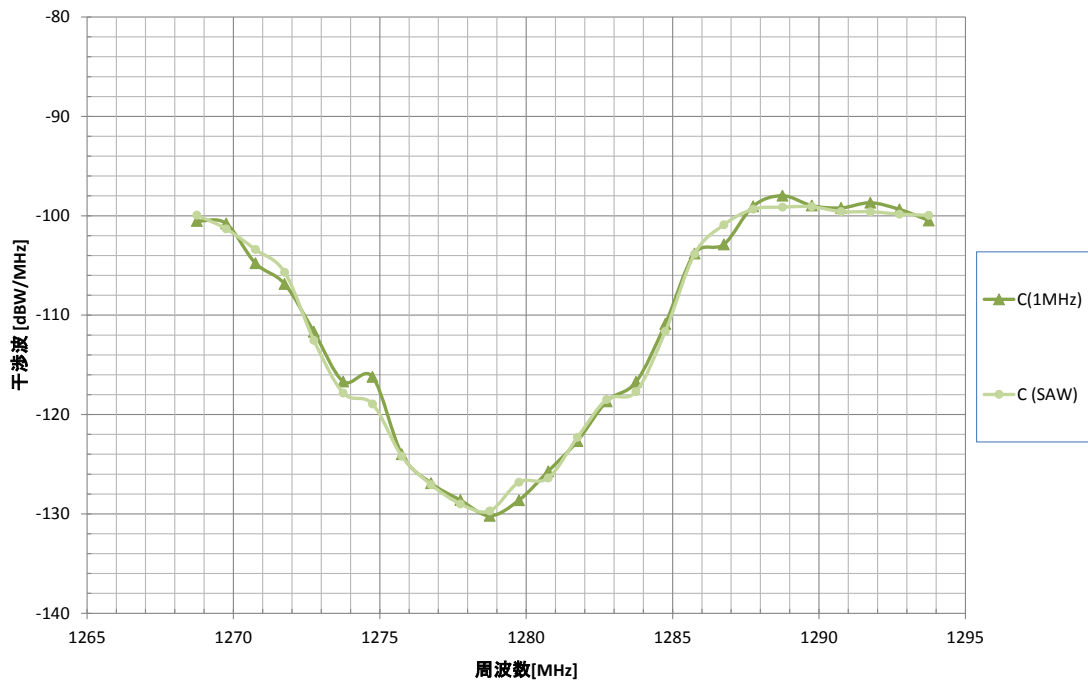
図参1-4-16 許容干渉レベル



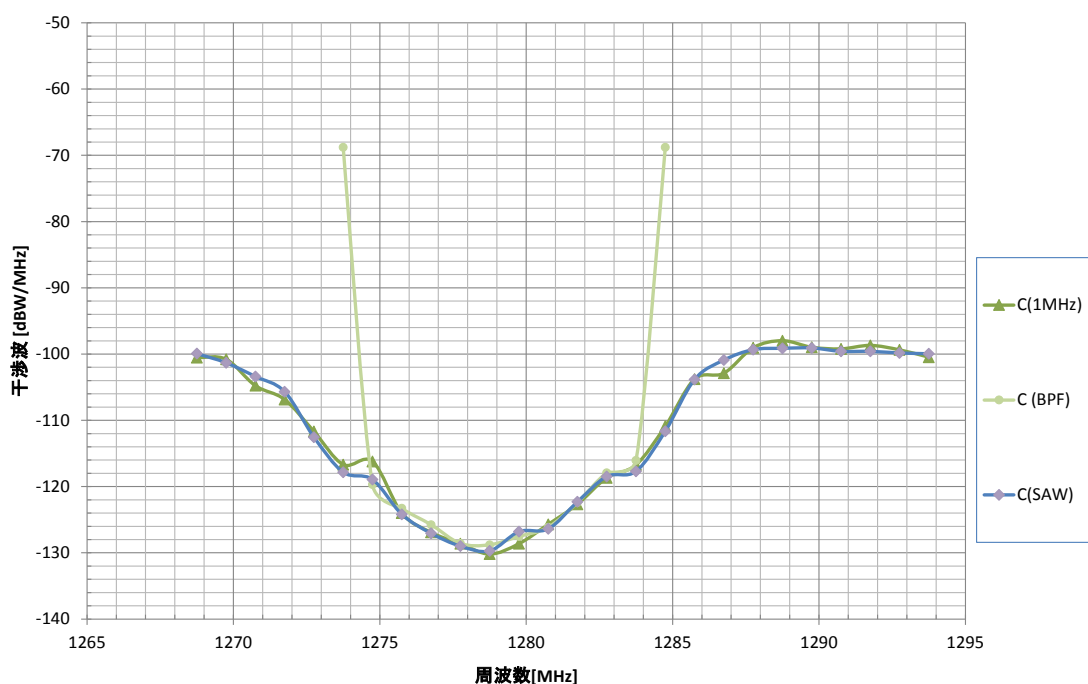
図参1-4-17 無線、有線の比較 (1MHz 及び 50MHz 帯幅)



図参 1- 4-18 30dB Filter の効果



図参 1- 4-19 SAW フィルタの効果



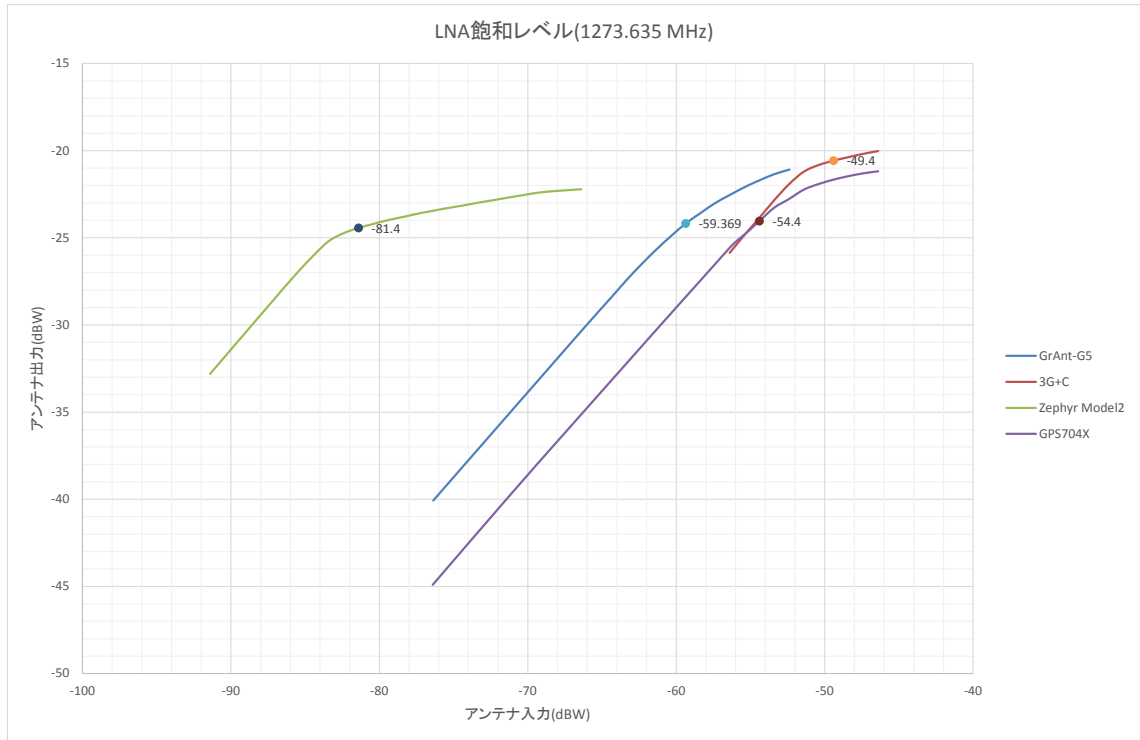
図参 1- 4-20 フィルタ効果の比較

5 解析結果

5.1 LNA 飽和特性

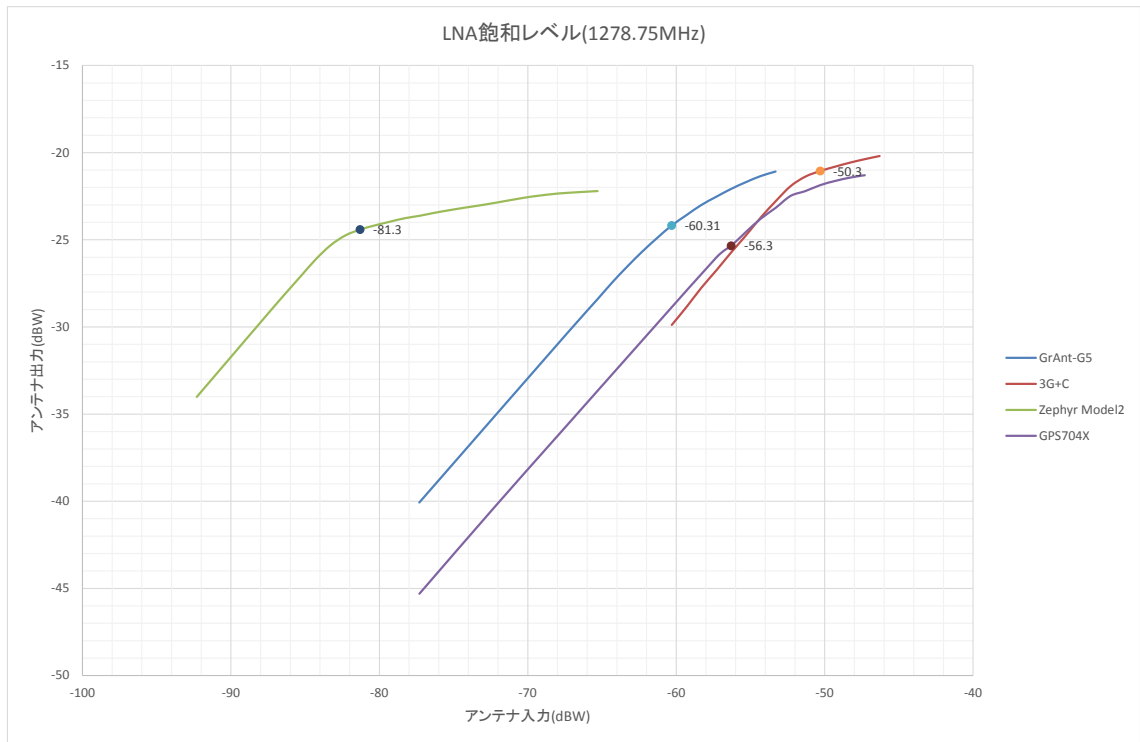
4 種類の製品について LNA 飽和レベルを測定した。その結果、4 製品のうち 3 製品が ITU-R 勧告 M. 1902 が示す受信機飽和レベルである -70dBW を上回る LNA 飽和特性を示し、1 製品が下回る LNA 飽和特性を示した (図参 1- 5-1~図参 1- 5-3 参照)。LNA 飽和レベルが -70dBW を下回った製品は他と比べゲインが高いため、LNA 飽和レベルが低くなったものと考えられる。

この試験結果より、ITU-R 勧告 M. 1902 が示す受信機飽和レベルである -70dBW を基に共用検討を行うことは妥当と考えられる。



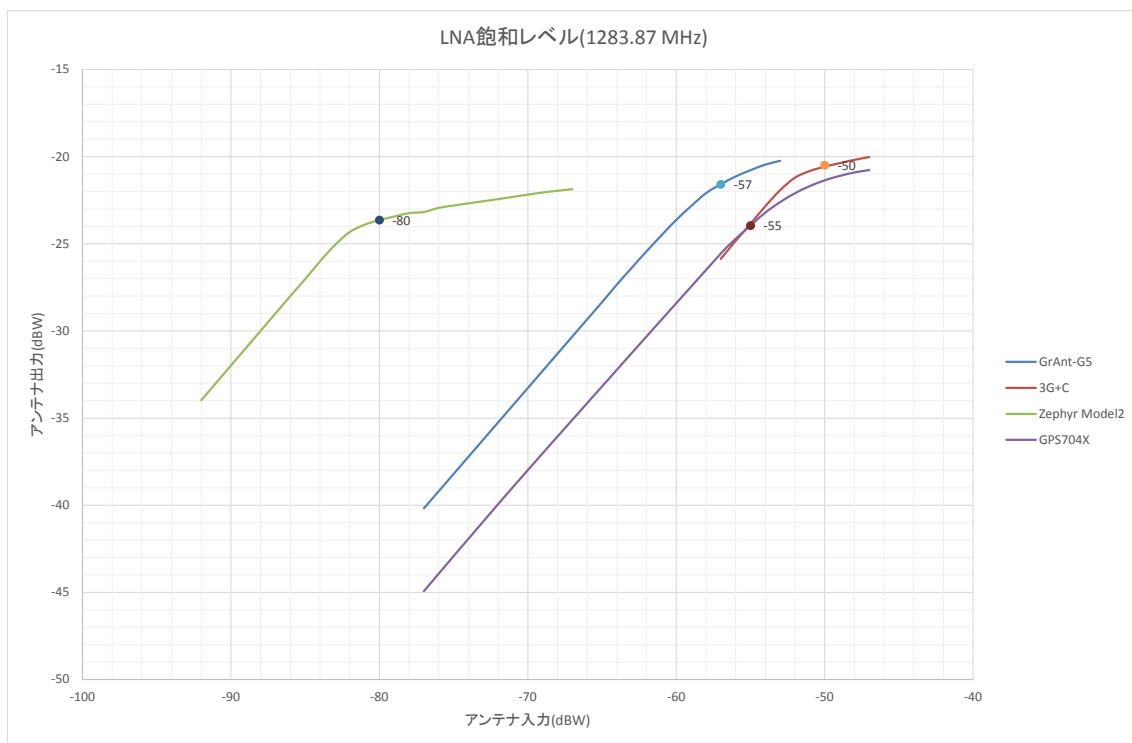
アンテナ	GrAnt-5G	3G+C	Zephyr Model2	GPS704X
ゲイン(dB)	36.5	30.7	57.8	31.8

図参 1- 5-1 LNA 飽和レベルの比較 (1273.685MHz)

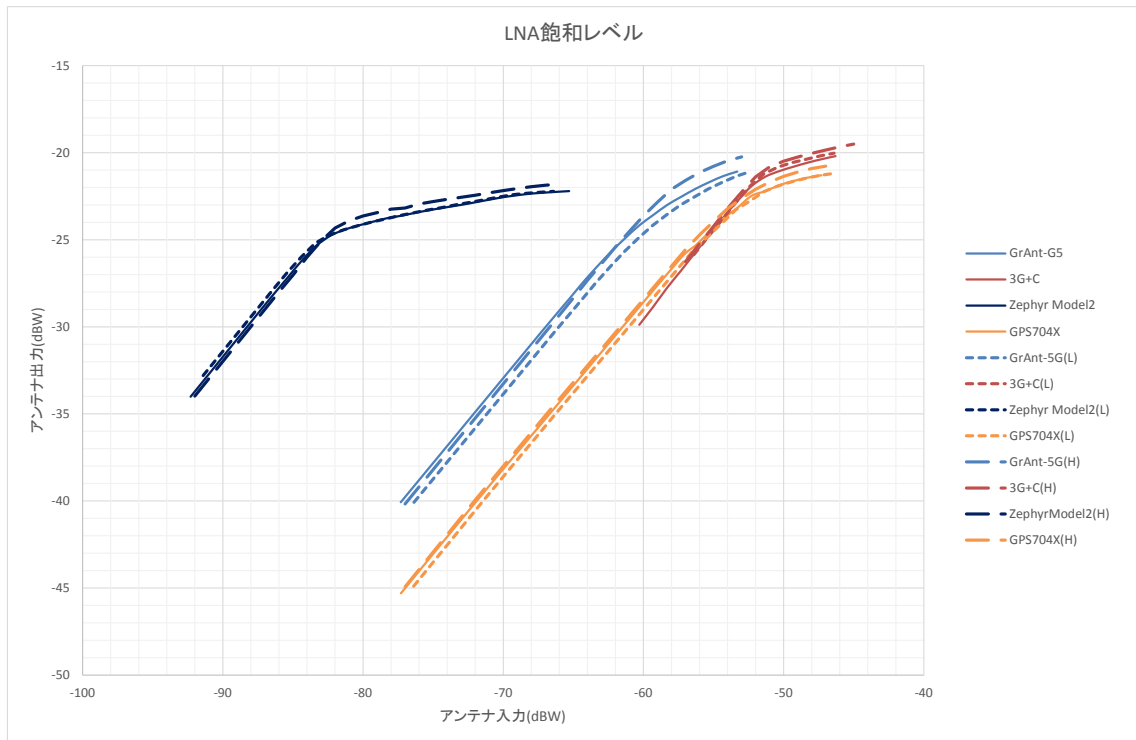


アンテナ	GrAnt-5G	3G+C	Zephyr Model2	GPS704X
ゲイン (dB)	36.8	30.5	58.1	31.7

図参 1- 5-2 LNA 飽和レベルの比較 (1278.75MHz)



図参 1- 5-3 LNA 飽和レベルの比較 (1283.87MHz)



周波数 (MHz)	ゲイン			
	GrAnt-5G	3G+C	Zephyr Model2	GPS704X
1273.635	36.5 dB	30.7 dB	57.8 dB	31.8 dB
1278.75	36.8 dB	30.5 dB	58.1 dB	31.7 dB
1283.87	35.9 dB	30.4 dB	58.3 dB	31.1 dB

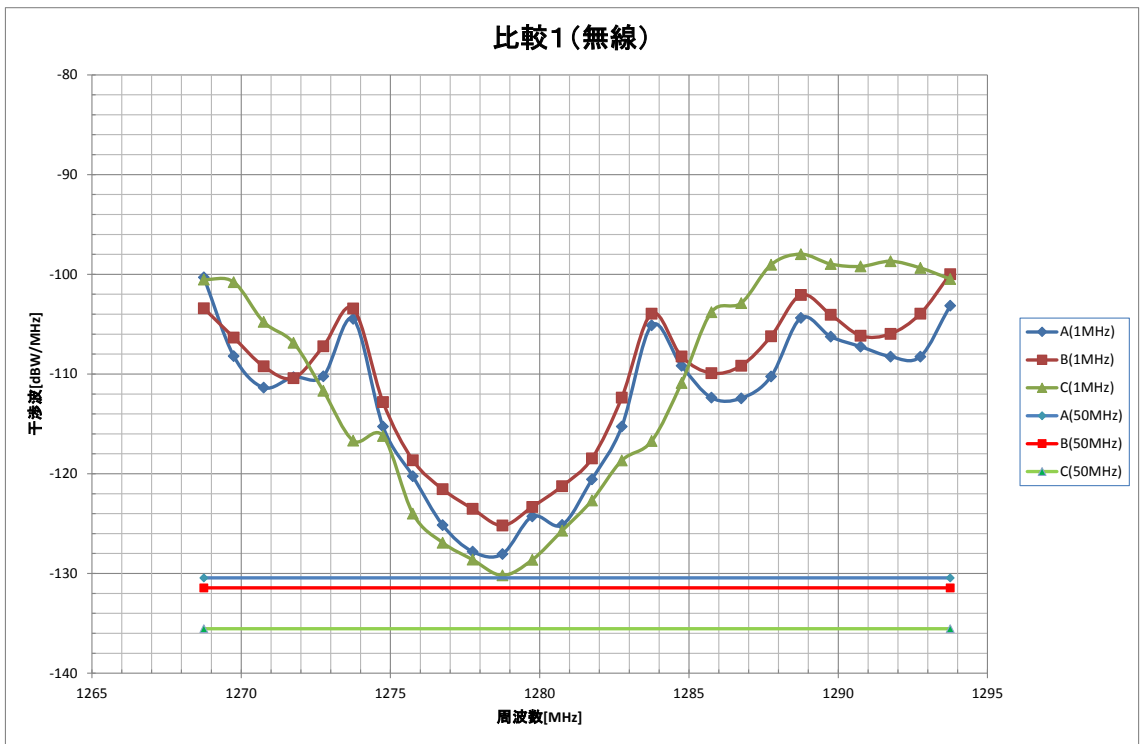
図参 1- 5-4 LNA 飽和レベルの比較

5.2 許容干渉レベル

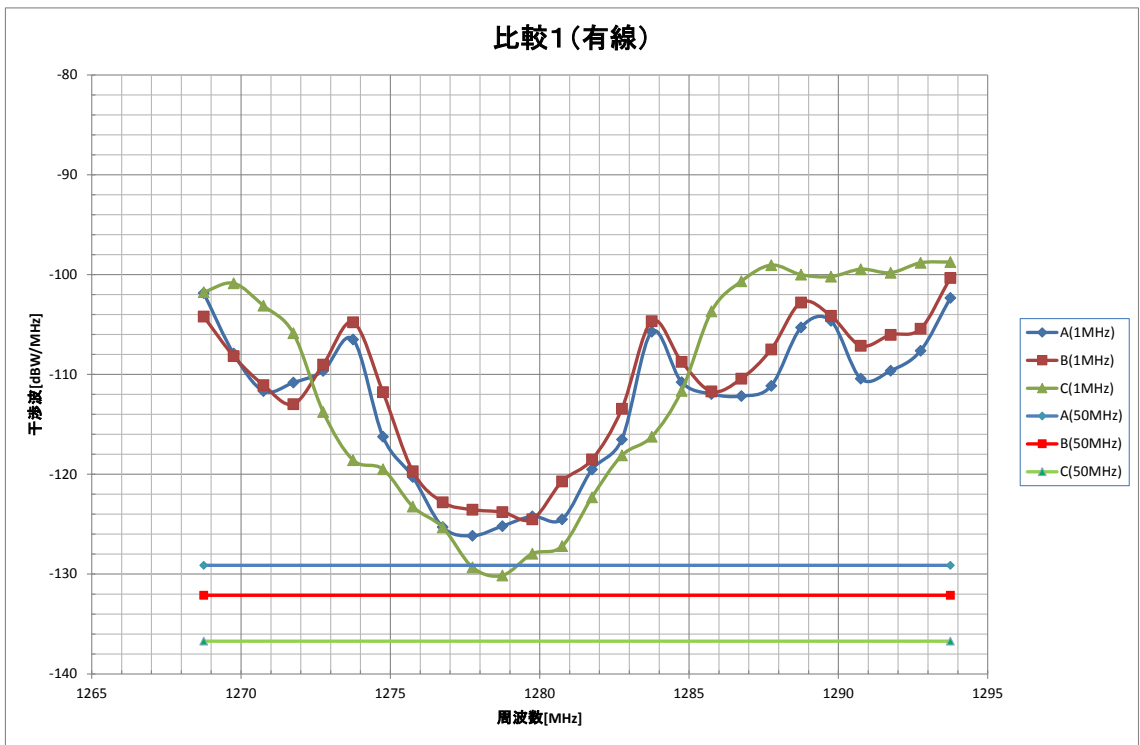
5.2.1 受信機の比較

許容干渉レベルは受信機的设计方針に依存すると考えられる。図参 1- 5-5～図参 1- 5-6 に示すように 1MHz 幅の干渉波に対する許容干渉レベルは、A 社製測位受信機と B 社製測位受信機が似たようなパターンを示しているのに対し、C 社製測位受信機は異なったパターンを示している。特に L6 信号のメインローブ (1278.75±5.115MHz) を外れる 1274MHz 以下及び 1284MHz 以上での許容干渉レベルの値が異なっている。C 社製測位受信機は他の測位受信機に比べ、L6 信号のメインローブ内での許容干渉レベルの値が低くなっているものの、メインローブ外での許容干渉レベルの値は高くなっている。これは、C 社測位受信機では信号処理負荷を低減するために L6 信号のサンプリング後にダウンサンプリングし急峻な LPF で信号処理を行っているからである。

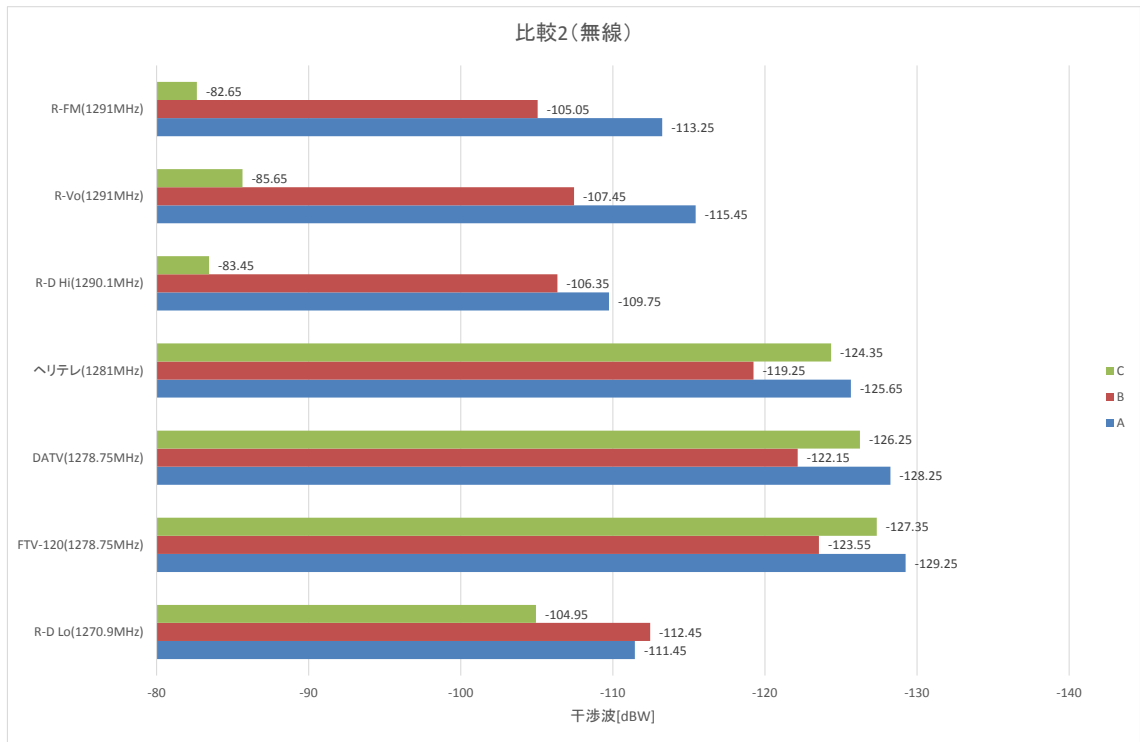
このように受信機的设计方針により許容干渉レベルの値は異なる。



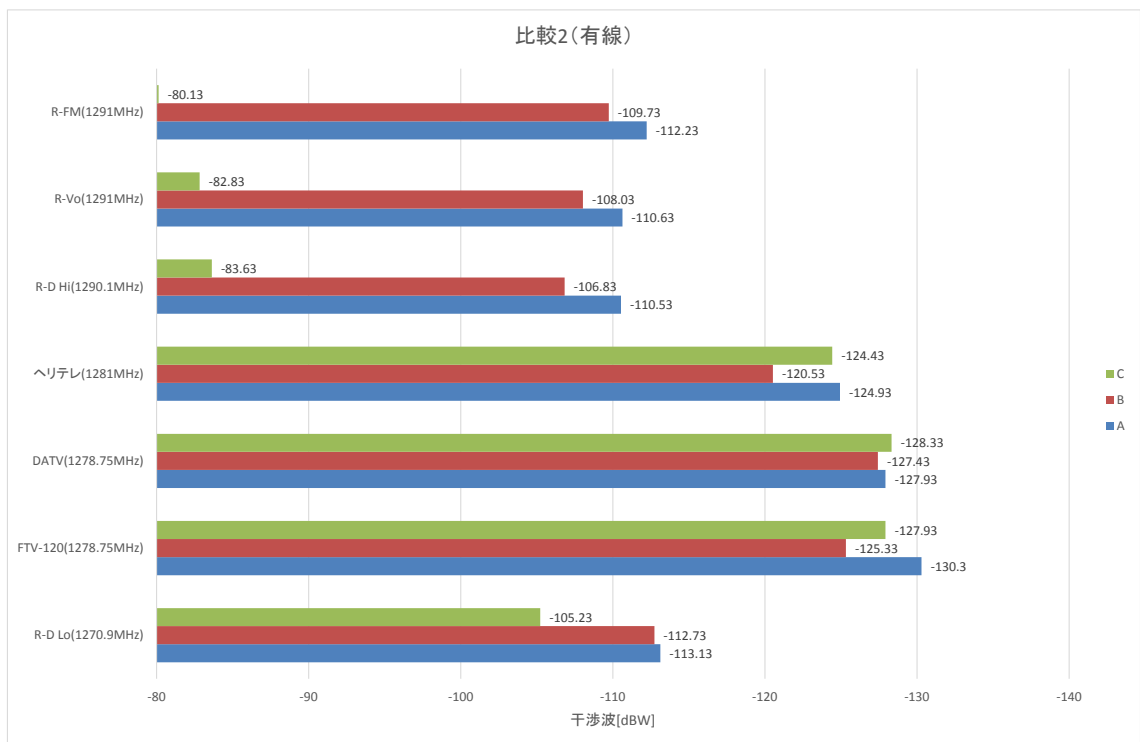
図参 1- 5-5 許容干渉レベルの比較 (1MHz 幅及び 50MHz 幅、無線)



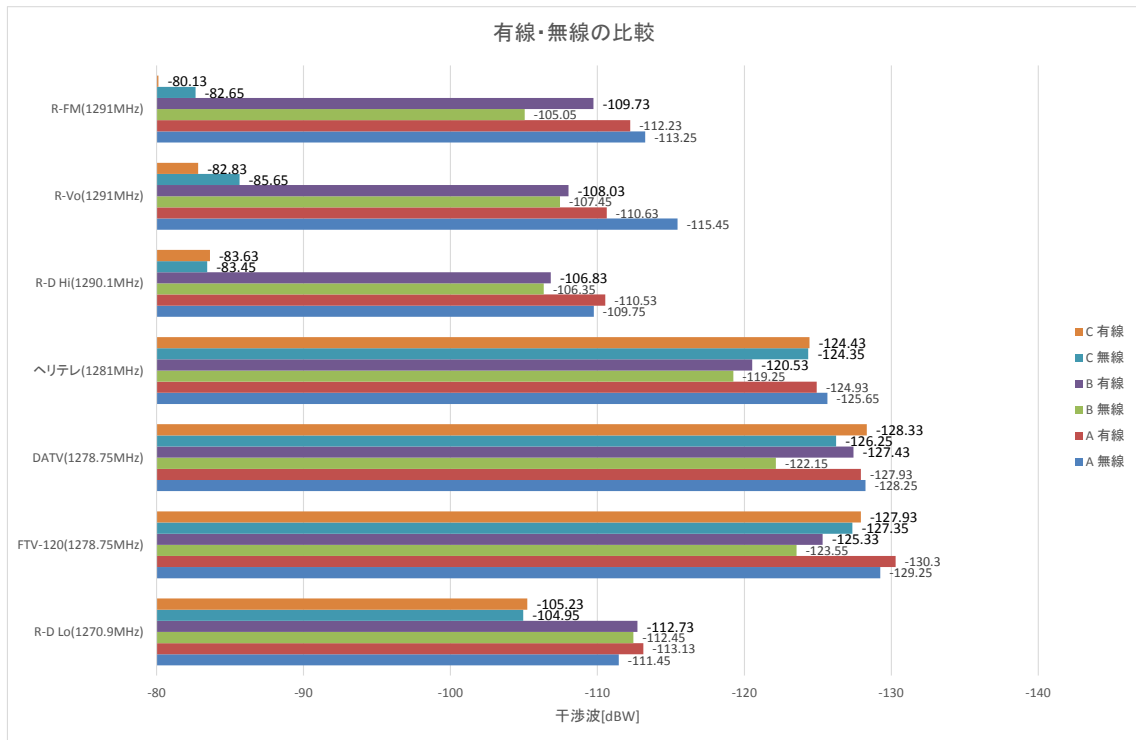
図参 1- 5-6 許容干渉レベルの比較 (1MHz 幅及び 50MHz 幅、有線)



図参 1- 5-7 許容干渉レベルの比較 (無線)



図参 1- 5-8 許容干渉レベルの比較 (有線)

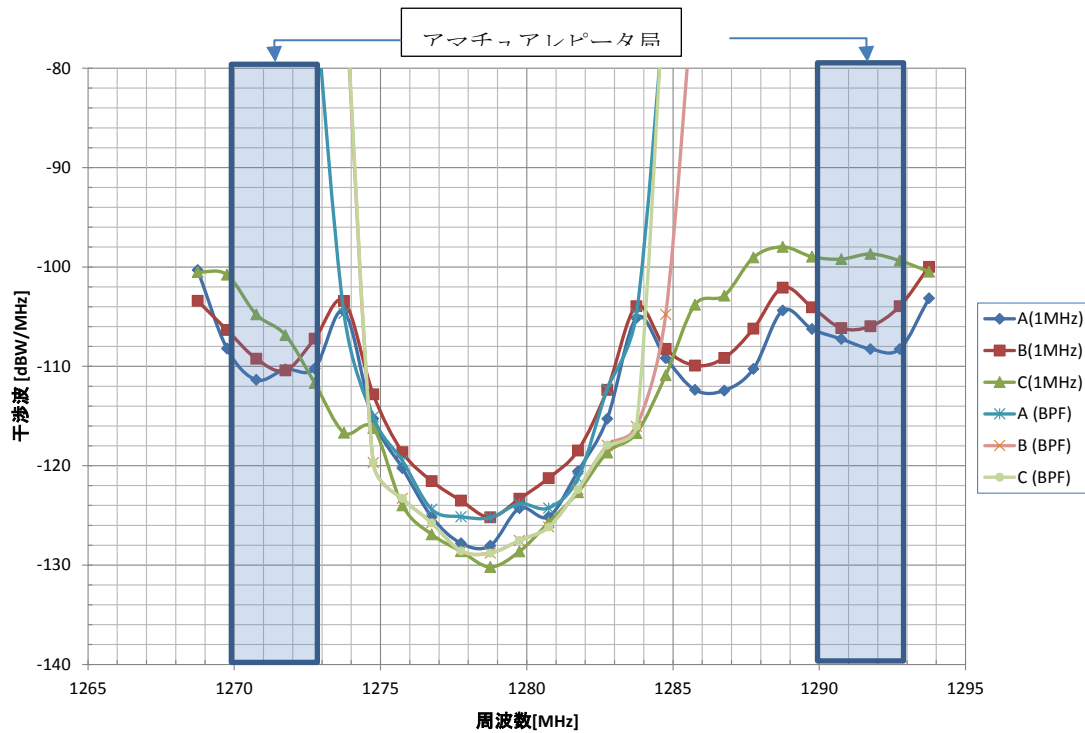


図参 1- 5-9 許容干渉レベルの比較 (無線/有線)

5.2.2 バンドパスフィルタの効果

(1) 30dB Filter

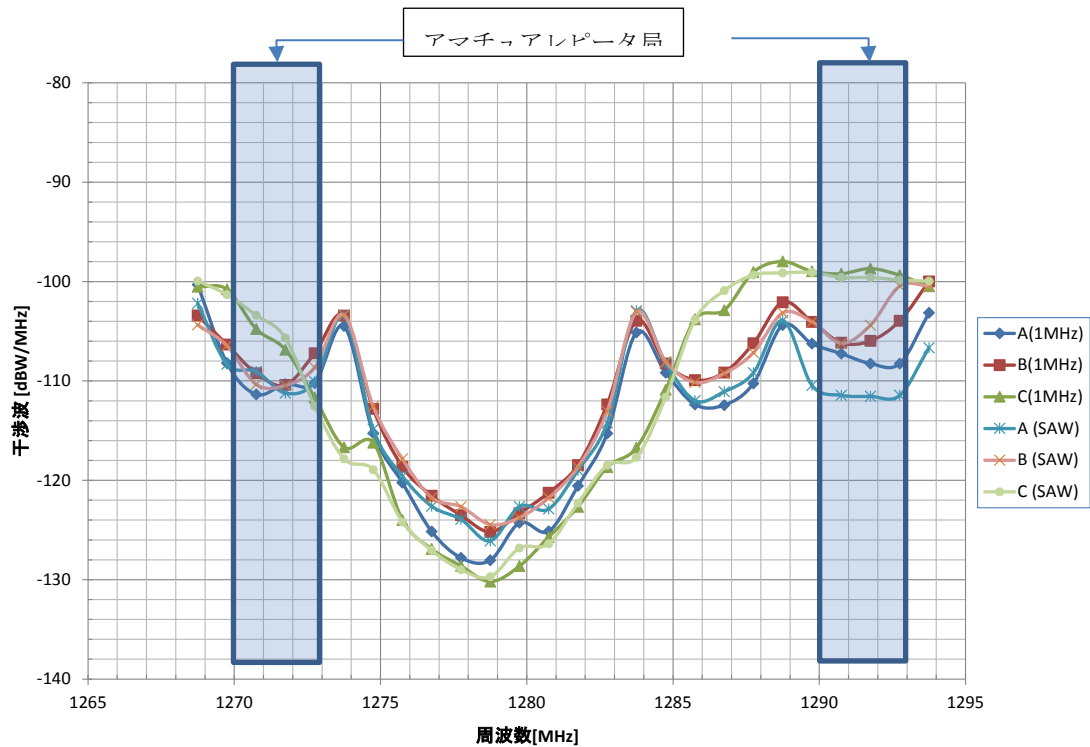
L6 信号のメインローブ以外を急峻に低減する 30dB Filter はアマチュアレピータ局の影響を軽減するために有効であることが示された。図参 1- 5-10 に示すように、30dB Filter を挿入することにより 1MHz 幅の干渉波はアマチュアレピータ局に割り当てられた周波数帯ではほぼ-70dBW 以上となり、LNA の飽和レベルを超えるため、受信機に与える影響より LNA の飽和が問題となる。



図参 1- 5-10 30dB Filter の効果の比較

(2) SAW フィルタの効果

汎用の SAW フィルタではアマチュアレピータ局の影響を低減することはできなかった。これは透過帯域が 61MHz と広いためであり、アマチュアレピータ局の影響を低減するためには専用の設計が必要である。



図参 1- 5-11 SAW フィルタの効果の比較

(3) まとめ

受信機の許容干渉レベルの実測を行った。受信機の許容干渉レベルは ITU-R 勧告 M. 1902 で規定されているが、ITU-R 勧告 M. 1902 の捕捉モードの許容干渉レベルの値は、追尾モードの許容干渉レベルから 6dB のマージンを設定した値となっている。

また、追尾モードの許容干渉レベルの算出は測位用受信機を前提としており、補強信号受信機を前提としていない。L6 信号を用いて補強用データを取得するためにはまず追尾する必要があるため、追尾モードの許容干渉レベルの設定値は妥当と考えられる。

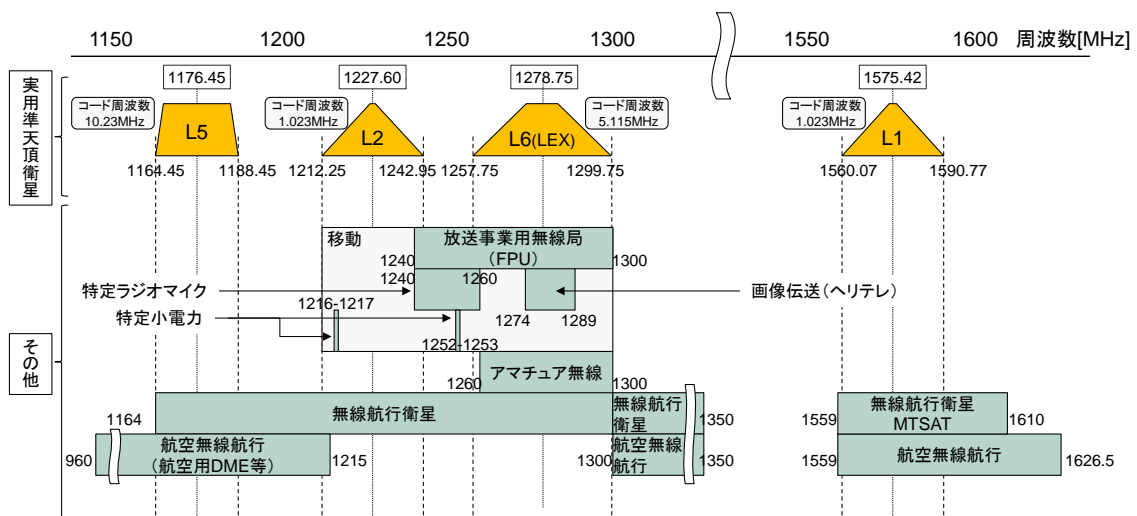
試験の結果、測定した最悪値は-130dBW/MHz（アンテナ入力面）であった。この値は ITU-R 勧告 M. 1902 で規定された捕捉モードの許容干渉レベル-127dBW/MHz（広帯域、アンテナ出力端）を超えているが、ITU-R 勧告 M. 1902 ではアンテナゲインとして最大 6dBi を想定しているため、ITU-R 勧告 M. 1902 を満たしていると考えることが可能である。

以上より L6 信号に対しても ITU-R 勧告 M. 1902 に規定された許容干渉レベル-127dBW/MHz（広帯域、アンテナ出力端）を基に共用検討を行うことは妥当と考えられる。

参考資料 2 周波数共用検討

1 周波数共用検討の概要

実用準天頂衛星システムが使用する L 帯における他の無線システムとの周波数配置状況を図参 2- 1-1 に示す。図参 2- 1-1 に従い、本検討では移動（放送事業用無線局）、アマチュア無線、航空用無線航行（航空用 DME）、無線航行衛星（MTSAT）、移動（1. 2GHz 帯特定ラジオマイク）、移動（1. 2GHz 帯画像伝送用携帯局）、移動（特定小電力無線局、構内無線局）について、机上検討及び実測結果等を踏まえて共用検討を実施した。



図参 2- 1-1 L 帯における他の無線業務との関係

2 検討方法

2.1.1 検討方法

本検討においては、ITU-R 勧告や既存無線システムの諸元、運用実態等を踏まえた机上検討の実施し、離隔距離や運用実態等を踏まえた実用準天頂衛星システムに対する影響度等を考慮し、実用準天頂衛星システムと既存無線システムとの共用条件について検討を行った。また、1.2GHz 帯特定ラジオマイクシステム、1.2GHz 帯画像伝送用携帯局（ヘリテレ）、アマチュア無線については、実測等による許容干渉レベル等を用いた離隔距離の算出により、机上検討結果に対する検証により、実用準天頂衛星システムと既存無線システムとの共用条件について検討を行った。

なお、実用準天頂衛星システムに対する影響度の考察については、「準天頂衛星システムの運用等事業 業務要求水準書」(2013年3月A改訂 内閣府)において、定義されているコンスタレーションサービスアベイラビリティ²からの未達成確率を用いた(L6信号についてはコンスタレーションアベイラビリティ0.99をもとに、許容可能な未達成確率を1%として検討した)。なお、この未達成確率は、共用システムとの電波干渉に関する未達成確率の他に、衛星システム全体としての、例えば、サービス停止時の未達成確率等を含めた総合的な値であることを考慮する必要がある。

2.1.2 検討に使用した伝搬モデル

本検討では、特段の言及がない場合、伝搬モデルとして奥村・秦モデルを使用した。理由は以下の通りである。

- 本検討が対象とする周波数帯で、比較的に実用的な伝搬路損失を与えるとされているため。
- ITU-R P.1546 にて引用されている方法であるため。
- より実用的とされる COST231-WI は建物、道路に関する詳細なパラメータを必要とするが、現時点では各業務の詳細な運用形態が不明であるため。

また、本検討では参考として自由空間伝搬損失による解析結果を併記する。表参 2- 2-1 に本検討で使用する伝搬モデルについて記載する。

² サービスアベイラビリティは、ユーザが測位サービスを利用できる時間帯を元に、サービスの提供時間率を規定したものの。

表参 2- 2-1 検討に使用する伝搬モデル

奥村・秦モデル	
都市伝搬損失 Lu	$Lu = 69.55 + 26.16 \log_{10}f_c - 13.82 \log_{10}h_t - a(h_r) + (44.9 - 6.55 \log_{10}h_t) \log_{10}D \quad [\text{dB}]$
	受信アンテナ高に対する補正項 $a(h_r)$ ・ 中小都市 $a(h_r) = (1.1 \log_{10}f_c - 0.7) h_r - (1.56 \log_{10}f_c - 0.8)$ ・ 大都市 $a(h_r) = 8.29 (\log_{10}11.75 h_r)^2 - 4.97$
郊外伝搬損失 Ls	$Ls = Lu - 2 (\log_{10}f_c/28)^2 - 5.4 \quad [\text{dB}]$
開放地伝搬損失 Lo	$Lo = Lu - 4.78 (\log_{10}f_c)^2 + 18.33 \log_{10}f_c - 40.94 \quad [\text{dB}]$
f_c : 周波数 400~1500MHz、 h_t : 送信アンテナ高(30~200m)、 h_r : 受信アンテナ高(1~10m)、 D: 離隔距離	
自由空間伝搬モデル	
自由空間伝搬損失 L_f	$L_f = 20 \log_{10}(4 \pi D f_c / c)$
f_c : 周波数、 D: 離隔距離、 c : 光速 3.0e8m/s	

3 他の無線システムとの共用検討

3.1 移動（放送事業用無線局(FPU : Field Pickup Unit))

3.1.1 共用する測位衛星信号

L2C(測位補完)、L6(センチメートル級補強)

3.1.2 与干渉の検討

机上検討により、受信感度点付近のワースト条件においても D/U が 42.2dB 程度となる結果が得られている。また、受信機の熱雑音から、衛星信号の電力密度はノイズフロア以下であり、問題は発生しないことが確認されている。

なお、現在、準天頂衛星「みちびき」が運用中であるが、FPU 側の運用において特に支障となる混信が発生しているという報告はされていない。以上から、共用可能である。

3.1.3 被干渉の検討

(1) 検討に使用した諸元

FPU 信号の電力に関する屋内実測結果をもとに、平面大地モデルで離隔距離を算出したところ、約 4000m との結果が得られている。また、FPU 送信機を搭載した中継車を用いて屋外実測を実施し、実態に則した離隔距離を算出したところ、都市環境においては 400m~800m (最大で 830m)、郊外環境では 700m~1200m (最大で 1230m) との結果が得られている。

(2) 共用検討

屋外の実測結果により得られた離隔距離をもとに、実用準天頂衛星システムへの影響度を検討する。

- FPU が使用されるマラソン等のロードレース中継及び報道対応を想定する。
- ロードレースの走行コースを近似的に直線とみなし、コース両側に離隔距離を確保した場合を考え、これを離隔面積とする。
- 離隔距離は実測結果の最大値である都市環境 830m、郊外環境 1230m に 10%のマージンを見込んだ値として、それぞれ 913m、1353m とする。
- 国土面積として、携帯電話のカバーエリア面積 242031 メッシュを国土面積として計算する。なお、日本国土の陸地部分の総メッシュ数は 379148 メッシュである。

以上より、FPU による実用準天頂衛星システムに対する影響度は 0.0052%であり、実用準天頂衛星システムで許容されているサービスの未達成確率に比べても非常に小さい値であり、許容可能である。

FPU については、情報・報道番組中継等に利用されており、基本的には最大出力を出さなければならぬ報道番組中継等を除き、省電力機器の導入等が行われる予定であり、その影響度合いは更に小さくなるが見込まれる。さらに、今後決定される実用準天頂衛星シス

テムサービスの内容等に応じて、準天頂システム運用者による受信機利用者への周知等の運用面における干渉軽減策を検討する。以上から、共用可能である。

3.2 アマチュア無線

3.2.1 共用する測位衛星信号

L6b (センチメートル級補強)

3.2.2 与干渉の検討

机上検討により、感度点付近のワースト条件においても D/U がそれぞれ SSB/CW : 27dB、FM : 23.9dB、DV : 30.7dB 程度となる結果が得られている。また、レピータ局の許容干渉レベルに対して 14.7dB のマージンがあることが確認されている。

なお、現在、準天頂衛星「みちびき」が運用されているが、アマチュア局側の運用において特に支障となる混信が発生しているという報告はされていない。以上から、共用可能である。

3.2.3 被干渉の検討 (ATV)

ここでは、アマチュア無線 ATV について、共用検討を行う。なお、同帯域 (1273-1290MHz 帯) には ATV の他に高速データ通信にも割り当てられているが、こちらは稼働率が低く、アマチュア無線交信の実利用よりも実験的な利用がなされていることから、影響度は非常に小さいと考えられ、検討対象とはしていない。

(1) 検討に使用した諸元

実測試験結果を元にした離隔距離計算について、検討に使用した諸元を表参 2- 3-1 及び表参 2- 3-2 に示す。平成 25 年度技術試験事務では、LEX 信号受信機の許容干渉レベルは、実際の LEX 信号にマキ電気 FTV-120 からカラーバーパターンの妨害波を加え、位相ロックが外れた際のアンテナ入力端での電力として測定している。そのため、占有帯域以外の条件は本検討と同様である (許容干渉レベルの判定基準が異なる)。

表参 2- 3-1 実測試験結果を元にした離隔距離計算の検討に使用したパラメータ
(アマチュア ATV)

アマチュア ATV	平成 25 年度技術試験事務検討	実測試験結果を用いた検討
中心周波数	1279MHz	1278.75MHz
占有帯域	2MHz	6MHz
送信電力	1W (実運用ベース)	1W
送信アンテナ利得	15dBi	15dBi
送信アンテナ高	10m	30m

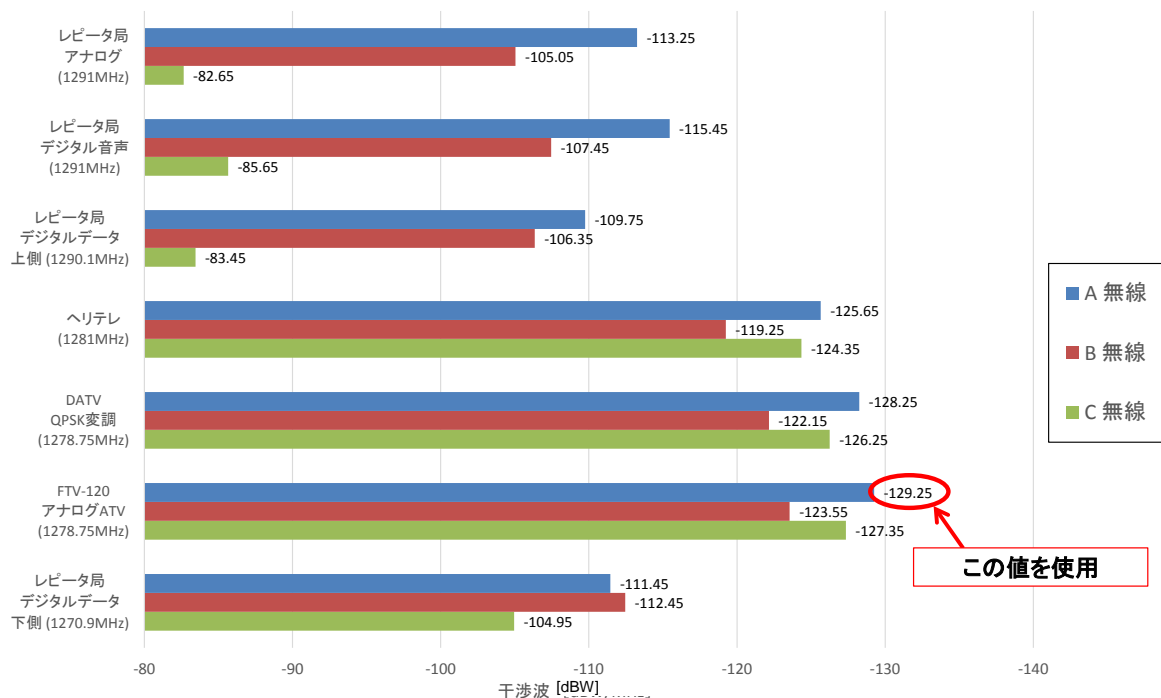
出典) 平成 25 年度「新たに導入する 900MHz 帯センサー無線システム及び UWB 無線システムの周波数有効利用のための周波数共用技術に関する技術的条件の検討」のうち「実用準天頂衛星システムとアマチュア無線局の周波数共用条件報告書」

表参 2- 3-2 実測試験結果を元にした離隔距離計算の検討に使用したパラメータ
(L6(LEX)信号)

準天頂 LEX 信号	平成 25 年度技術試験事務検討	実測試験結果を用いた検討
受信アンテナ高	2m	2m
許容干渉レベル (位相ロック) (H25 技試)	-140.8dBW (-143.81dBW/MHz)	-
許容干渉レベル (復号) (実測)	-	-129.25dBW (-137.03dBW/MHz)

上記の通り、ATV では、実際の業務に使用されている ATV 用送受信機の許容干渉レベルを用いて算定を行った。許容干渉レベルとして用いた値を図参 2- 3-1 に示す。

なお、許容干渉レベルは実測試験結果で最も厳しい値となった受信機の値を用いている。



図参 2- 3-1 許容干渉レベルとして用いた値 (アマチュア ATV)

(2) 計算結果

表参 2- 3-3 に計算結果を示す。自由空間モデルを用いた結果については平成 25 年度技術試験事務の結果と比較してかなり短い結果が得られている。また、自由空間モデル以外について、平成 25 年度技術試験事務では拡張秦モデルを使用しているため、離隔距離は参考として示す。本年度は奥村・秦モデルによる離隔距離を算出した。

表参 2- 3-3 実測に基づいた許容干渉レベルを用いた離隔距離計算結果

アマチュア ATV	自由空間	奥村・秦 (都市)	奥村・秦 (郊外)	奥村・秦 (開放)
許容干渉レベル (位相ロック) (H25 技試)	1157km	約 3.0km (拡張秦)	約 6.2km (拡張秦)	約 21.8km (拡張秦)
許容干渉レベル (復号) (実測)	約 304km	約 2.7km	約 5.5km	約 19.4km

(3) 共用検討

諸元値から算出した離隔距離をもとに、実用準天頂衛星システムへの影響度を検討する。アマチュア ATV については年間の総稼働時間は 100 時間程度であり、非常に稼働率が低い。この情報を元に、以下の条件で影響度の算定を行った。

- 年間延べ稼働時間は 100 時間とする。

- 年間延べ稼働時間のうち、半数が都市（離隔距離 2.7km）、残り半数が郊外（離隔距離 5.5km）で使用されるものとする。
- 離隔面積と運用時間から干渉確率を計算する。ただし、離隔面積は離隔距離を半径とする円の面積とする。
- 国土面積として、携帯電話のカバーエリア面積 242031 メッシュを国土面積として計算する。なお、日本国土の陸地部分の総メッシュ数は 379148 メッシュである。

以上より、アマチュア ATV による実用準天頂衛星システムに対する影響度は 0.00035% となり、実用準天頂衛星システムで許容されているサービスの未達成確率に比べても非常に小さい値であり、共用可能である。

3.2.4 被干渉の検討（レピータ局）

(1) 検討に使用した諸元

平成 25 年度に総務省で実施された「新たに導入する 900MHz 帯センサー無線システム及び UWB 無線システムの周波数有効利用のための周波数共用技術に関する技術的条件の検討」（以下、平成 25 年度技術試験事務）においては、QZS 信号における被干渉の観点から、実測に基づいた許容干渉レベルを用いて、離隔距離の算出が行われており、さらに、レピータ局の電力を 10W から 1W に減力した場合の検討が行われている。

平成 25 年度技術試験事務で用いられた諸元と実測結果及び離隔距離を、表参 2-3-4、表参 2-3-5 に示す。

離隔距離の検討は、自由空間伝搬を想定し、レピータ局の送信 EIRP と、LEX 信号受信機の許容干渉レベルから、必要な伝搬損失を求め、その損失を達成する離隔距離を算出している。なお、平成 25 年度技術試験事務では、LEX 信号受信機の許容干渉レベルは、実際の LEX 信号に SG から妨害波を加え、位相ロックが外れた際のアンテナ入力端での電力として測定している。

表参 2- 3-4 検討を実施したアマチュアレピータ局

対象レピータ	分類	諸元概略	備考
1 藤沢辻堂	周波数近接局	1270. 625MHz、F1D (デジタルデータ) EIRP=13. 3dBW、アンテナ高 23m	郊外
2 つくば	計画 (広域) 局	1291. 020MHz、F3E (アナログ) EIRP=17. 5dBW、アンテナ高 620m	オープン
3 日本橋浜町	一般局	1290. 125MHz、F1D (デジタルデータ) EIRR=15. 0dBW、アンテナ高 44m	都市
4 横浜小机	一般局	1292. 180MHz、F3E (アナログ) EIRP=21. 9dBW、アンテナ高 20m	郊外

出典) 平成 25 年度「新たに導入する 900MHz 帯センサー無線システム及び UWB 無線システムの周波数有効利用のための周波数共用技術に関する技術的条件の検討」のうち「実用準天頂衛星システムとアマチュア無線局の周波数共用条件報告書」

表参 2- 3-5 平成 25 年度技術試験事務で用いられた諸元と実測結果及び離隔距離計算結果

対象レピータ	中心周波数	送信 EIRP*	許容干渉レベル	離隔距離計算結果	
				10W	1W に減力
1 藤沢辻堂	1270. 625MHz	13. 3dBW	-113dBW	38. 9km	12. 3km
2 つくば	1291. 020MHz	17. 5dBW	-114dBW	69. 8km	22. 1km
3 日本橋浜町	1290. 125MHz	15. 0dBW	-115dBW	58. 8km	18. 6km
4 横浜小机	1292. 180MHz	21. 9dBW	-114dBW	115. 8km	36. 6km

※表の値は低減なしの場合であり、1W に低減した場合は 10dBW 減少する

出典) 平成 25 年度「新たに導入する 900MHz 帯センサー無線システム及び UWB 無線システムの周波数有効利用のための周波数共用技術に関する技術的条件の検討」のうち「実用準天頂衛星システムとアマチュア無線局の周波数共用条件報告書」より MRI 作成

本検討においては、この検討結果を踏襲しつつ、アナログ、デジタル音声、デジタルデータの各レピータ局で、L6 (LEX) 信号の中心周波数に最も近い周波数についての許容干渉レベルの計測を実施した。なお、平成 25 年度技術試験事務との比較という観点で、表参 2- 3-5 に示した各レピータ局の諸元を用いて検討を行った。検討に用いた諸元を表参 2- 3-6 に示す。

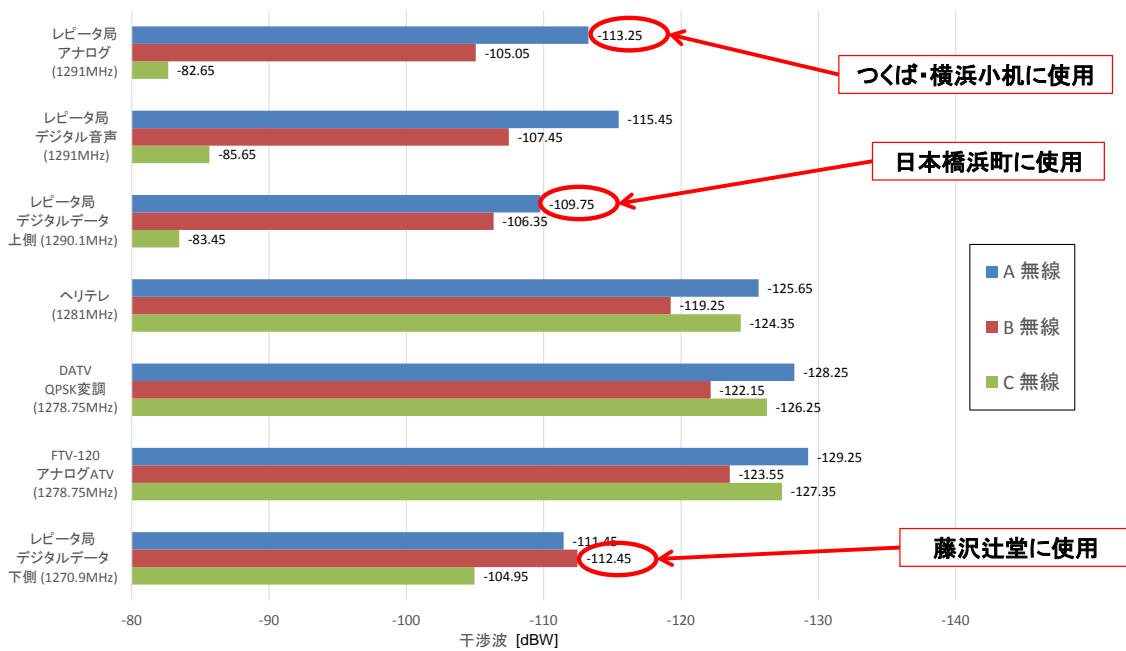
表参 2- 3-6 実測に基づいた許容干渉レベルを用いた離隔距離計算の検討に使用した諸元
(アマチュアレピータ局)

対象レピータ		中心周波数	送信 EIRP [※]	許容干渉レ ベル
1 藤沢辻堂	平成 25 年度技術試験事務 (位 相ロック基準)	1270. 625MHz	13. 3dBW	-113dBW
	実測試験を用いた検討検討 (複 号基準)	1270. 9MHz	13. 3dBW	-112. 45dBW
2 つくば	平成 25 年度技術試験事務 (位 相ロック基準)	1291. 020MHz	17. 5dBW	-114dBW
	実測試験を用いた検討検討 (複 号基準)	1291MHz	17. 5dBW	-113. 25dBW
3 日本橋浜町	平成 25 年度技術試験事務 (位 相ロック基準)	1290. 125MHz	15. 0dBW	-115dBW
	実測試験を用いた検討検討 (複 号基準)	1290. 1MHz	15. 0dBW	-109. 75dBW
4 横浜小机	平成 25 年度技術試験事務 (位 相ロック基準)	1292. 180MHz	21. 9dBW	-114dBW
	実測試験を用いた検討検討 (複 号基準)	1291MHz	21. 9dBW	-113. 25dBW

※表の値は電力低減なしの場合であり、1W に低減した場合は 10dBW 減少する

本実測試験では、各アマチュアレピータ局でそれぞれ L6 (LEX) 信号の中心周波数に最も近い周波数の局を選定して実験を行った。平成 25 年度技術試験事務との比較の際は、中心周波数が近いレピータ局の許容干渉レベルを用いて比較を行っている。許容干渉レベルとして用いた値を図参 2- 3-2 に示す。

実測試験結果で最も厳しい値となった受信機の許容干渉レベルを用いている。



図参 2- 3-2 許容干渉レベルとして用いた値 (アマチュア レピータ局)

(2) 離隔距離の計算結果 (離隔距離の比較)

表参 2- 3-7 と表参 2- 3-8 に計算結果を示す。自由空間モデルを使用した結果については、平成 25 年度技術試験事務の結果と概ね同じ結果が得られている。

表参 2- 3-7 実測に基づいた許容干渉レベルを用いた離隔距離計算結果 (低減なし (10W))

アマチュア レピータ局	1 藤沢辻堂	2 つくば	3 日本橋浜町	4 横浜小机
許容干渉レベル (位相ロック) (H25 技試)	38.9km	69.8km	58.8km	115.8km
許容干渉レベル (復号) (実測)	36.4km	63.7km	32.0km	105.7km

表参 2- 3-8 実測に基づいた許容干渉レベルを用いた離隔距離計算結果 (1W に低減)

アマチュア レピータ局	1 藤沢辻堂	2 つくば	3 日本橋浜町	4 横浜小机
許容干渉レベル (位相ロック) (H25 技試)	12.3km	22.1km	18.6km	36.6km
許容干渉レベル (復号) (実測)	11.5km	20.1km	10.1km	33.4km

さらに、本年度は、自由空間モデルの他に、奥村・秦モデルによる離隔距離を算出した。表参 2- 3-9 と表参 2- 3-10 に奥村・秦モデルによる離隔距離の計算結果を示す。

表参 2- 3-9 実測に基づいた許容干渉レベルを用いた離隔距離計算結果
(奥村・秦モデル、低減なし (10W))

アマチュア レピータ局		1 藤沢辻堂	2 つくば	3 日本橋浜町	4 横浜小机
許容干渉レベル(復号)(実測)	都市	811m	1.1km	752m	1.5km
	郊外	1.7km	2.3km	1.5km	3.0km

表参 2- 3-10 実測に基づいた許容干渉レベルを用いた離隔距離計算結果
(奥村・秦モデル、1W に低減)

アマチュア レピータ局		1 藤沢辻堂	2 つくば	3 日本橋浜町	4 横浜小机
許容干渉レベル(復号)(実測)	都市	422m	578m	391m	771m
	郊外	860m	1.2km	799m	1.6km

(3) 共用検討

離隔距離をもとに、実用準天頂衛星システムへの影響度を検討する。

アマチュアレピータ局については年間の総稼働率は最大で 15%であり、レピータ局数は 1270MHz 側が 20 局、1290MHz 側が 507 局である。また、レピータ局によりアンテナ利得は異なるが、一般的な値としては 12dBi (送信 EIRP は最大で 22dBW) である。この情報を元に、以下の条件で影響度について検討を行った。

- レピータ局の稼働率は設置されている地域や地勢的な条件により異なるが 1200MHz 帯レピータの平均的な稼働率は、7~8%である。しかし、アマチュア無線のイベントや祝祭日等で稼働率が短期的に上昇することもあるので、全ての 1200MHz 帯レピータ局の稼働率を 15%として検討する。
- 許容干渉レベルは全てのレピータ局において 1270MHz 側を-112.45dBW、1290MHz 側を-113.25dBW とし、アンテナ利得は全て 12dBi とする。本条件での離隔を表参 2-3-11 及び表参 2-3-12 に示す。

表参 2- 3-11 影響度評価に用いる離隔距離計算結果
(奥村・秦モデル、低減なし (10W))

アマチュア レピータ局		1270MHz 側	1290MHz 側
許容干渉レベル(復号)(実測)	都市	1.4km	1.5km
	郊外	2.9km	3.0km

表参 2- 3-12 影響度評価に用いる離隔距離計算結果
(奥村・秦モデル、1W に低減)

アマチュア レピータ局		1270Mz 側	1290MHz 側
許容干渉レベル(復号)(実測)	都市	745m	776m
	郊外	1.5km	1.6km

- 年間延べ稼働時間のうち、半数が都市、残り半数が郊外で使用されるものとする。
- 離隔面積と運用時間から干渉確率を計算する。ただし、離隔面積は離隔距離を半径とする円の面積とする。
- 国土面積として、携帯電話のカバーエリア面積 242031 メッシュを国土面積として計算する。なお、日本国土の陸地部分の総メッシュ数は 379148 メッシュである。

以上より、現在入手できる L6 受信機を使用する場合においては、出力 10W の場合、アマチュアレピータ局による実用準天頂衛星システムに対する影響度を試算すると 0.59%となる。これは、実用準天頂衛星システムで許容されているサービスの未達成確率が、共用システムとの電波干渉に関する未達成確率の他に、衛星システム全体としての、例えば、サービス停止時の未達成確率等を含めた総合的な値であることを考慮すると、かなり大きい値となり、許容可能とは考えにくい。

このため、平成 25 年度技術試験事務において提言されているように、出力を 1W に減力した場合の実用準天頂衛星システムに対する影響度を試算すると 0.16%となり、値は依然として大きいものの、概ね許容可能と考えられる。

以上から、アマチュアレピータ局の出力を 1W に低減することで共用可能であるが、実用準天頂衛星システムへの影響度の更なる軽減策について検討すべきである。

(4) フィルタ挿入による復号可否状況の改善に関する検討

ここでは、実際のレピータ局を使用した実験結果を元に、各測定地点における LEX 信号の復調可否の状況がフィルタを挿入することでどの程度改善されるかについて定性的に検討を行う。

表参 2- 3-13 及び表参 2- 3-14 にそれぞれ恵比寿西、千住旭町レピータ局周辺の測定地点における LEX 信号の受信可否状況を示す。○印は信号が復調可能であったことを示し、×印は信号が復調不可であったことを示している。

表より、フィルタを挿入することによって LEX 信号の復調可否状況は改善もしくは維持されており、フィルタの挿入により LEX 信号の復調可否状況が悪化しないことがわかる。恵比寿西局における測定点②や千住旭町局における測定点⑤では、レピータ局の出力が 10W の場合は復調できないが、レピータ局の出力を 1W に低減した場合や、フィルタを挿入すると復調可能となることがわかる。

単体 SAW フィルタや構造体 SAW フィルタを挿入する効果については、恵比寿西局における

測定点①の結果から、大規模な 30dB フィルタと比較すると低くなっている。

また、恵比寿西局における測定点③の結果より、単体 SAW フィルタと構造体 SAW フィルタとの挿入効果を比較すると、単体 SAW フィルタの方が挿入効果が高いことが想定される。

表参 2- 3-13 恵比寿西局（下側）周辺における復号可否状況

測定地点	10W				1W 減力時			
	スルー	30dB フィルタ	単体 SAW	構造体 SAW	スルー	30dB フィルタ	単体 SAW	構造体 SAW
① 100m 見通し内	×	○	×	×	×	○	×	×
② 970m 見通し内	×	○	○	○	○	○	○	○
③ 420m 見通し外	×	○	○	×	×	○	○	○

表参 2- 3-14 千住旭町（上側）周辺における復号可否状況

測定地点	10W				1W 減力時			
	スルー	30dB フィルタ	単体 SAW	構造体 SAW	スルー	30dB フィルタ	単体 SAW	構造体 SAW
① 1050m 見通し外	○	○	○	○	○	○	○	○
② 1560m 見通し外	○	○	○	○	○	○	○	○
③ 630m 見通し内	○	○	○	○	○	○	○	○
④ 200m 見通し内	○	○	○	○	○	○	○	○
⑤ 362m 見通し内	×	○	○	○	○	○	○	○

(5) フィルタ挿入による実用準天頂衛星システムに対する影響度の改善に関する検討

ここでは、屋内試験の結果を元に、実用準天頂衛星システムに対する影響度がフィルタを挿入することでどの程度改善されるかについて定量的に検討を行う。

ここでは 1.2GHz 帯アマチュアレピータ局に対応する周波数帯について、アマチュアレピータ局の模擬信号を干渉波として入力することにより L6 信号受信機の許容干渉レベルを測定した。実用準天頂衛星システムに対する影響度算出の際には各周波数におけるレピータ局数とそれぞれのレピータ局の中心周波数に近い周波数での許容干渉レベルを勘案することで、影響度の算出方法をより詳細化した。

表参 2- 3-15 影響度測定に使用する許容干渉レベル及び局数（フィルタ無し）

局種	周波数 (MHz)	許容干渉レベル (dBW)		離隔距離(m)				局数
				奥村・秦（都市）		奥村・秦（郊外）		
		10W	1W	10W	1W	10W	1W	
アナログ音声 AV	1291.0	-116.94	-106.94	1899.3	987.8	3882.0	2019.1	2
	1291.1	-117.74	-107.74	2001.1	1040.8	4090.2	2127.4	8
	1291.2	-117.64	-107.64	1988.0	1034.0	4063.4	2113.5	8
	1291.3	-116.54	-106.54	1849.9	962.2	3781.3	1966.8	7
	1291.4	-116.34	-106.34	1825.8	949.6	3732.0	1941.2	10
	1291.5	-115.84	-105.84	1767.0	919.0	3611.9	1878.6	5
	1291.6	-115.74	-105.74	1755.4	913.0	3588.2	1866.3	2
	1291.7	-115.34	-105.34	1710.0	889.4	3495.4	1818.1	10
	1291.8	-115.44	-105.44	1721.1	895.1	3518.2	1829.9	12
	1291.9	-115.44	-105.44	1721.0	895.1	3518.1	1829.8	19
	1292.0	-114.84	-104.84	1654.8	860.7	3382.6	1759.4	17
	1292.1	-115.04	-105.04	1676.4	871.9	3427.0	1782.5	36
	1292.2	-115.54	-105.54	1732.0	900.8	3540.7	1841.6	37
	1292.3	-115.04	-105.04	1676.2	871.8	3426.7	1782.3	36
	1292.4	-115.04	-105.04	1676.1	871.8	3426.6	1782.3	35
	1292.5	-115.14	-105.14	1687.0	877.5	3448.9	1793.9	39
	1292.6	-114.64	-104.64	1632.7	849.2	3337.9	1736.1	44
	1292.7	-114.74	-104.74	1643.4	854.7	3359.6	1747.4	44
	1292.8	-114.64	-104.64	1632.5	849.1	3337.6	1736.0	45
	1292.9	-114.64	-104.64	1632.4	849.1	3337.4	1735.9	38
1293.0	-115.14	-105.14	1686.6	877.2	3448.2	1793.5	10	
デジタル音声 DV	1291.0	-116.24	-106.24	1814.3	943.7	3708.3	1928.9	1
	1291.1	-116.54	-106.54	1850.1	962.3	3781.6	1967.0	2
	1291.2	-114.64	-104.64	1633.9	849.9	3339.8	1737.1	1
	1291.3	-116.54	-106.54	1849.9	962.2	3781.3	1966.8	3
	1291.4	-116.34	-106.34	1825.8	949.6	3732.0	1941.2	2
	1291.5	-115.84	-105.84	1767.0	919.0	3611.9	1878.6	2
	1291.6	-115.74	-105.74	1755.4	913.0	3588.2	1866.3	7
	1291.7	-115.34	-105.34	1710.0	889.4	3495.4	1818.1	13
デジタルデータ DD	1270.1	-116.85	-106.85	1910.6	993.8	3893.1	2024.9	10
	1270.4	-117.45	-107.45	1986.7	1033.3	4048.4	2105.7	6
	1270.6	-117.15	-107.15	1947.9	1013.1	3969.3	2064.6	2
	1270.9	-116.75	-106.75	1897.4	986.8	3866.5	2011.1	2

	1290.1	-116.64	-106.64	1863.3	969.1	3808.0	1980.6	6
	1290.4	-117.44	-107.44	1963.1	1021.0	4012.0	2086.7	2
	1290.6	-117.44	-107.44	1962.8	1020.9	4011.6	2086.5	3
	1290.9	-117.54	-107.54	1975.4	1027.5	4037.5	2100.0	1

表参 2- 3-16 影響度測定に使用する許容干渉レベル及び局数 (35dB フィルタ)

局種	周波数 (MHz)	許容干渉レベル (dBW)		離隔距離 (m)				局数
		10W	1W	奥村・秦 (都市)		奥村・秦 (郊外)		
				10W	1W	10W	1W	
AA	1291.0	-83.14	-73.14	208.5	108.4	426.1	221.6	18
	1291.5	-83.14	-73.14	208.4	108.4	426.0	221.6	34
	1292.0	-83.14	-73.14	208.3	108.4	425.9	221.5	121
	1292.5	-83.14	-73.14	208.3	108.3	425.8	221.5	198
	1293.0	-83.14	-73.14	208.2	108.3	425.7	221.4	93
D0	1291.0	-83.14	-73.14	208.5	108.4	426.1	221.6	4
	1291.5	-83.14	-73.14	208.4	108.4	426.0	221.6	27
DD	1270.1	-82.65	-72.65	204.3	106.3	416.3	216.5	10
	1270.4	-82.65	-72.65	204.3	106.2	416.2	216.5	6
	1270.6	-82.65	-72.65	204.2	106.2	416.2	216.5	2
	1270.9	-88.25	-78.25	294.5	153.2	600.1	312.1	2
	1290.1	-83.14	-73.14	208.6	108.5	426.2	221.7	6
	1290.4	-83.14	-73.14	208.5	108.5	426.2	221.7	2
	1290.6	-83.14	-73.14	208.5	108.5	426.2	221.7	3
	1290.9	-83.14	-73.14	208.5	108.4	426.1	221.6	1

表参 2- 3-17 影響度測定に使用する許容干渉レベル及び局数 (単体 SAW フィルタ)

局種	周波数 (MHz)	許容干渉レベル (dBW)		離隔距離 (m)				局数
				奥村・秦 (都市)		奥村・秦 (郊外)		
		10W	1W	10W	1W	10W	1W	
AA	1291.0	-95.54	-85.54	468.9	243.9	958.4	498.5	18
	1291.5	-95.44	-85.44	465.7	242.2	951.9	495.1	34
	1292.0	-94.44	-84.44	436.1	226.8	891.4	463.7	121
	1292.5	-91.44	-81.44	358.3	186.4	732.6	381.0	198
	1293.0	-90.74	-80.74	342.2	178.0	699.7	363.9	93
DO	1291.0	-95.54	-85.54	468.9	243.9	958.4	498.5	4
	1291.5	-95.44	-85.44	465.7	242.2	951.9	495.1	27
DD	1270.1	-94.44	-84.44	436.1	226.8	891.4	463.7	10
	1270.4	-92.74	-82.74	390.1	202.9	797.6	414.8	6
	1270.6	-91.14	-81.14	351.3	182.7	718.3	373.6	2
	1270.9	-98.45	-88.45	573.8	298.5	1169.4	608.2	2
	1290.1	-99.65	-89.65	620.6	322.8	1264.6	657.8	6
	1290.4	-100.35	-90.35	649.5	337.8	1323.7	688.5	2
	1290.6	-102.45	-92.45	745.0	387.5	1518.3	789.7	3
	1290.9	-101.64	-91.64	698.9	363.5	1428.4	743.0	1

表参 2- 3-18 影響度測定に使用する許容干渉レベル及び局数（構造体 SAW フィルタ）

局種	周波数 (MHz)	許容干渉レベル (dBW)		離隔距離(m)				局数
				奥村・秦 (都市)		奥村・秦 (郊外)		
		10W	1W	10W	1W	10W	1W	
AA	1291.0	-104.54	-94.54	844.4	439.2	1726.0	897.7	2
	1291.1	-106.64	-96.64	968.6	503.8	1979.8	1029.8	8
	1291.2	-105.64	-95.64	907.3	471.9	1854.5	964.6	8
	1291.3	-105.14	-95.14	878.0	456.7	1794.8	933.5	7
	1291.4	-104.34	-94.34	833.3	433.4	1703.3	885.9	10
	1291.5	-104.24	-94.24	827.8	430.6	1692.1	880.1	5
	1291.6	-101.94	-91.94	712.2	370.4	1455.7	757.2	2
	1291.7	-98.04	-88.04	551.9	287.1	1128.2	586.8	10
	1291.8	-93.74	-83.74	416.6	216.7	851.7	443.0	12
	1291.9	-89.54	-79.54	316.6	164.7	647.2	336.6	19
	1292.0	-83.14	-73.14	208.3	108.4	425.9	221.5	17
	1292.1	-83.14	-73.14	208.3	108.4	425.9	221.5	36
	1292.2	-83.14	-73.14	208.3	108.4	425.9	221.5	37
	1292.3	-83.14	-73.14	208.3	108.4	425.9	221.5	36
	1292.4	-83.14	-73.14	208.3	108.3	425.8	221.5	35
	1292.5	-83.14	-73.14	208.3	108.3	425.8	221.5	39
	1292.6	-83.14	-73.14	208.3	108.3	425.8	221.5	44
	1292.7	-88.54	-78.54	296.4	154.2	606.0	315.2	44
	1292.8	-89.64	-79.64	318.5	165.7	651.2	338.7	45
1292.9	-93.24	-83.24	403.0	209.6	823.9	428.5	38	
1293.0	-97.14	-87.14	520.0	270.5	1063.1	553.0	10	
D0	1291.0	-104.54	-94.54	844.4	439.2	1726.0	897.7	1
	1291.1	-106.64	-96.64	968.6	503.8	1979.8	1029.8	2
	1291.2	-105.64	-95.64	907.3	471.9	1854.5	964.6	1
	1291.3	-105.14	-95.14	878.0	456.7	1794.8	933.5	3
	1291.4	-104.34	-94.34	833.3	433.4	1703.3	885.9	2
	1291.5	-104.24	-94.24	827.8	430.6	1692.1	880.1	2
	1291.6	-101.94	-91.94	712.2	370.4	1455.7	757.2	7
	1291.7	-98.04	-88.04	551.9	287.1	1128.2	586.8	13
D0	1270.1	-100.25	-90.25	645.5	335.7	1315.3	684.1	10
	1270.4	-106.85	-96.85	993.6	516.8	2024.7	1053.1	6
	1270.6	-109.15	-99.15	1154.6	600.5	2352.9	1223.8	2
	1270.9	-110.55	-100.55	1265.1	658.0	2578.1	1340.9	2

	1290.1	-107.64	-97.64	1034.6	538.1	2114.4	1099.8	6
	1290.4	-106.44	-96.44	956.4	497.5	1954.7	1016.7	2
	1290.6	-105.34	-95.34	889.9	462.9	1818.9	946.1	3
	1290.9	-106.44	-96.44	956.2	497.3	1954.3	1016.5	1

以上の条件を元に試算した実用準天頂衛星システムへの影響度を表参 2- 3-19 に示す。なお、表中のフィルタ無し(3)での方法は、レピータ局を大きく上側と下側とで分けて算出した場合であり、(詳細化)での方法は、各周波数に対応するレピータ局を振り分けてより詳細に検討を行った結果である。

表より、フィルタを挿入することにより、実用準天頂衛星システムに対する影響度は低減されることが分かる。影響度の低減効果は大型の 30dB フィルタが最も大きく、影響度を約 70 分の 1 に低減可能である。一方小型フィルタである単体 SAW フィルタや構造体 SAW フィルタでは影響度を 14~18 分の 1 程度低減することが可能である。

表参 2- 3-19 実用準天頂衛星システムに対する影響度の比較

	フィルタ無し (3) での方法	フィルタ無し (詳細化)	30dB フィルタ	単体 SAW フィルタ	構造体 SAW フィ ルタ
10W 時	0.59%	0.78%	0.012%	0.045%	0.056%
1W 時	0.16%	0.21%	0.003%	0.012%	0.015%

また参考として、表参 2- 3-20 に昨年度の共用検討の際に算出した他システムによる影響度をまとめる。表より、他システムと比較してアマチュアレピータ局の影響度は高い。

表参 2- 3-20 他システムにおける実用準天頂衛星システムに対する影響度

画像伝送用携帯局 (ヘリテレ)	アマチュア ATV
0.0047%	0.00035%

(6) アマチュアレピータ局に関する共用検討のまとめ

アマチュアレピータ局については、アマチュア無線の実際の運用状況を踏まえ、電力を 1W に低減することにより、実用準天頂衛星システムへの影響度が 0.16% となり、実用準天頂衛星システムに対する影響度は高いものの、通常の測位業務のような多少の影響を受けても実用に耐えうる用途においては、概ね共用可能と考えられる。一方で、実用準天頂衛星システムの利用用途として想定されている自動車の自動走行のように、高い正確性とリアルタイム性が求められる条件下では、アマチュア無線の電力を 1W に減力した上で、フィルタを挿

入することが望ましい状況となる可能性もある。これらについては、本技術試験事務の検証結果を踏まえて、実装の段階でその要求条件に合わせたフィルタの開発・挿入が必要となる。

3.3 航空用無線航行（航空用 DME/TACAN）

3.3.1 共用する測位衛星信号

L5（測位補完）、L5Sa（測位技術実証プラットフォームサービス）、L5Sb（測位技術実証プラットフォームサービス）、L2C（測位補完）

3.3.2 与干渉の検討

L5 に関する WRC 決議 609 に基づく Res609 ミーティングにおいて、準天頂衛星初号機「みちびき」を含む aepfd の合計は上限値を超えていないと結論付けされている。以上から、共用可能である。

3.3.3 被干渉の検討

1,164MHz-1,215MHz 帯における DME/TACAN との周波数共用について、DME/TACAN 地上局から QZSS への影響は、航空機搭載の QZSS 受信機と地表面上で使用される非航空用 QZSS 受信機（測量用途等）への干渉を検討する必要がある、航空機搭載の QZSS 受信機については米国 RTCA 規格 DO-292 に基づき航空機搭載 QZSS 受信機への影響評価を行い、概ね合意が得られた。

また、地表面上で使用される非航空用 QZSS 受信機についてはパルス干渉による等価雑音レベルが規定の干渉量を満足しているかを離隔距離に基づき机上検討し、DME/TACAN 地上局から、QZSS（中心周波数 1176.45MHz（L5 信号））への干渉は許容可能との結論を得た。また、机上検討の結果をもとに、DME/TACAN 地上局付近での L5 信号の受信可否及びその干渉度合を検証するため、実測を実施した。実測においては L5 帯中心周波数 1176.45MHz にごく近い周波数を使用する TACAN から強い干渉電力が入力されている状況下においても、測位衛星の仰角が適切に確保できていれば（概ね 20 度と推定）、十分な SNR を持って L5 測位信号が受信可能であることを確認した。以上から、共用可能である。

ただし、実測に使用した受信機は、パルスブランキング等、耐干渉性の機能を有した高性能な測量用受信機であったことから、全ての L5 対応受信機についてこれを保証するものではなく、受信機の性能や局配置等の条件により干渉の発生は否定できない。

なお、無線通信規則に基づき国内周波数分配（J97³）では L5 帯は航空無線航行業務用であることが規定されており、無線航行衛星業務の局は同業務に対して干渉保護を要求することが出来ないことに留意する必要がある。

³周波数割当計画脚注 J97 では「この周波数帯における無線航行衛星業務の局は、決議第 609(WRC-07、改)の規定に従って運用するものとし、960-1215MHz の周波数帯における航空無線航行業務の局からの保護を要求してはならない。無線通信規則第 5.43A 号の規定は適用されない。無線通信規則第 21.18 号の規定を適用する。」とされている。

3.4 無線航行衛星 (MTSAT)

3.4.1 共用する測位衛星信号

L5 (測位補完)、L5Sa (測位技術実証)、L5Sb (測位技術実証)、L1C/A (測位補完)、L1C (測位技術実証)、L1Sa (サブメータ級補強、簡易メッセージ)、L1Sb (測位技術実証プラットフォームサービス)

3.4.2 与干渉の検討

共用検討の解析方法として、ITU-R 勧告 M. 1831 を適用し、QZSS から MTSAT (SBAS 受信機) への干渉を考慮した (C/N0) eff 値を算出し、要求値を満足することを確認した。なお、ITU-R 勧告 M1831 の干渉計算方法 (SSC と Gagg の使用) は、最悪 SSC と最悪 Gagg の組み合わせであり、実際の最悪ケースよりも厳しい結果となることに留意して検討を実施した。

検討の結果、上記の (C/N0) eff 値が基準値を満足することが確認されており、MTSAT システムは QZSS からの干渉を許容可能であることを確認した。以上から、共用可能である。

なお、MTSAT L5 信号の使用計画が無くなったことから、L5 に関する共用性検討を終了している。

3.4.3 被干渉の検討

解析手法として ITU-R M. 1831 を適用し、前提条件として、QZSS、GPS、Galileo、COMPASS、SBAS (MTSAT) の信号を考慮して解析を行った。その結果、L1-C/A、L1S、L1C のそれぞれの C/N0 (eff) を算出し、基準値を満足することが確認されている。以上から、共用可能である。

3.5 移動 (1.2GHz 帯特定ラジオマイク)

3.5.1 共用する測位衛星信号

L2C (測位補完)、L6 (センチメータ級補強)

3.5.2 与干渉の検討

机上検討により、感度点付近のワースト条件においても D/U が 69dB 程度となる結果が得られている。以上から、共用可能である。

3.5.3 被干渉の検討

(1) 共用検討に使用した諸元

共用検討に使用したパラメータを表参 2-3-21 及び表参 2-3-22 に示す。なお、送信アンテナ高の 30m は奥村・秦モデルの設定可能下限値であり、実際は地表面付近にて運用される。

表参 2- 3-21 検討に使用した諸元 (1.2GHz 帯特定ラジオマイク)

1.2GHz 帯特定ラジオマイク	諸元
中心周波数	1260MHz
占有帯域	300kHz
送信電力	50mW
送信アンテナ利得	0dBi
送信アンテナ高	30m

表参 2- 3-22 実測試験結果を元にした離隔距離計算の検討に使用したパラメータ
(L6 (LEX) 信号)

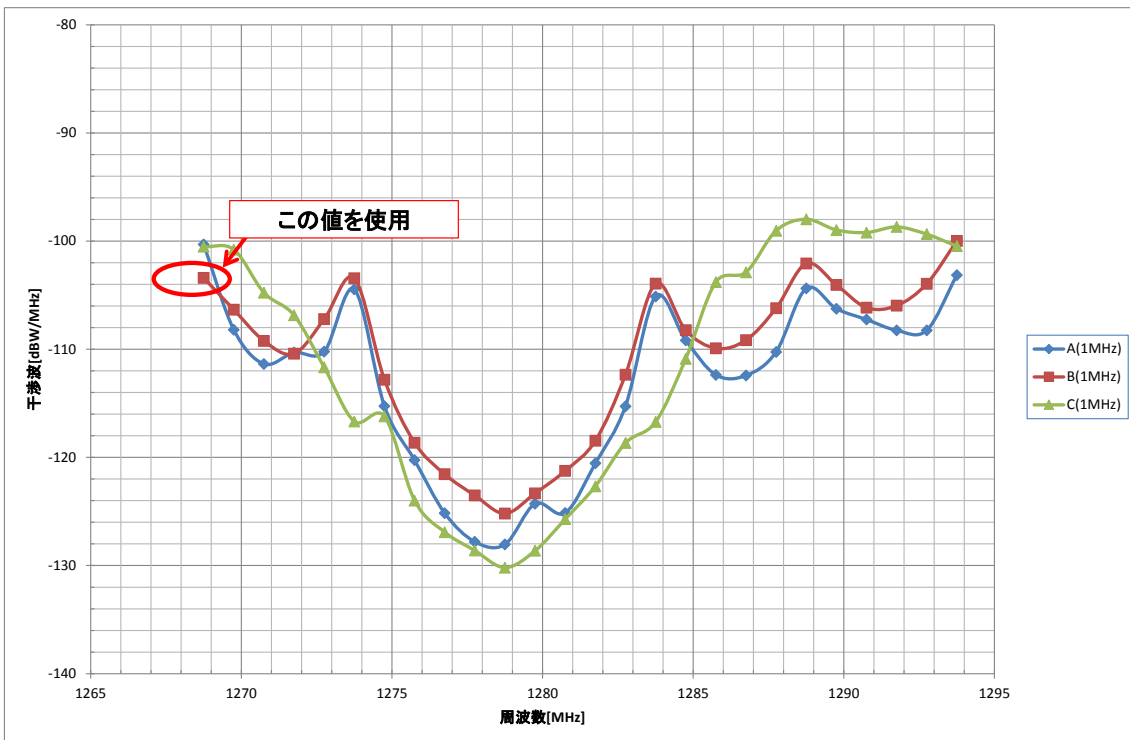
準天頂 L6 (LEX) 信号	机上検討	実測試験結果を用いた検討
受信アンテナ利得	6dBi	-※2
受信アンテナ高	2m	2m
許容干渉レベル (追尾)	-121dBW/MHz※1	-
許容干渉レベル (捕捉)	-127dBW/MHz※1	-
許容干渉レベル (復号)	-	-103.41dBW/MHz

※1 ITU-R 勧告 M.1902 の値を使用

※2 本検討における実測で求めた許容干渉レベルはアンテナ入力端での規定のため、受信アンテナ利得の考慮は不要である。

1.2GHz 帯特定ラジオマイクでは、実測によって得られた結果のうち、BPSK 変調で特定ラジオマイクの中心周波数に最も近い周波数帯 (1268.75MHz) での許容干渉レベルを用いて離隔距離の検討を行った。許容干渉レベルとして用いた値を図参 2- 3-3 に示す。

なお、許容干渉レベルは実測試験結果で最も厳しい値となった受信機の値を用いている。



図参 2- 3-3 許容干渉レベルとして用いた値 (1.2GHz 帯特定ラジオマイク)

(2) 離隔距離の計算結果

表参 2- 3-23 に計算結果を示す。許容干渉レベル (追尾) 及び許容干渉レベル (捕捉) は ITU-R 勧告 M. 1902 における許容干渉レベルを用いて算出した離隔距離である。さらに、許容干渉レベル (復号) は本検討の実測試験結果を用いた離隔距離である。

表参 2- 3-23 の結果を比較すると、実測試験結果を用いた離隔距離は、机上検討による離隔距離と比較して大幅に短くなることが判明した。これは、机上検討では L6 (LEX) 信号のメインローブ部の許容干渉レベルを用いているのに対し、実際には、1.2GHz 帯特定ラジオマイクの周波数が、L6 信号のメインローブ部から大きく外れているため、測位受信機の許容干渉レベルが高くなっていることに起因する。また、上述のように 1.2GHz 帯特定ラジオマイクは地表面付近で運用される場合が多いため、実際よりも離隔距離としては大きく見積られていることに留意する必要がある。

表参 2- 3-23 許容干渉レベルに対する離隔距離計算結果 (特定ラジオマイク)

1.2GHz 帯特定ラジオマイク	自由空間	奥村・秦 (都市)	奥村・秦 (郊外)	奥村・秦 (開放)
許容干渉レベル (追尾) (机上)	17km	約 500m	約 1.1km	約 3.8km
許容干渉レベル (捕捉) (机上)	35km	約 0.8km	約 1.6km	約 5.6km
許容干渉レベル (復号) (実測)	1.1km	約 114m	約 232m	約 813m

(3) 実測結果による受信機入力飽和レベルに対する離隔距離

1. 2GHz 帯特定ラジオマイクの周波数帯域は L2 帯、または L6 帯のメインローブからは大きく外れていることから、測距精度に対する影響は小さいと考えることができる。このため、本実測試験で得られた受信機入力飽和レベルを用い、受信機入力飽和レベルに対する離隔距離を算定した。

実測試験に使用した 4 つのアンテナのうち、受信機入力飽和レベルの低い値から 2 点を用い、受信機入力飽和レベルに対する離隔距離を算定した。検討に使用したパラメータを表参 2-3-24 及び表参 2-3-25 に示す。机上検討における受信機入力飽和レベルとしては、ITU-R 勧告 M.1902 にて示されている値を使用している。実測試験結果からの受信機入力飽和レベルとして用いた値は表参 2-3-25 に示す。

表参 2-3-24 受信機入力飽和レベルに対する離隔距離の検討に使用したパラメータ
(特定ラジオマイク)

1.2GHz 帯 特定ラジオマイク	諸元
中心周波数	1260MHz
送信電力	50mW
送信アンテナ利得	0dBi

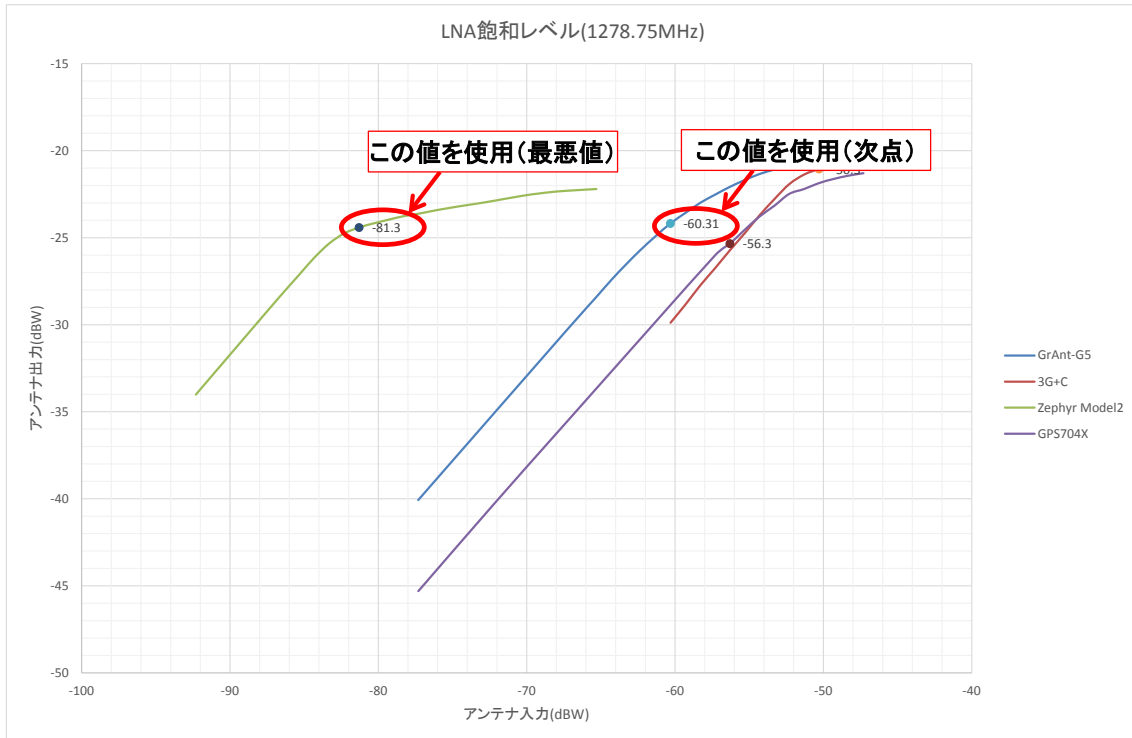
表参 2-3-25 受信機入力飽和レベルに対する離隔距離の検討に使用したパラメータ
(L6 (LEX) 信号)

準天頂 L6 (LEX) 信号	机上検討	実測試験結果を用いた検討	
受信アンテナ利得	6dBi	6dBi	6dBi
受信機入力飽和レベル	-70dBW ^{※1}	-75.3dBW ^{※2} (最悪値)	-54.3dBW ^{※2} (次点)

※1 ITU-R 勧告 M.1902 の値を使用

※2 受信アンテナ (受動) 利得の 6dBi を考慮している。

表参 2-3-26 に計算結果を示す。本検討における実測値の最悪値を用いても、机上検討の結果と大きく変わらない結果が得られた。また、2 番目に受信機入力飽和レベルが低いアンテナに関しては机上検討の結果と比較して離隔距離が大幅に短縮される結果が得られた。



図参 2- 3-4 受信機入力飽和として用いた値 (特定ラジオマイク)

表参 2- 3-26 受信機入力飽和レベルに対する離隔距離計算結果 (特定ラジオマイク)

1. 2GHz 帯特定ラジオマイク	離隔距離
机上検討	27m
実測試験の結果 (最悪値)	49m
実測試験の結果 (次点)	4. 4m

3.5.4 共用検討

1. 2GHz 帯特定ラジオマイクの周波数帯域は L2 帯、または L6 帯のメインローブからは大きく外れており、測距精度に対する影響は小さいと考えられていることから、受信機入力飽和に対する離隔距離により検討を実施したところ、机上検討における離隔距離は約 27m となった。実測試験結果を用いた離隔距離も、机上検討の結果と同等程度の値が得られており、離隔距離が非常に小さいことから、実用準天頂衛星システムに対する影響は考えにくい。以上から、共用可能である。

3.6 移動 (1.2GHz 帯画像伝送用携帯局)

3.6.1 共用する測位衛星信号

L6 (センチメートル級補強)

3.6.2 与干渉の検討

机上検討により、感度点付近のワースト条件においても D/U が 54dB 程度と、アナログテ

レビのカラー復調を行う上で問題がないという結果が得られている。

なお、現在、準天頂衛星「みちびき」が運用されているが、画像伝送用携帯局側の運用において特に支障となる混信が発生しているという報告はされていない。以上から、共用可能である。

3.6.3 被干渉の検討

(1) 検討に使用した諸元

共用検討に使用したパラメータを表参 2- 3-27 及び表参 2- 3-28 に示す。

表参 2- 3-27 検討に使用した諸元
(1. 2GHz 帯画像伝送用携帯局)

1. 2GHz 帯画像伝送用携帯局	諸元 (机上検討)	諸元 (実測試験)
中心周波数	1281. 5MHz	1281MHz
占有帯域	6MHz	6MHz
送信電力	1W (実運用ベース)	1W
送信アンテナ利得	0dBi	0dBi
送信アンテナ高	200m	200m

表参 2- 3-28 実測試験結果を元にした離隔距離計算の検討に使用した諸元
(準天頂 L6 (LEX) 信号)

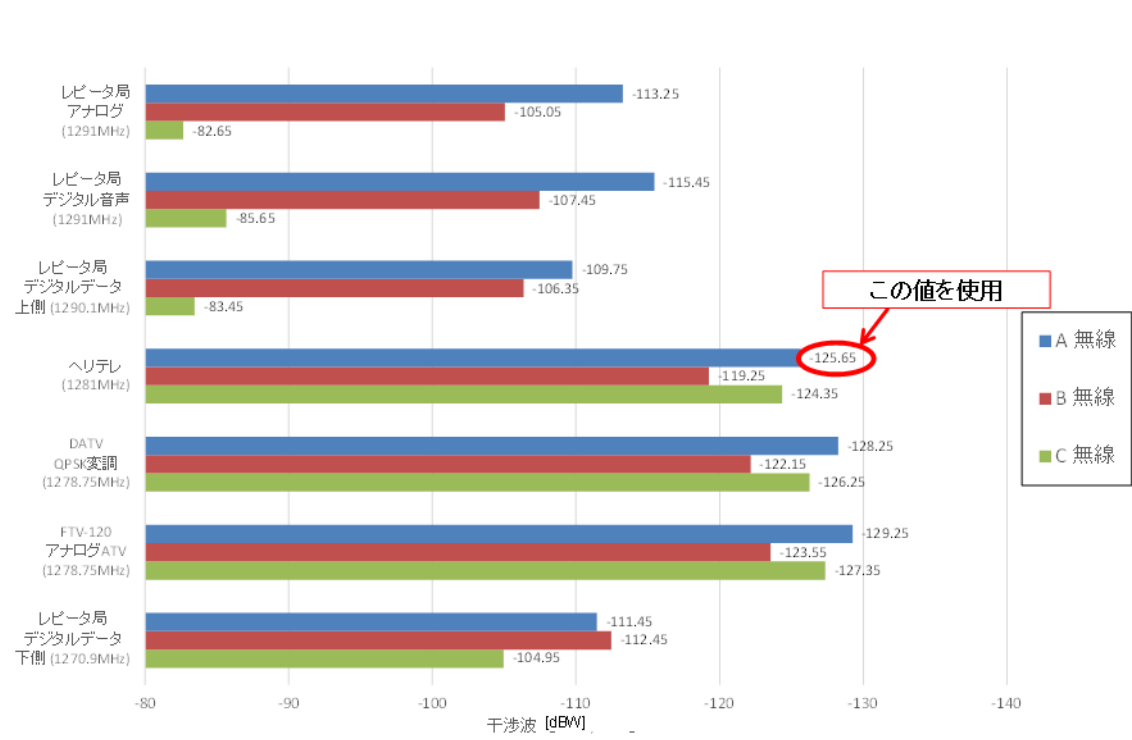
準天頂 L6 (LEX) 信号	机上検討	実測試験結果を用いた検討
受信アンテナ利得	6dBi	-※2
受信アンテナ高	2m	2m
許容干渉レベル (追尾)	-121dBW/MHz※1	-
許容干渉レベル (捕捉)	-127dBW/MHz※1	-
許容干渉レベル (復号)	-	-125. 65dBW (-133. 43dBW/MHz)

※1 ITU-R 勧告 M.1902 の値を使用

※2 本検討における実測で求めた許容干渉レベルはアンテナ入力端での規定のため、受信アンテナ利得の考慮は不要である。

1. 2GHz 帯画像伝送用携帯局では、実際の業務に使用される送信機の許容干渉レベルを用いて離隔距離の検討を行った。許容干渉レベルとして用いた値を図参 2- 3-5 に示す。

なお、許容干渉レベルは実測試験結果で最も厳しい値となった受信機の値を用いている。



図参 2- 3-5 許容干渉レベルとして用いた値 (1.2GHz 帯画像伝送用携帯局)

(2) 離隔距離の計算結果

表参 2- 3-29 に計算結果を示す。許容干渉レベル (追尾) 及び許容干渉レベル (捕捉) は ITU-R 勧告 M. 1902 における許容干渉レベルを用いた離隔距離である。許容干渉レベル (復号) は本検討の実測試験結果を用いた離隔距離である。

表参 2- 3-29 の結果を比較すると、本検討の実測試験結果を用いた離隔距離は、机上検討による離隔距離とほぼ同じ値となっている。

表参 2- 3-29 許容干渉レベルに対する離隔距離計算結果
(1.2GHz 帯画像伝送用携帯局)

1.2GHz 帯画像伝送用携帯局	自由空間	奥村・秦 (都市)	奥村・秦 (郊外)	奥村・秦 (開放)
許容干渉レベル (追尾) (机上)	17km	約 1.1km	約 2.6km	約 11.6km
許容干渉レベル (捕捉) (机上)	34km	約 1.8km	約 4.2km	約 18.4km
許容干渉レベル (復号) (実測)	35.7km	約 1.9km	約 4.3km	約 19.0km

(3) 共用検討

諸元値から算出した離隔距離をもとに、実用準天頂衛星システムに対する影響度を検討した。

1.2GHz 帯画像伝送用携帯局については、年間延べフライト日数は 2210 日であり、通常一日あたり 10~15 分のフライトを 2~3 回行う。この情報を元に、以下の条件で実用準天頂衛星

システムに対する影響度について検討を行った。

- 実際の運用状況より、年間延べフライト日数のうち、45%が都市(離隔距離 1.8km)、50%が郊外(離隔距離 4.2km)、5%が開放空間(離隔距離 18.4km)とする。
- 一日あたりのフライト時間は30分とする。(年間延べフライト時間 1105時間)
- 離隔面積と運用時間から干渉確率を計算する。ただし、離隔面積は離隔距離を半径とする円の面積とする。
- 国土面積として、携帯電話のカバーエリア面積 242031 メッシュ⁴を国土面積として計算する。なお、日本国土の陸地部分の総メッシュ数は379148メッシュである。

以上より1.2GHz帯画像伝送用携帯局による実用準天頂衛星システムに対する影響度は机上検討の値を用いた場合、0.0045%となり、1.2GHz帯画像伝送用携帯局の運用実態を踏まえると、実用準天頂衛星システムで許容されているサービスの未達成確率に比べても非常に小さい値である。

さらに、本検討における実測試験結果を用いた離隔距離を用いて、実用準天頂衛星システムに対する影響度を検討すると、0.0047%となり、実用準天頂衛星システムで許容されているサービスの未達成確率に比べても非常に小さい値であることから、影響は許容範囲内であると考えられる。以上から、共用可能である。

3.7 移動(特定小電力、構内無線局)

3.7.1 共用する測位衛星信号

L2C(測位補完)、L6(センチメートル級補強)

3.7.2 与干渉の検討

机上検討により、感度点付近のワースト条件においてもD/Uが67dB程度となる結果が得られている。また、受信機の熱雑音から、衛星信号の電力密度はノイズフロア以下であることが確認されている。

なお、現在、準天頂衛星「みちびき」が運用されているが、特定小電力無線局、構内無線局側の運用において特に支障となる混信が発生しているという報告はされていない。以上から、共用可能である。

3.7.3 被干渉の検討(特定小電力無線局)

(1) 特定小電力無線局の検討に使用した諸元

特定小電力無線局の共用検討に使用したパラメータを表参2-3-30及び表参2-3-31に示す。また、表参2-3-31のパラメータのうち、受信アンテナ高さ以外はITU-R勧告M.1902の値を使用している。

⁴ 1メッシュ=1km²、平成20年度末時点 携帯電話エリア整備推進検討会報告書より

表参 2- 3-30 検討に使用した諸元
(特定小電力無線局)

特定小電力無線局	諸元
中心周波数	1217MHz
送信電力	0.01W
送信アンテナ利得	0dBi
送信アンテナ高	30m

表参 2- 3-31 検討に使用した諸元
(L2 信号)

準天頂 L2 信号	机上検討
受信アンテナ利得	3dBi
受信アンテナ高	2m
RF filter(3dB) 帯域幅	24.0MHz
Pre-correlation filter(3dB) 帯域幅	20.46MHz
許容干渉レベル (追尾)	-151.4dBW
許容干渉レベル (捕捉)	-157.4dBW

- (2) 特定小電力無線局の離隔距離の計算結果
表参 2- 3-32 に計算結果を示す。

表参 2- 3-32 許容干渉レベルに対する離隔距離計算結果 (特定小電力無線局)

特定小電力無線局	自由空間	奥村・秦 (都市)	奥村・秦 (郊外)	奥村・秦 (開放)
机上検討(許容干渉レベル (追尾))	103km	1.5km	3.0km	10.4km
机上検討(許容干渉レベル (捕捉))	205km	2.2km	4.4km	15.4km

- (3) 特定小電力無線局の受信機入力飽和レベルに対する離隔距離

特定小電力無線局の周波数帯域は L2 帯のメインローブからは大きく外れていることから、測距精度に対する影響は小さいと考えられている。そのため、受信機入力飽和に対する離隔距離を算定した。

表参 2- 3-33 受信機入力飽和レベルに対する離隔距離の検討に使用した諸元
(特定小電力無線局)

構内無線局	諸元
中心周波数	1217MHz
送信電力	0.01W
送信アンテナ利得	0dBi

表参 2- 3-34 受信機入力飽和レベルに対する離隔距離の検討に使用した諸元
(L2 信号)

準天頂 L2 信号	机上検討
受信アンテナ利得	3dBi
受信機入力飽和レベル	-70dBW ^{**}

※ ITU-R 勧告 M.1902 の値を使用

上記の条件での計算の結果、離隔距離は約 8.8m という結果となった。

(4) 特定小電力無線局の共用検討

特定小電力無線局の周波数帯域は L2 帯のメインローブからは大きく外れているため、測距精度に対する影響は小さいと考えられることから、受信機入力飽和に対する離隔距離により検討を実施したところ、机上検討における離隔距離は約 8.8m となり、離隔距離が非常に小さく、実用準天頂衛星システムに対する影響は考えにくい。以上から、共用可能である。

3.7.4 被干渉の検討 (構内無線局)

(1) 構内無線局の検討に使用した諸元

構内無線局の共用検討に使用したパラメータを表参 2- 3-35 及び表参 2- 3-36 に示す。また、表参 2- 3-36 のパラメータのうち、受信アンテナ高さ以外は ITU-R 勧告 M.1902 の値を使用している。

表参 2- 3-35 検討に使用した諸元
(構内無線局)

構内無線局	諸元
中心周波数	1217MHz
占有帯域	16kHz
送信電力	0.1W
送信アンテナ利得	0dBi
送信アンテナ高	30m

表参 2- 3-36 検討に使用した諸元
(L2 信号)

準天頂 L2 信号	机上検討
受信アンテナ利得	3dBi
受信アンテナ高	2m
RF filter(3dB) 帯域幅	24.0MHz
Pre-correlation filter(3dB) 帯域幅	20.46MHz
許容干渉レベル (追尾)	-151.4dBW
許容干渉レベル (捕捉)	-157.4dBW

- (2) 構内無線局の離隔距離の計算結果
表参 2- 3-37 に計算結果を示す。

表参 2- 3-37 許容干渉レベルに対する離隔距離計算結果 (構内無線局)

構内無線局	自由空間	奥村・秦 (都市)	奥村・秦 (郊外)	奥村・秦 (開放)
机上検討 (許容干渉レベル (追尾))	325km	2.8km	5.7km	20.0km
机上検討 (許容干渉レベル (捕捉))	649km	4.2km	8.5km	30.0km

- (3) 構内無線局の受信機入力飽和レベルに対する離隔距離

構内無線局の周波数帯域は L2 帯のメインローブからは大きく外れていることから、測距精度に対する影響は小さいと考えられている。そのため、受信機入力飽和に対する離隔距離を算定した。

表参 2- 3-38 受信機入力飽和レベルに対する離隔距離の検討に使用した諸元
(構内無線局)

構内無線局	諸元
中心周波数	1217MHz
送信電力	0.1W
送信アンテナ 利得	0dBi

参考資料3 総合試験結果

1 概要

アマチュア無線レピータ局との共用条件を確認するため、屋内試験及び屋外試験を実施した。

屋内試験では、準天頂衛星「みちびき」からのL1信号及びL6信号をRFレコーダに記録し、シグナルジェネレータにより模擬したアマチュア無線レピータ局の信号を干渉波として、L6信号受信機の許容干渉レベルを測定した。

測定に際しては、複数のフィルタを挿入することで許容干渉レベルがどの程度改善するかも測定した。

屋外試験では、アマチュア無線レピータ局からの電波が発射された環境で、アマチュア無線レピータ局からの距離を変化させ、アマチュア無線レピータ局からの信号強度を測定するとともに準天頂衛星「みちびき」L6信号の受信可否を確認した。

2 屋内試験

2.1 使用機器

2.1.1 測位受信機

測定試験に使用した測位受信機は、LEX 信号を受信し、補強信号を出力するものである。試験では測定試験の受信機には、古野電気社製 LRY-10000、コア社製ソフトウェア多周波受信機（RF 部はハードウェア）を使用した。昨年度は JAVAD 社製 DELTA-3 も使用したが、昨年度の測定結果より特性が古野電気製 LRY-10000 と類似していたため今年度の試験では用いていない。各製品の概要を以下に示す。また、参考のため JAVAD 社製 DELTA-3 の概要も示す。

(1) 古野電気社製 LRY-10000

古野電気社製 LRY-10000 の主要諸元を表参 3- 2-1 に、外観を図参 3- 2-1 に示す。

表参 3- 2-1 古野電気社製 LRY-10000 の主要諸元

項目	仕様
受信信号	GPS: L1-C/A、SBAS: L1-C/A、QZS: L1-C/A, L1-SAIF, LEX
インターフェース	RS 232C (2 系統)、LAN、1PPS OUT
受信チャンネル数	L1: 12ch、L1-SAIF: 3ch、SBAS: 2ch、LEX: 3ch
出力更新レート	1Hz or 5Hz
データ出力レイテンシー	1 秒以内 (LEX メッセージの最終フレーム受信後)
電源	AC 100V (AC アダプタ仕様)
アンテナ電源	5VDC 100mA (MAX)
付属品	AC アダプタ、モニタ・ソフト含む

出典) 古野電気社カタログより



図参 3- 2-1 古野電気社製 LRY-10000

出典) 古野電気社カタログより

古野電気社製 LRY-10000 を PC に接続した際の画面を図参 3- 2-2 に示す。図中の赤枠内を参考として復号判定を行い、図中の緑枠内を参考として C/N₀ の値を記録した。

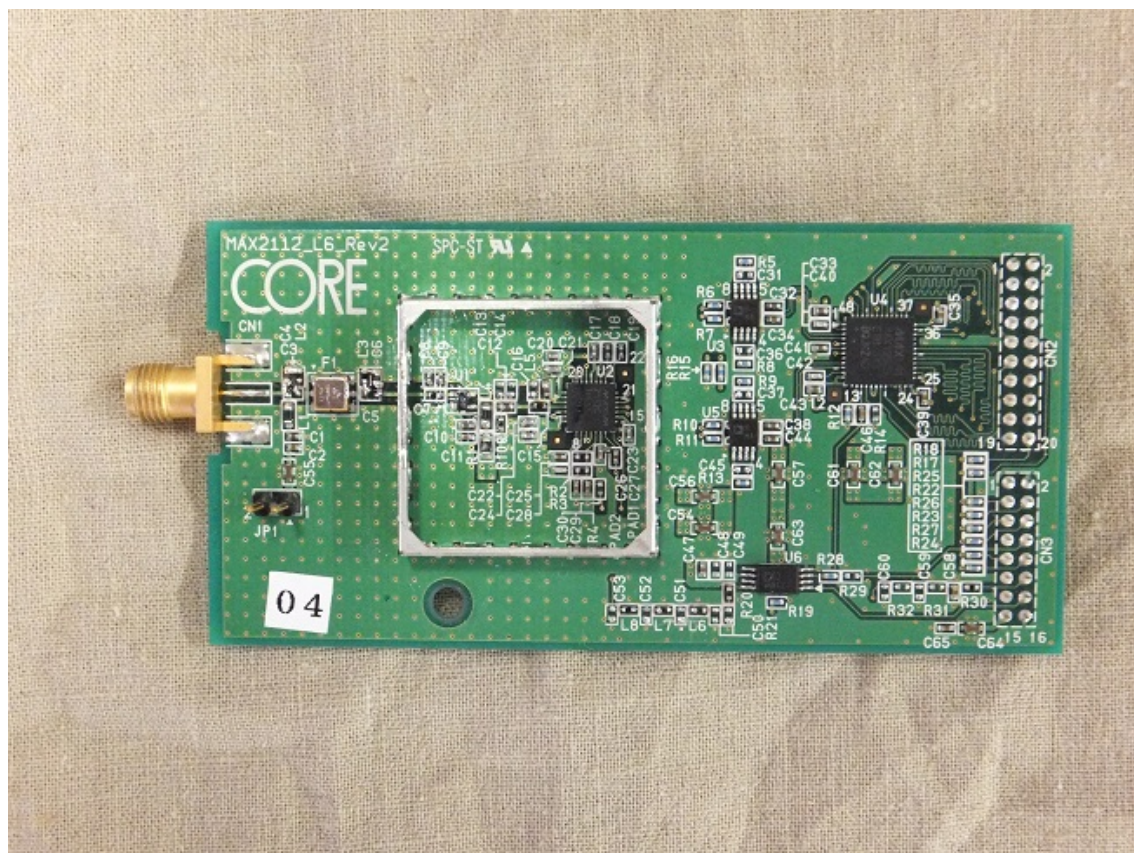
ch	PRN	Usable Flag	Pseudo-Range	Delta-Range	Acc.Time	C/N ₀	ADR	ADR Phas	Continue Time	Time
0	GPS									
1	GPS									
2	GPS									
3	GPS									
4	GPS									
5	GPS									
6	GPS									
7	GPS									
8	GPS									
9	GPS									
10	GPS									
11	GPS									
12	QZS									
13	QZS									
14	QZS									
15	SBAS									
16	SBAS									
17	SAIF									
18	SAIF									
19	SAIF									
20	LEX									
21	LEX									
22	LEX									

図参 3- 2-2 PC 画面（古野電気社製 LRY-10000）

出典）古野電気社提供ソフトウェア画面より MRI 作成

(2) コア社製ソフトウェア多周波受信機

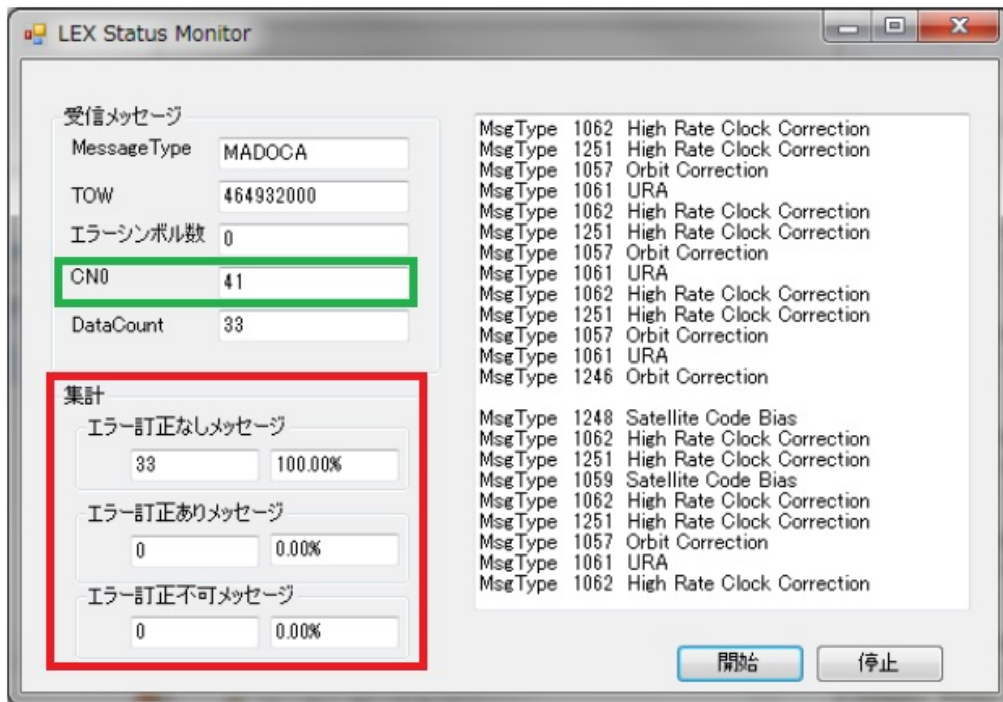
コア社製ソフトウェア多周波受信機はRF データストリーマ及びソフトウェア受信機アプリで構成される。RF データストリーマの外観を図参 3- 2-3 に示す。



図参 3- 2-3 コア社製 RF データストリーマの外観

出典) コア社提供

コア社製 RF データストリーマを PC に接続した際の画面を図参 3- 2-4 に示す。図中の赤枠内を参考として復号判定を行い、図中の緑枠内を参考として C/N_0 の値を記録した。



図参 3- 2-4 PC 画面 (コア社製 RF データストリーマ)

出典) コア社取扱説明書より MRI 作成

(3) JAVAD 社製 DELTA-3 (参考)

JAVAD 社製 DELTA-3 の主要諸元を表参 3- 2-2 に、外観を図参 3- 2-5 に示す。

表参 3- 2-2 JAVAD 社製 DELTA-3 の主要諸元

Performance Specifications	
Autonomous	<2 m
Static, Fast Static accuracy	Horizontal: 0.3 cm + 0.1 ppm * base_line_length* Vertical: 0.35 cm + 0.4 ppm * base_line_length*
Kinematic accuracy	Horizontal: 1 cm + 1 ppm * base_line_length Vertical: 1.5 cm + 1.5 ppm * base_line_length
RTK (OTF) accuracy	Horizontal: 1 cm + 1 ppm * base_line_length Vertical: 1.5 cm + 1.5 ppm * base_line_length
DGPS accuracy	< 0.25 m (post-processing) < 0.5 m (real-time)
Real-time heading accuracy	~ 0.004/L [rad] RMS, where L is the antenna separation in [m]
Cold Start	<35 seconds
Warm Start	<5 seconds
Reacquisition	<1 second

出典) JAVAD 社カタログより



図参 3- 2-5 JAVAD 社製 DELTA-3 の外観

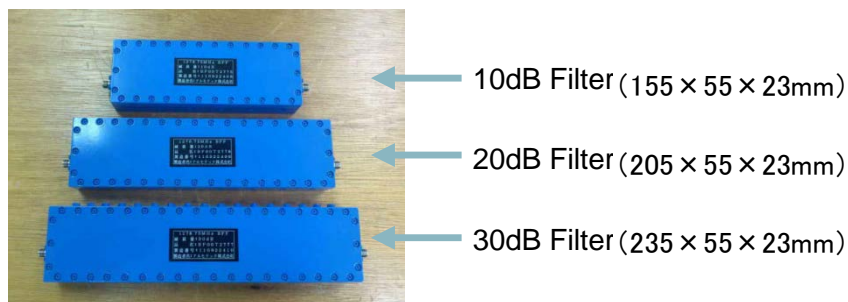
出典) JAVAD 社カタログより

2.2 フィルタ

バンドパスフィルタとしては一昨年度の共用検討で使用されたフィルタと今回試作した SAW フィルタ 2 種類を用いた。

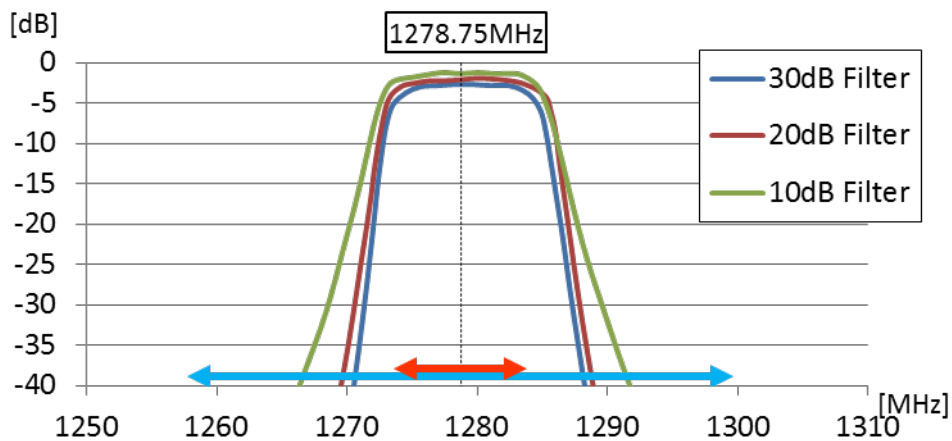
2.2.1 高減衰フィルタ

一昨年度の共用検討に使用されたフィルタであり、その外観を図参 3-2-6 に、減衰特性を図参 3- 2-7 に、遅延特性を図参 3- 2-8 に示す。遅延量は L6 信号の中心周波数の 1276.75MHz で約 175ns であり、単体 SAW フィルタの約 80ns、構造体 SAW フィルタの約 10ns と比較すると大きいことが分かる。示す。試験では 30dB Filter と呼ばれるフィルタを利用した。30dB Filter のサイズは 235×55×23mm である。



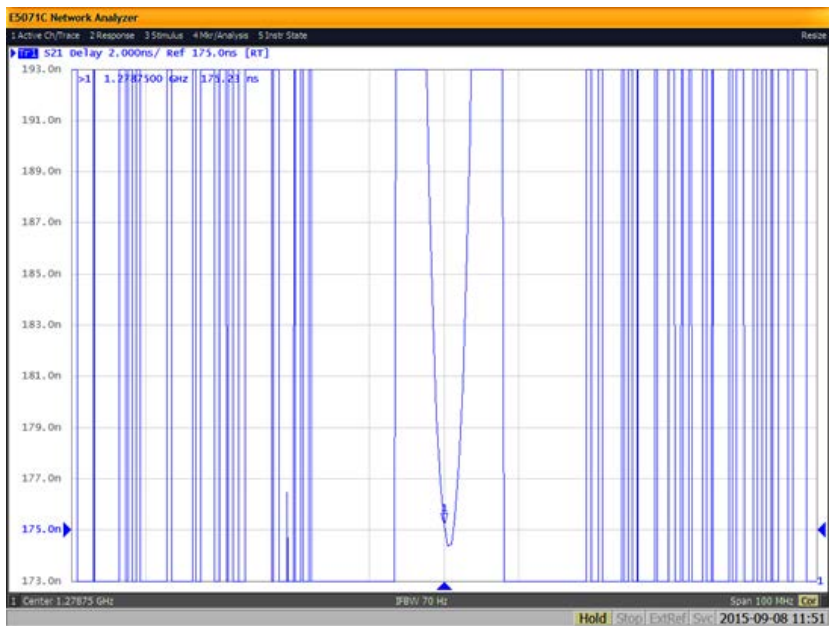
図参 3- 2-6 検討に使用された BPF

出典) 平成 25 年度「新たに導入する 900MHz 帯センサー無線システム及び UWB 無線システムの周波数有効利用のための周波数共用技術に関する技術的条件の検討」のうち「実用準天頂衛星システムとアマチュア無線局の周波数共用条件報告書」



図参 3- 2-7 BPF1 の特性

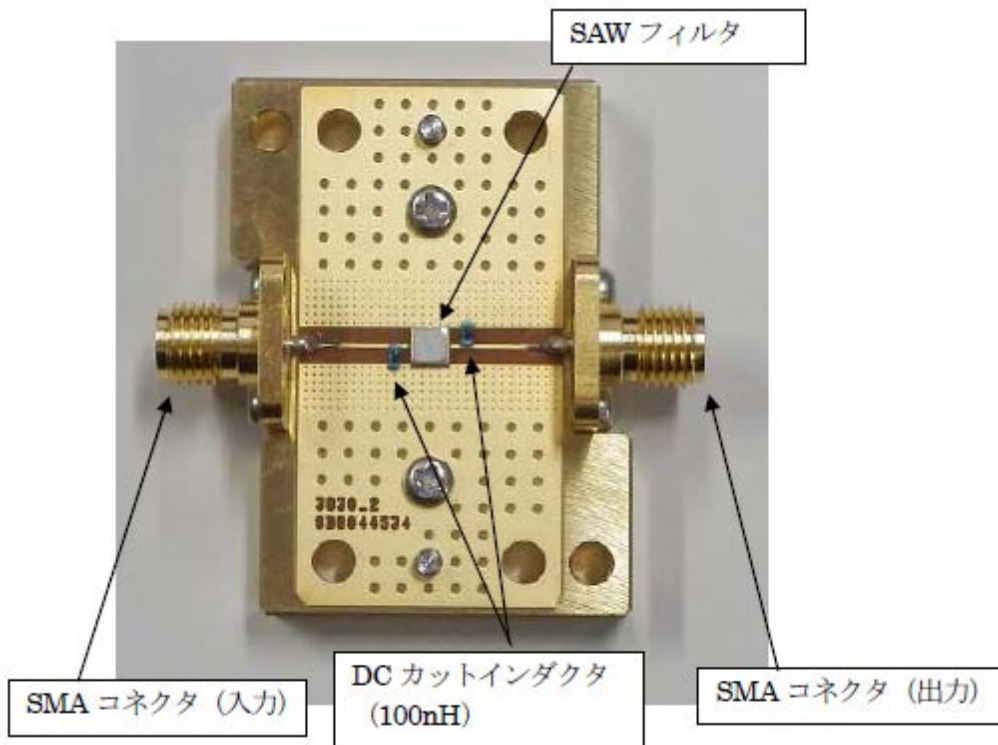
出典) 平成 25 年度「新たに導入する 900MHz 帯センサー無線システム及び UWB 無線システムの周波数有効利用のための周波数共用技術に関する技術的条件の検討」のうち「実用準天頂衛星システムとアマチュア無線局の周波数共用条件報告書」より MRI 作成



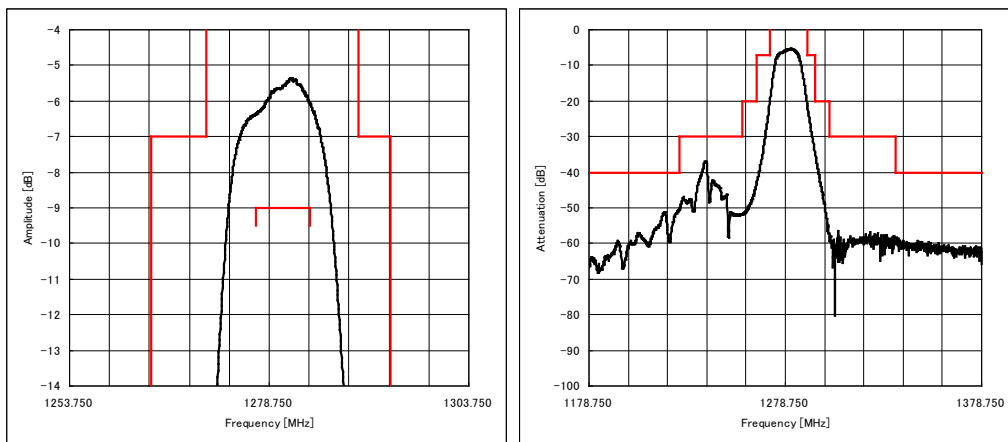
図参 3- 2-8 30dB フィルタの遅延特性

2.2.2 SAW フィルタ

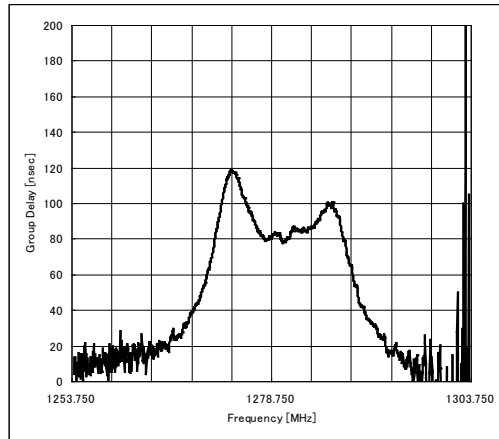
試験に用いた SAW フィルタは非対称単体 SAW フィルタと構造体 SAW フィルタの二種類である。各フィルタの外観、特性、回路図を図参 3-2-9 から図参 3-2-12 に示す。



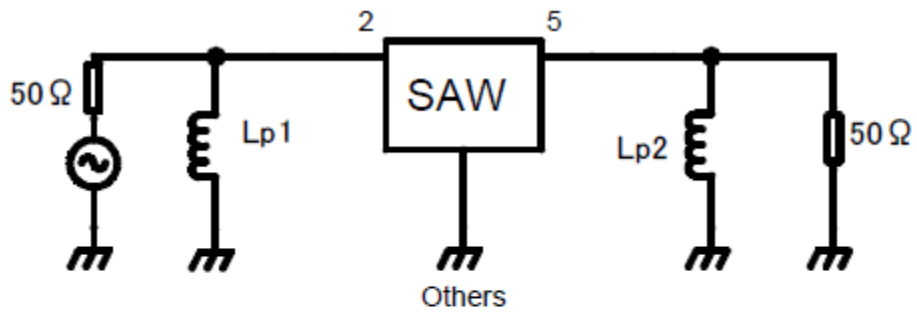
図参 3- 2-9 非対称 SAW フィルタの外観 (コネクタ接続状態)



図参 3- 2-10 非対称単体 SAW フィルタの透過特性

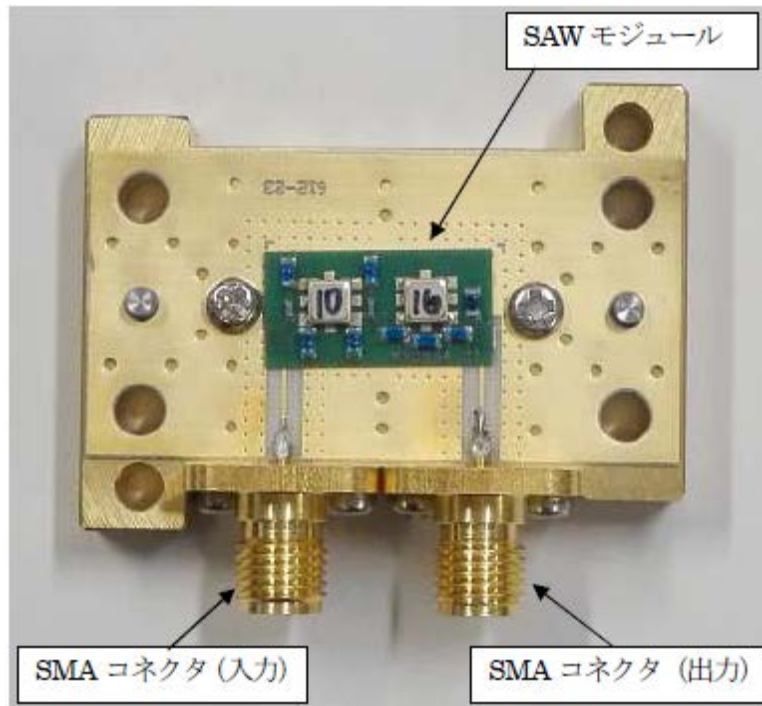


図参 3- 2-11 非対称単体 SAW フィルタの群遅延特性

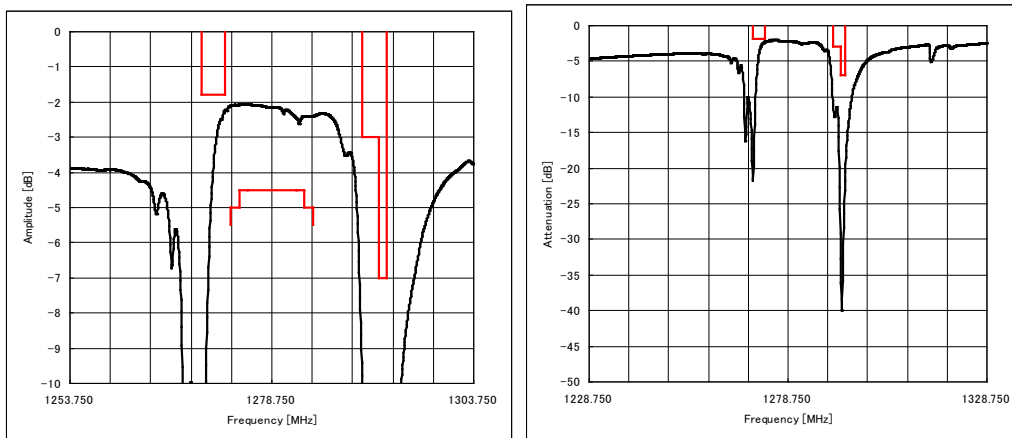


記号	定格	規格
Lp1	100nH	村田製作所: LQW18ANR10G00D
Lp2	100nH	村田製作所: LQW18ANR10G00D

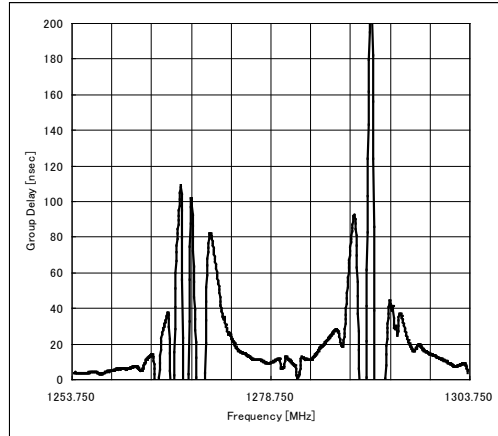
図参 3- 2-12 非対称単体 SAW フィルタの回路図



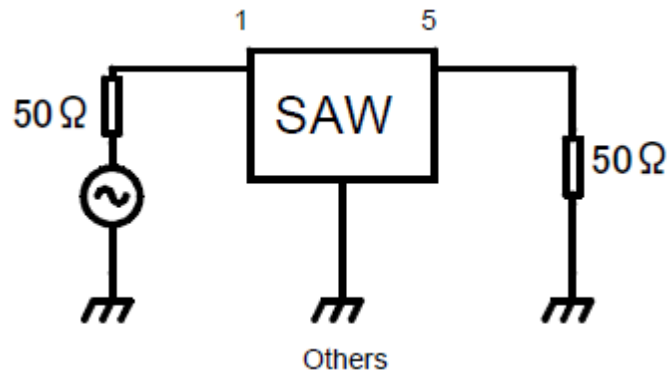
図参 3- 2-13 構造体 SAW フィルタの外観 (コネクタ接続状態)



図参 3- 2-14 構造体 SAW フィルタの透過特性



図参 3- 2-15 単体 SAW フィルタの群遅延特性



図参 3- 2-16 構造体 SAW フィルタの回路図

2.3 計測に使用した機器

計測に使用した機器の一覧を表参 3- 2-3 に示す。

表参 3- 2-3 計測に使用した機器一覧

機器		製造元
スペクトルアナライザ	MS2712E	アンリツ
デジタル変調信号発生器	N5182A/E4438C	キーサイト
RF レコーダ	MP7300	ADIVIC

2.4 測定試験概要

2015年9月7日（月）～9月11日（金）、NEC 府中事業場において測定試験を実施した。

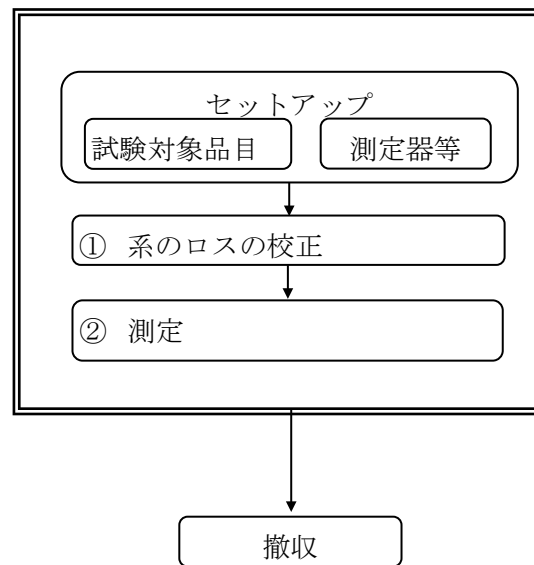
2.4.1 目的

本試験は、高減衰フィルタ及び SAW フィルタを供試体として、RF レコーダからの希望

波信号に SG からの妨害波を加え、L6 受信機にて RF 受信を確認することで、アマチュア無線レピータ局との共用条件を確認するために試作したフィルタによる妨害波の減衰効果を確認することを目的とする。

2.4.2 試験フロー

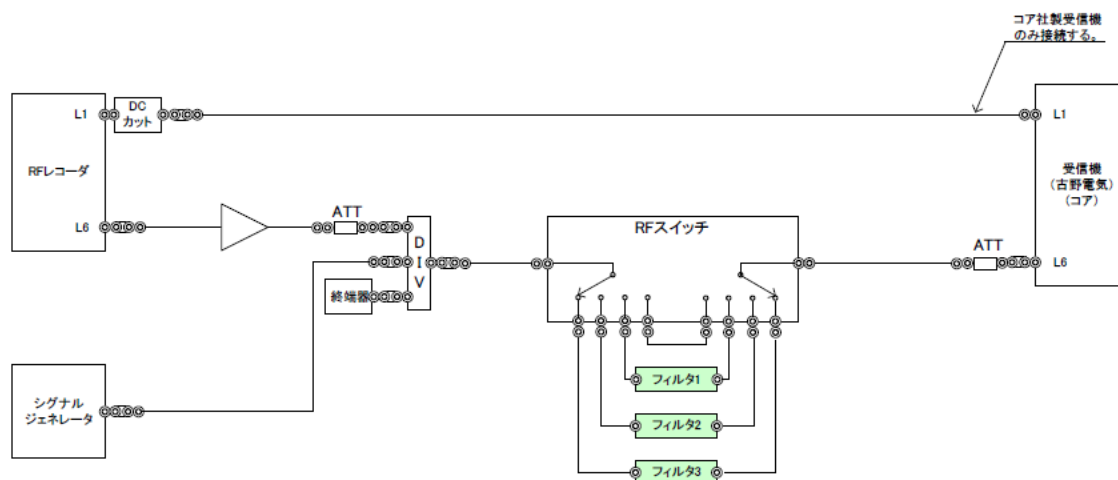
試験フローを以下に示す。



図参 3- 2-17 屋内試験フロー

2.4.3 試験系統図

試験の系統図を以下に示す。



図参 3- 2-18 試験系統図

2.4.4 試験に用いた干渉源

試験に用いた干渉源を表参 3- 2-4 に示す。

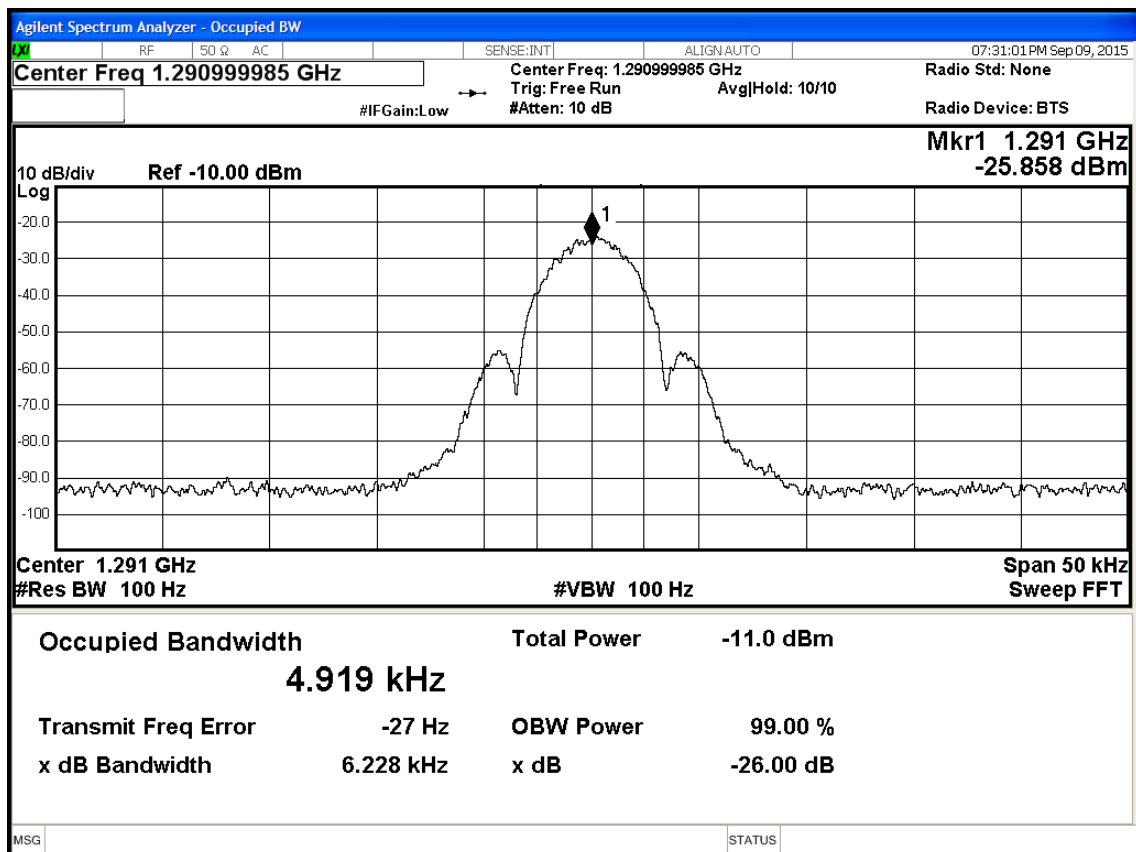
表参 3- 2-4 試験に用いた干渉源

干渉源
アマチュアレピータ局デジタル音声 (模擬)
アマチュアレピータ局デジタルデータ (模擬)
アマチュアレピータ局アナログ音声 (模擬)

以下ではこれらの干渉波の詳細を示す。

(1) アマチュア無線レピータ局の模擬信号 (デジタル音声)

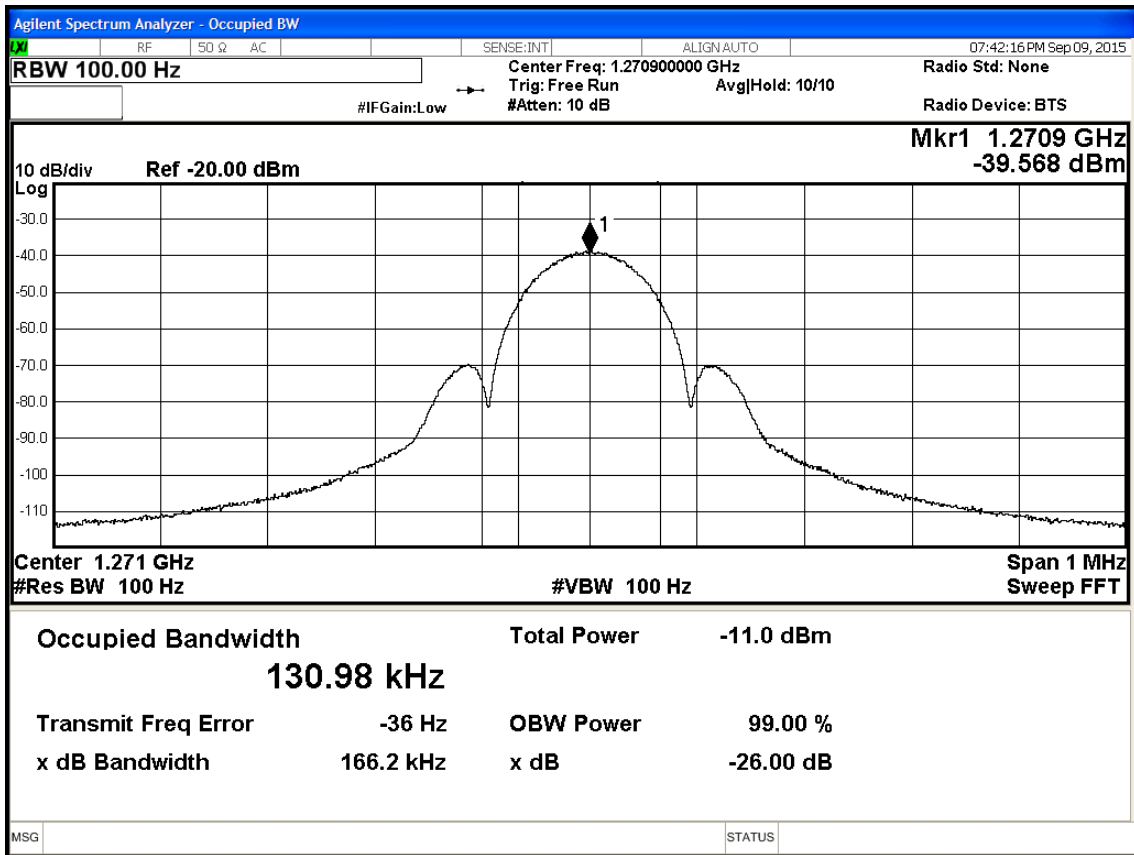
周波数	1291MHz	SPAN	50kHz
ビットレート	4.8kbps	帯域幅 (Occupied Bandwidth)	4.919kHz
変調	MSK	トータルパワー (Ch Power)	-11.0dBm
フィルタ	ガウシアン 0.5		



図参 3- 2-19 模擬デジタル音声の波形 (1291MHz)

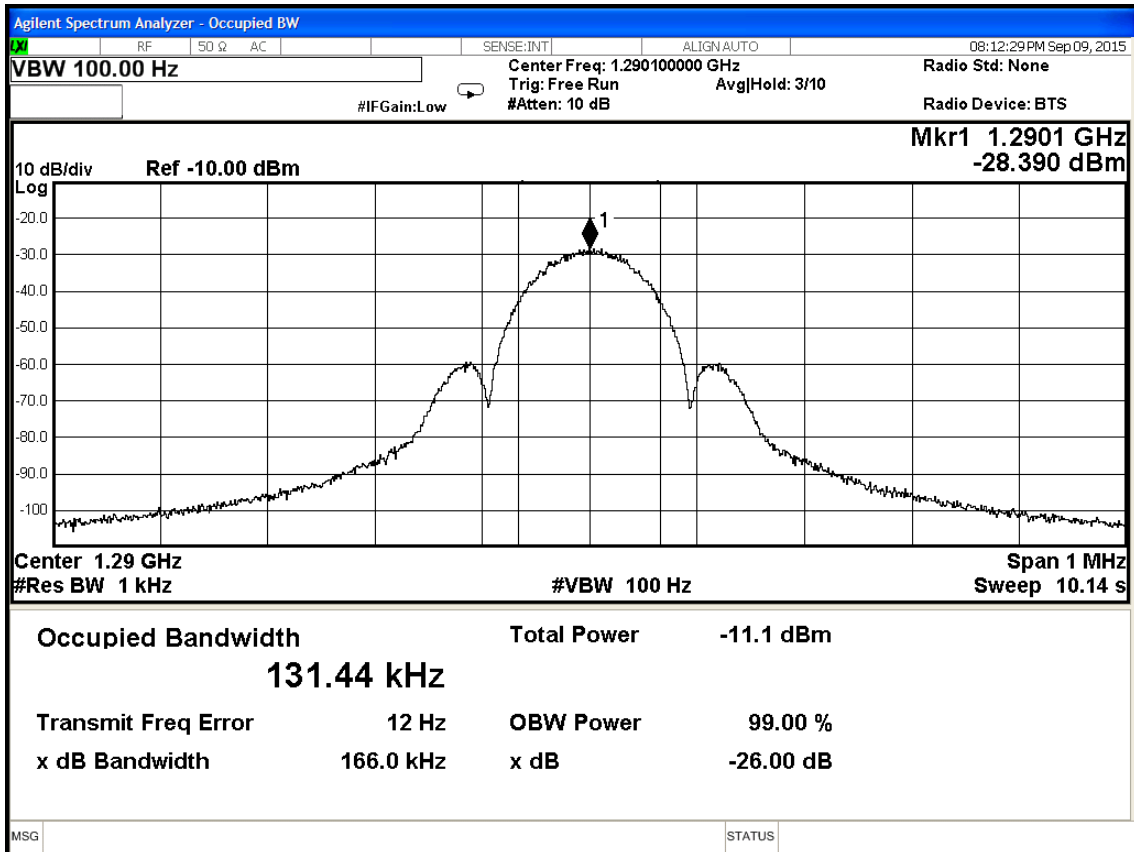
(2) アマチュア無線レピータ局の模擬信号 (デジタルデータ)

周波数	1270.9MHz	SPAN	1MHz
ビットレート	128kbps	帯域幅 (Occupied Bandwidth)	130.98kHz
変調	MSK	トータルパワー (Ch Power)	-11.0dBm
フィルタ	ガウシアン 0.5		



図参 3- 2-20 模擬デジタルデータの波形 (1270.9MHz)

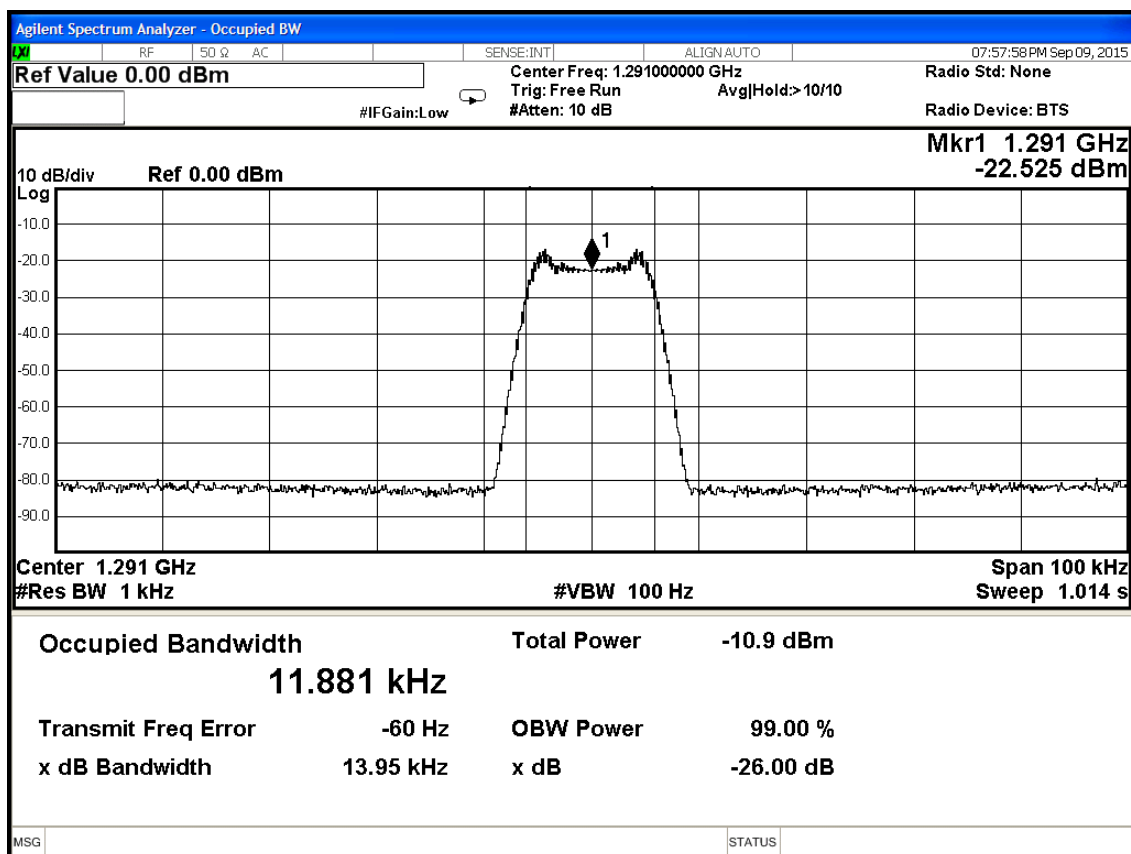
周波数	1290.1MHz	SPAN	1MHz
ビットレート	128kbps	帯域幅 (Occupied Bandwidth)	131.44kHz
変調	MSK	トータルパワー (Ch Power)	-11.1dBm
フィルタ	ガウシアン 0.5		



図参 3- 2-21 模擬デジタルデータの波形 (1290.1MHz)

(3) アマチュア無線レピータ局の模擬信号 (アナログ音声)

周波数	1291MHz	SPAN	100kHz
変調	FM	帯域幅 (Occupied Bandwidth)	11.881kHz
周波数偏移	5kHz	トータルパワー (Ch Power)	-10.9dBm
変調周波数	400Hz		



図参 3- 2-22 模擬アナログ音声の波形 (1291MHz)

2.5 測定試験結果

測定試験結果を受信機ごとに示す。尚、グラフの凡例は以下を示している。

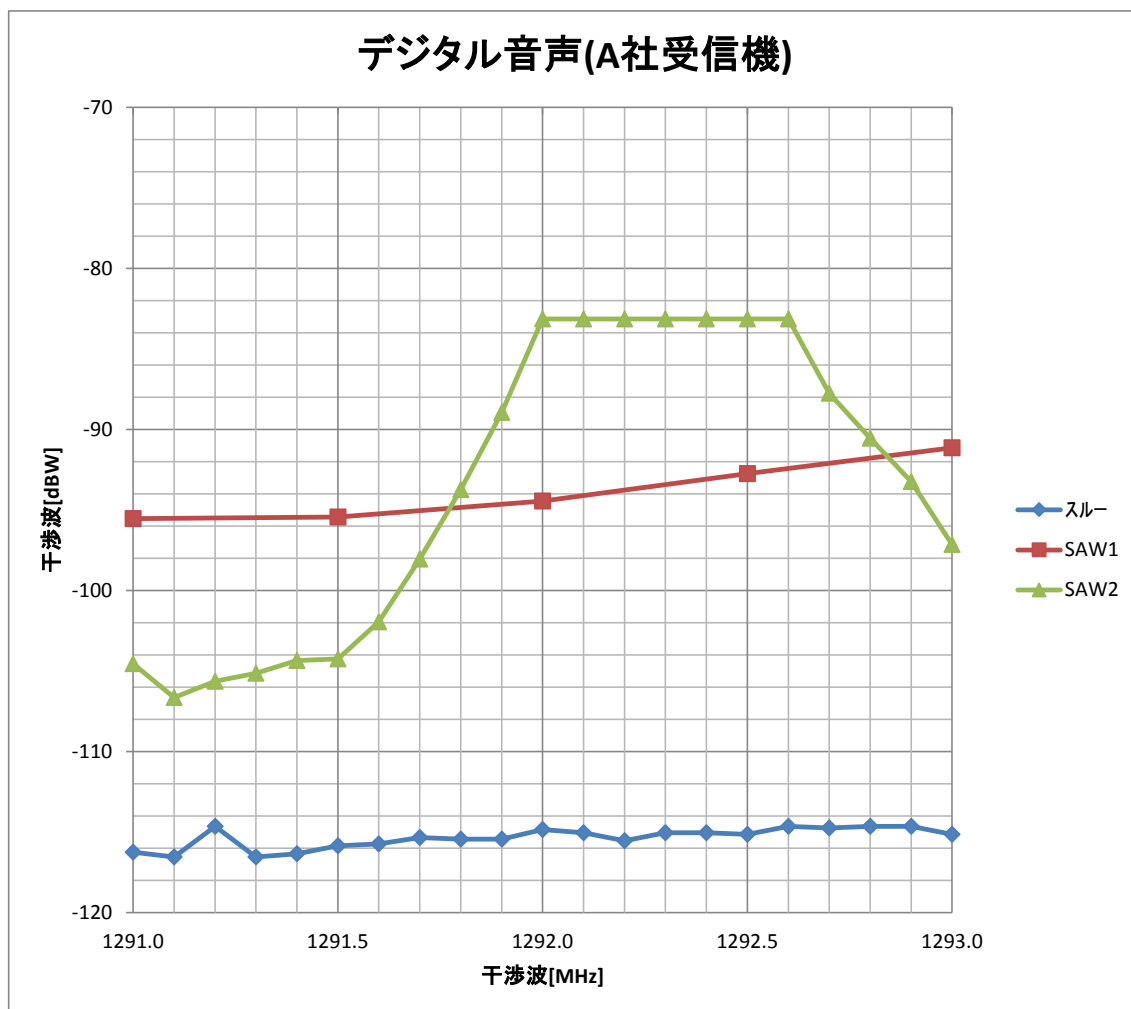
- スルー フィルタ無し
- FIL1 高減衰フィルタ (30dB フィルタ)
- SAW1 非対称 SAW フィルタ
- SAW2 構造体 SAW フィルタ

なお、高減衰フィルタを挿入した場合、測定した周波数範囲ではシグナルジェネレータの最大出力で干渉することなく、正常にデータの復号が行われた。

2.5.1 A社製受信機

(1) デジタル音声

アマチュア無線レピータ局のデジタル音声信号による許容干渉レベルを測定した。その結果を以下に示す。

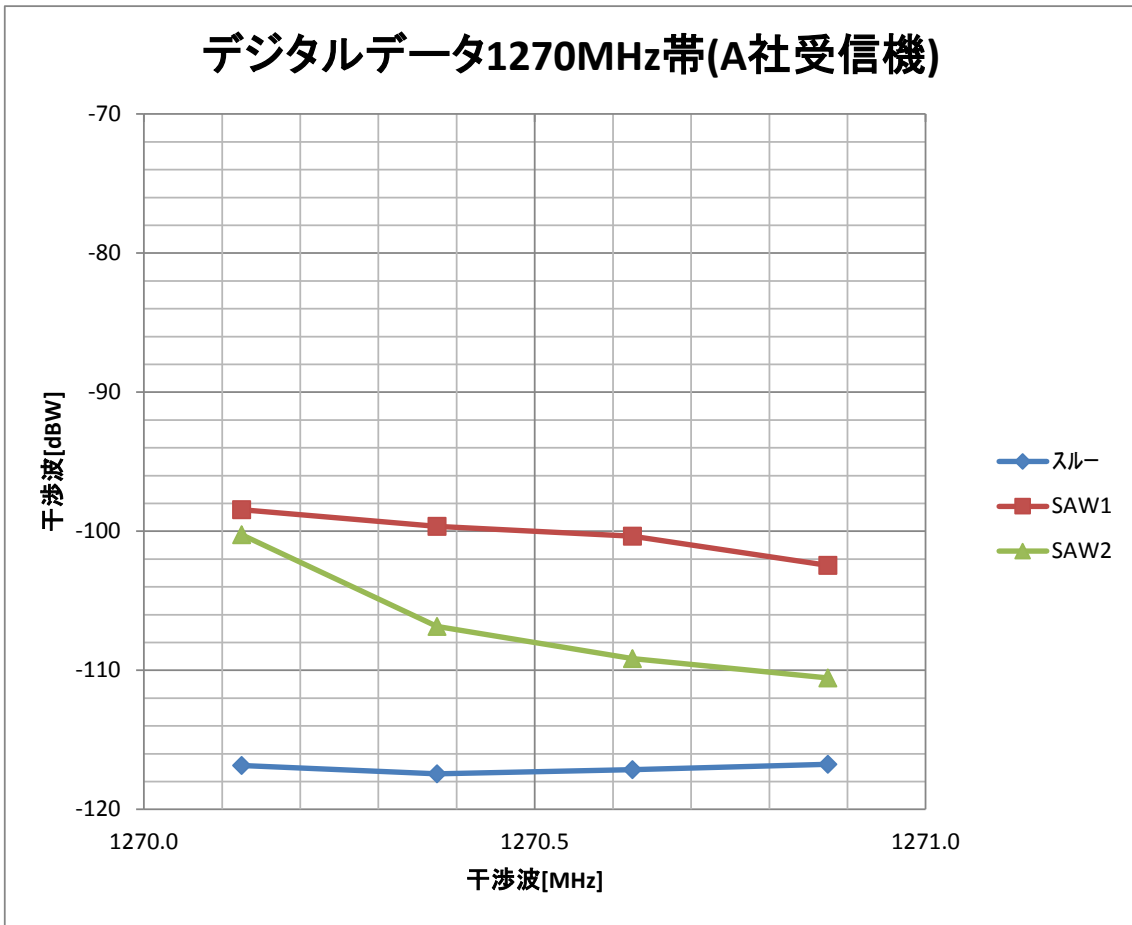


図参 3- 2-23 アマチュア無線レピータ局デジタル音声信号に対する許容干渉レベル

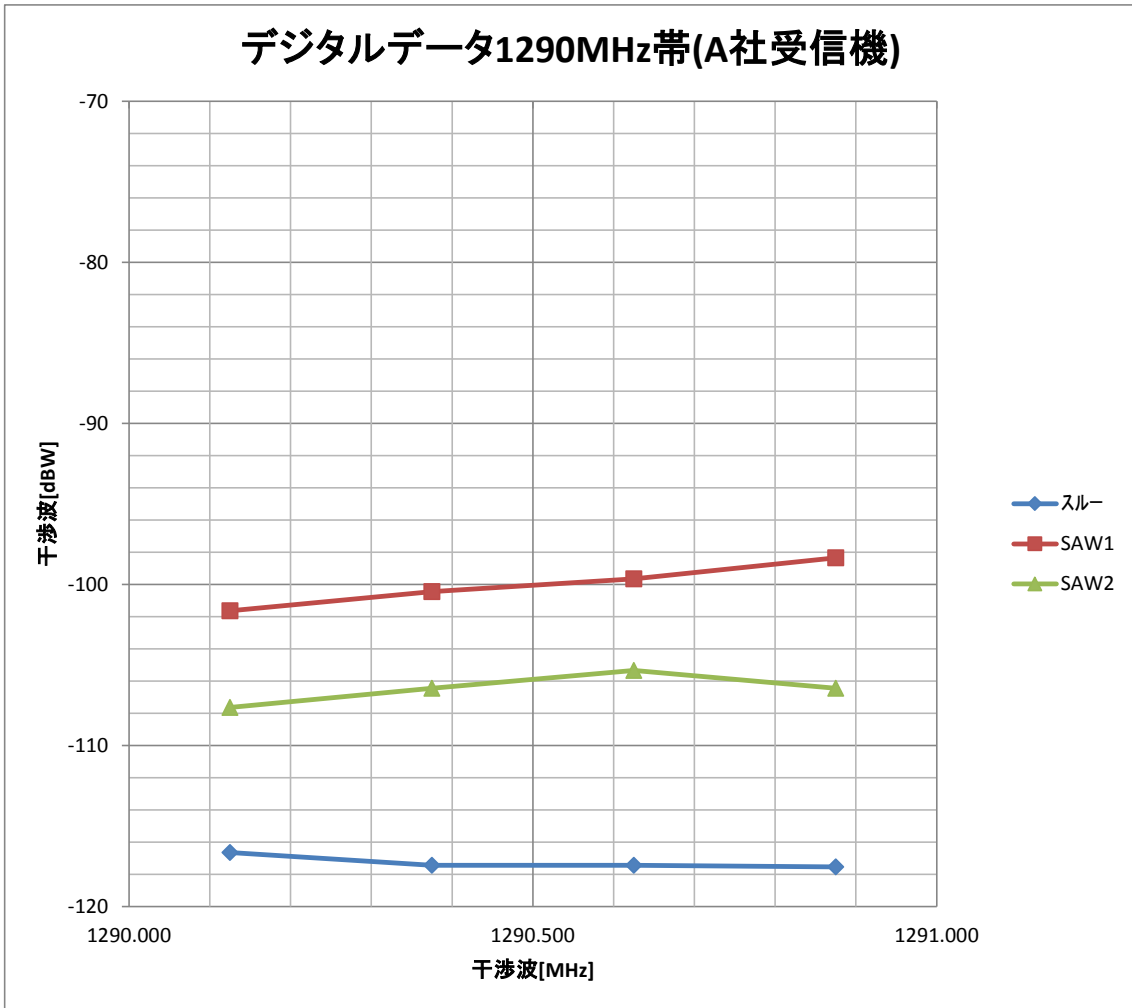
図中、1292MHz～1292.6MHzのSAW2（構造体SAWフィルタ）が一定になっているのは、使用したシグナルジェネレータが最大出力（5dBm）となったためである。

(2) デジタルデータ

アマチュア無線レピータ局のデジタルデータ信号による許容干渉レベルを測定した。その結果を以下に示す。



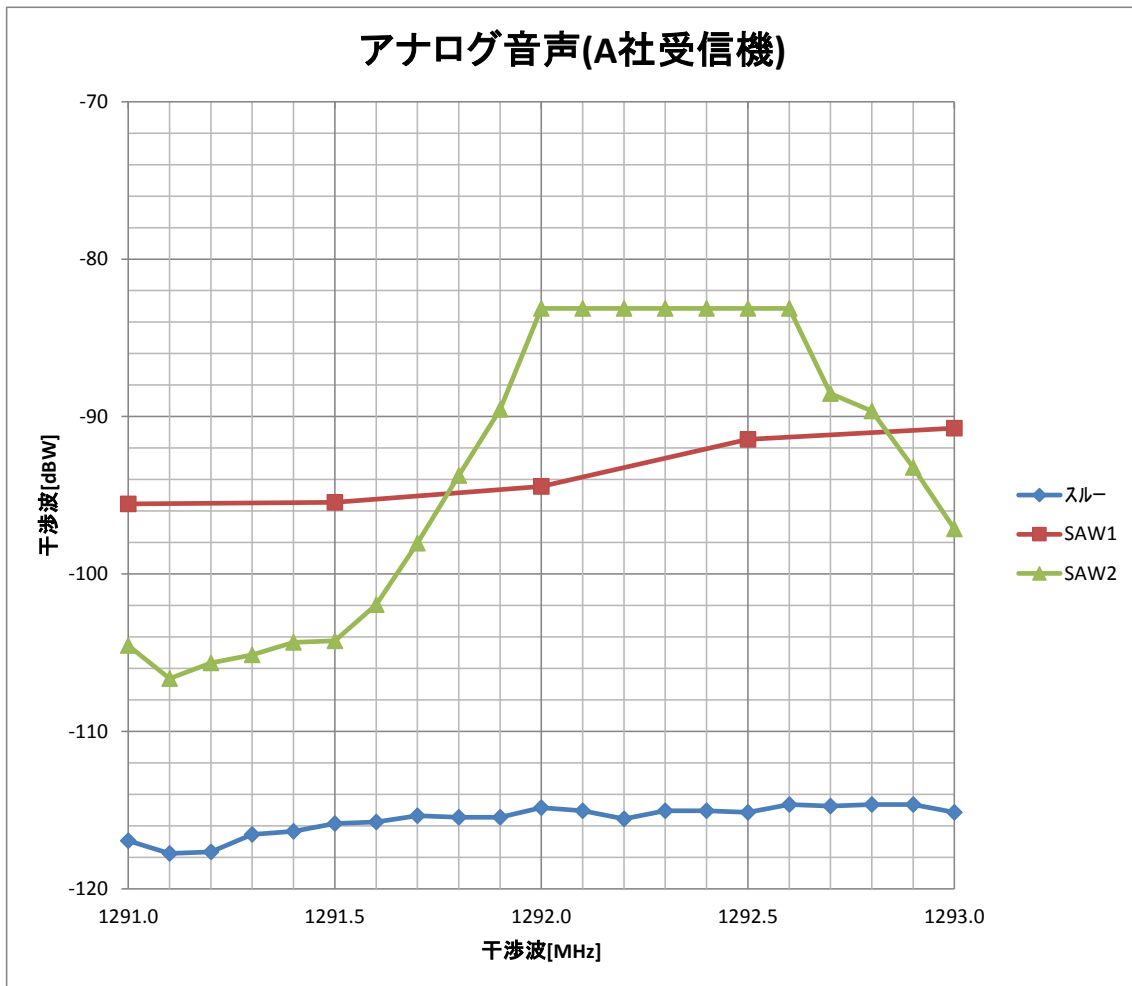
図参 3- 2-24 アマチュア無線レピータ局デジタルデータ信号に対する許容干渉レベル (1270MHz 帯)



図参 3- 2-25 アマチュア無線レピータ局デジタルデータ信号に対する許容干渉レベル (1290MHz 帯)

(3) アナログ音声

アマチュア無線レピータ局のアナログ音声信号による許容干渉レベルを測定した。その結果を以下に示す。



図参 3- 2-26 アマチュア無線レピータ局アナログ音声信号に対する許容干渉レベル

デジタル音声と同様、1292MHz～1292.6MHz の SAW2（構造体 SAW フィルタ）が一定になっているのは、使用したシグナルジェネレータが最大出力となったためである。

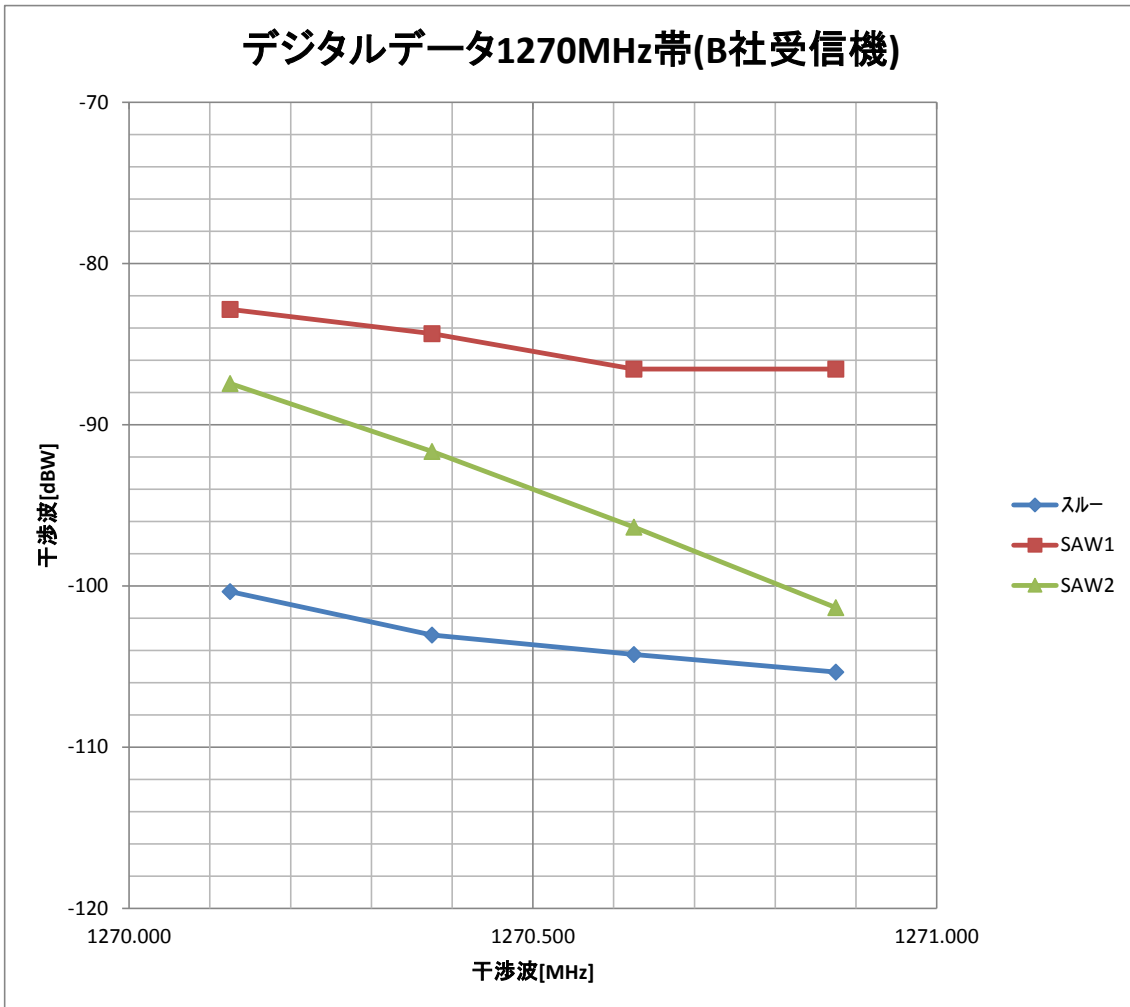
2.5.2 B 社製受信機

(1) デジタル音声

アマチュア無線レピータ局のデジタル音声信号による許容干渉レベルを測定したが、フィルタの有無にかかわらず、使用したシグナルジェネレータが最大出力において干渉することではなく正常にデータを復号した。

(2) デジタルデータ

アマチュア無線レピータ局のデジタルデータ信号による許容干渉レベルを測定した。その結果を以下に示す。



図参 3- 2-27 アマチュア無線レピータ局デジタルデータ信号に対する許容干渉レベル

(3) アナログ音声

アマチュア無線レピータ局のアナログ音声信号による許容干渉レベルを測定したが、フィルタの有無にかかわらず、使用したシグナルジェネレータが最大出力において干渉することはなく正常にデータを復号した。

2.6 解析結果

2.6.1 干渉波の種類による違い

アマチュア無線レピータ局のデジタル音声信号による許容干渉レベルとアナログ音声信号による許容干渉レベルの差を比較した。その結果を以下に示すが、その差は殆ど無い。

表参 3- 2-5 干渉波の種類による許容干渉レベルの差 (フィルタ無し)

周波数(MHz)	デジタル音声(dBW)	アナログ音声(dBW)	差(dB)
1291.0	-116.240	-116.940	0.700
1291.1	-116.540	-117.740	1.200
1291.2	-114.640	-117.640	3.000
1291.3	-116.540	-116.540	0.000
1291.4	-116.340	-116.340	0.000
1291.5	-115.840	-115.840	0.000
1291.6	-115.740	-115.740	0.000
1291.7	-115.340	-115.340	0.000
1291.8	-115.440	-115.440	0.000
1291.9	-115.440	-115.440	0.000
1292.0	-114.840	-114.840	0.000
1292.1	-115.040	-115.040	0.000
1292.2	-115.540	-115.540	0.000
1292.3	-115.040	-115.040	0.000
1292.4	-115.040	-115.040	0.000
1292.5	-115.140	-115.140	0.000
1292.6	-114.640	-114.640	0.000
1292.7	-114.740	-114.740	0.000
1292.8	-114.640	-114.640	0.000
1292.9	-114.640	-114.640	0.000
1293.0	-115.140	-115.140	0.000

表参 3- 2-6 干渉波の種類による許容干渉レベルの差 (非対称 SAW フィルタ)

周波数(MHz)	デジタル音声(dBW)	アナログ音声(dBW)	差(dB)
1291.0	-95.540	-95.540	0.000
1291.5	-95.440	-95.440	0.000
1292.0	-94.440	-94.440	0.000
1292.5	-92.740	-91.440	-1.300
1293.0	-91.140	-90.740	-0.400

表参 3- 2-7 干渉波の種類による許容干渉レベルの差 (構造体 SAW フィルタ)

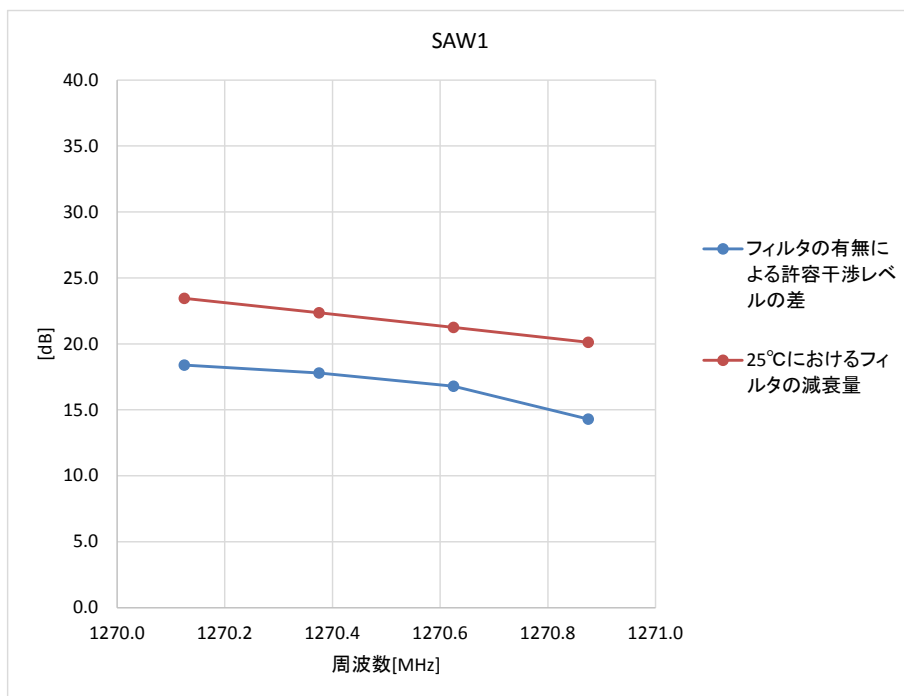
周波数(MHz)	デジタル音声(dBW)	アナログ音声(dBW)	差(dB)
1291.0	-104.540	-104.540	0.000
1291.1	-106.640	-106.640	0.000
1291.2	-105.640	-105.640	0.000
1291.3	-105.140	-105.140	0.000
1291.4	-104.340	-104.340	0.000
1291.5	-104.240	-104.240	0.000
1291.6	-101.940	-101.940	0.000
1291.7	-98.040	-98.040	0.000
1291.8	-93.740	-93.740	0.000
1291.9	-88.940	-89.540	0.600
1292.0	-83.140	-83.140	0.000
1292.1	-83.140	-83.140	0.000
1292.2	-83.140	-83.140	0.000
1292.3	-83.140	-83.140	0.000
1292.4	-83.140	-83.140	0.000
1292.5	-83.140	-83.140	0.000
1292.6	-83.140	-83.140	0.000
1292.7	-87.740	-88.540	0.800
1292.8	-90.540	-89.640	-0.900
1292.9	-93.240	-93.240	0.000
1293.0	-97.140	-97.140	0.000

2.6.2 フィルタの効果

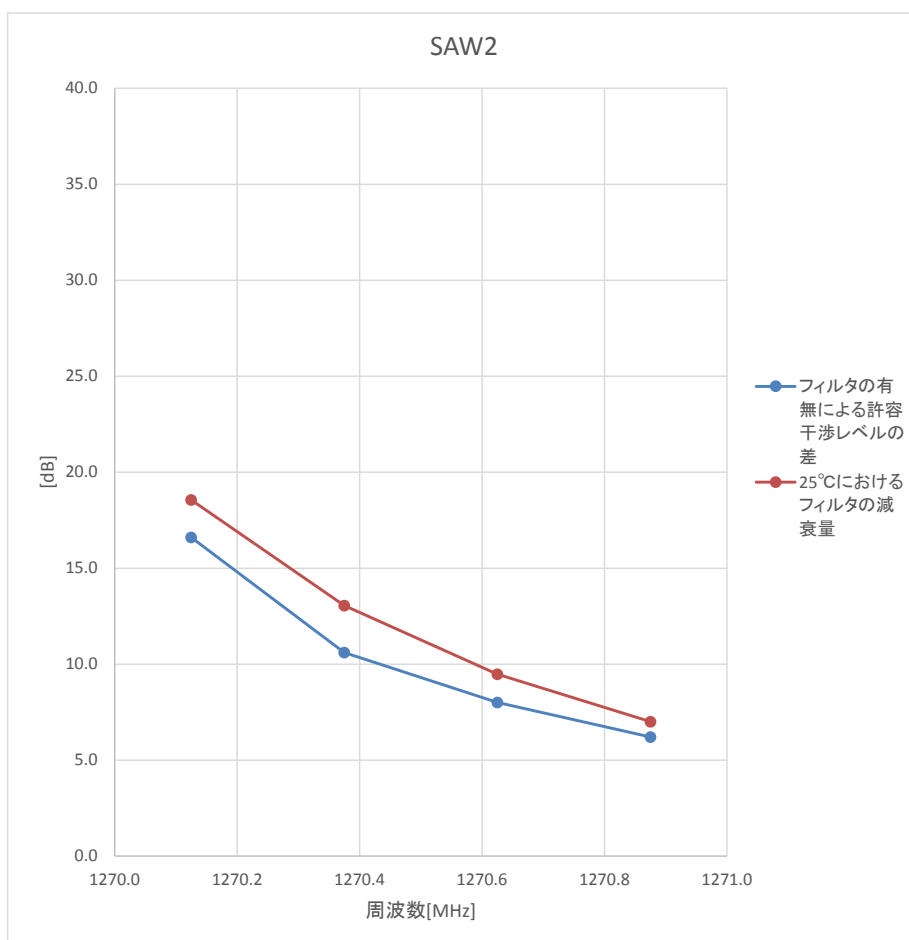
フィルタの効果を 1270MHz 帯と 1290MHz 帯に分けて比較する。

1270MHz 帯では、非対称単体 SAW フィルタ及び構造体 SAW の効果は、透過帯域の損失を除くフィルタによる減衰量にほぼ等しい値であった。(図参 3- 2-28 及び図参 3- 2-29)

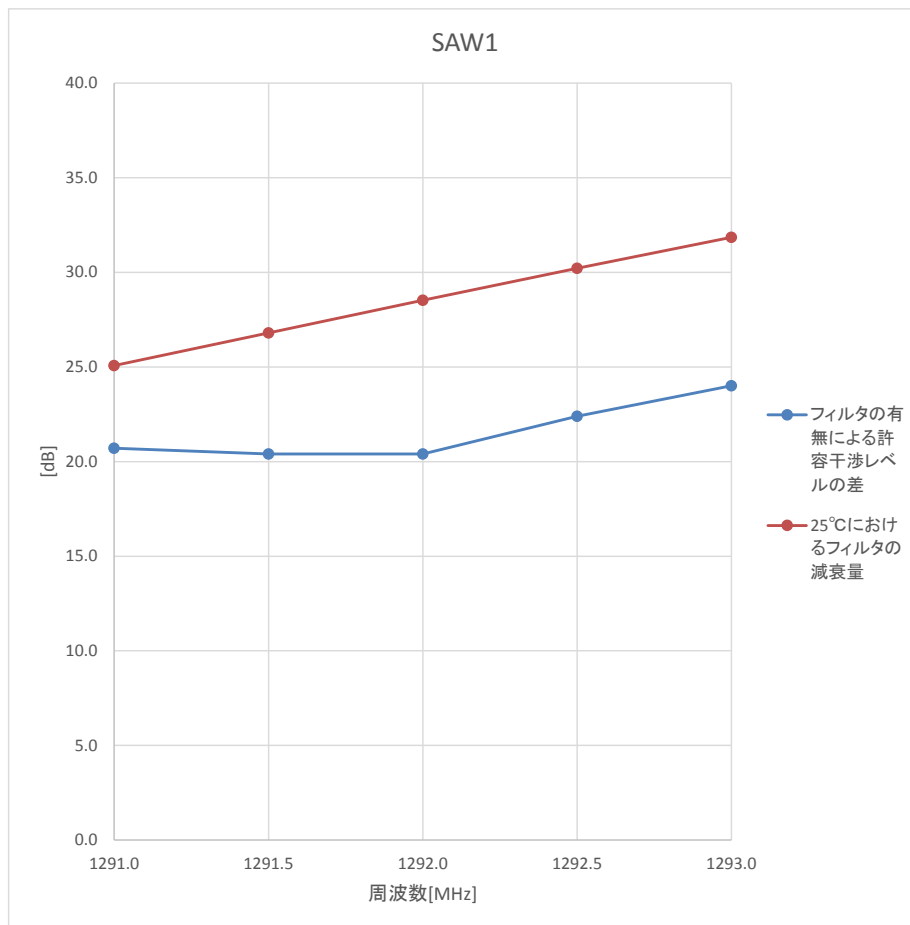
1290MHz 帯では、非対称単体 SAW フィルタは 1270MHz 帯と同様にフィルタの挿入損失量を除くフィルタによる減衰量にほぼ等しい値であったが、構造体 SAW フィルタは異なる特性を示している。すなわち、減衰量のピークに近い値では SAW フィルタによる減衰効果と SAW フィルタの減衰量がほぼ等しくなり、ピークから上下に遠ざかるに従い、非対称単体 SAW と同様に SAW の減衰量からフィルタの挿入損失量を引いた値に近づいている。これは減衰量のピークはノッチフィルタの特性が、ピークの上下に遠ざかるにつれてバンドパスフィルタの特性が現れるためであると思われる。



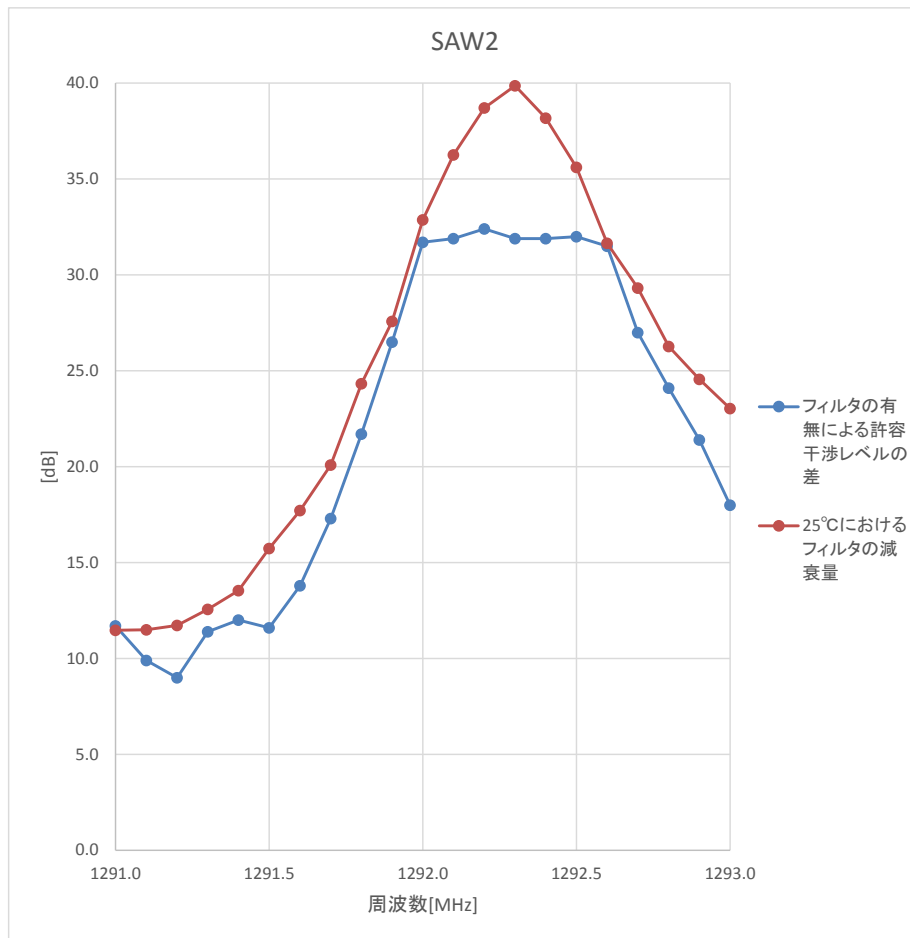
図参 3- 2-28 非対称単体 SAW フィルタの効果 (1270MHz 帯)



図参 3- 2-29 構造体 SAW フィルタの効果 (1270MHz 帯)



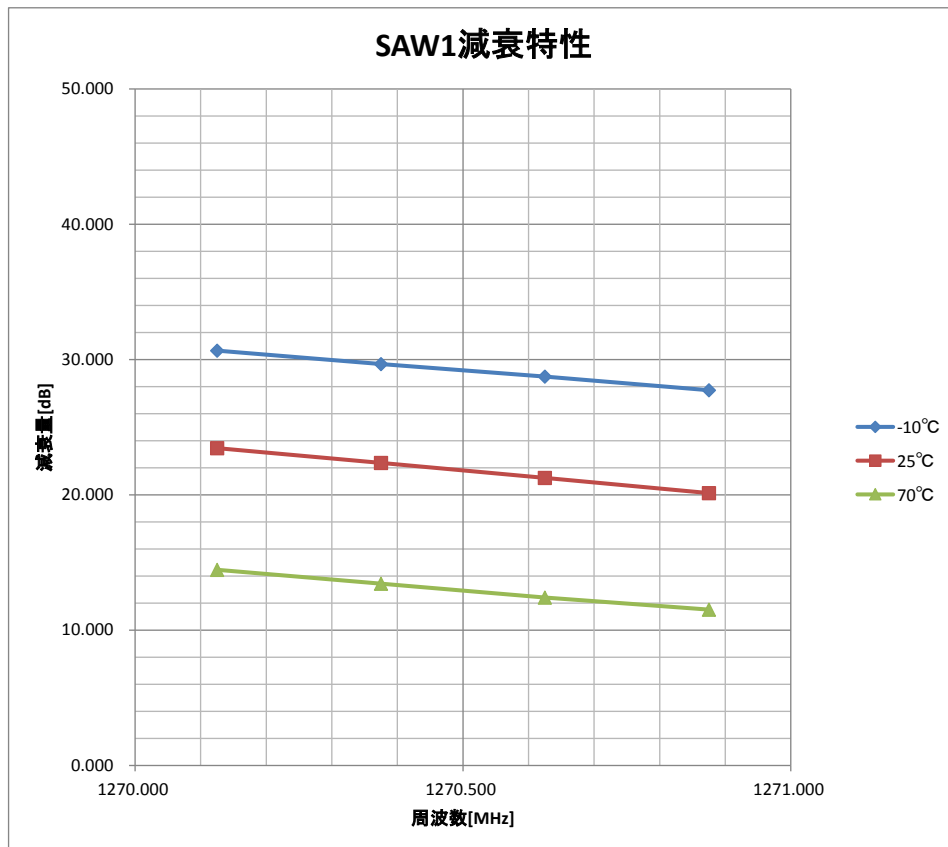
図参 3- 2-30 非対称単体 SAW フィルタの効果 (1290MHz 帯)



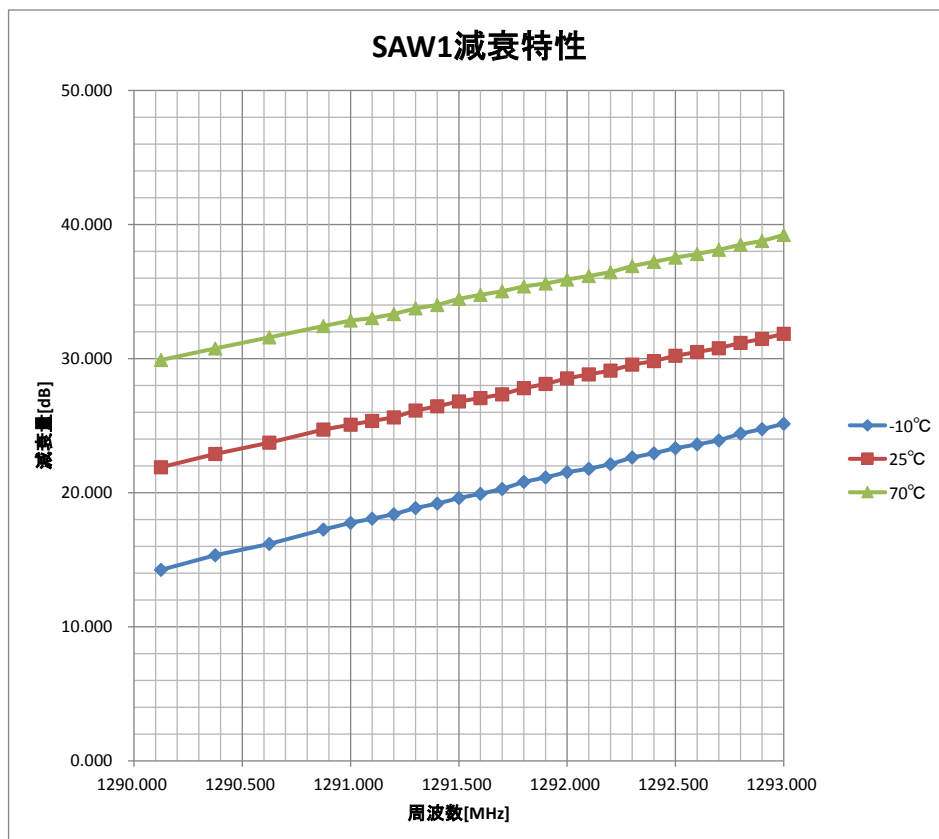
図参 3- 2-31 構造体 SAW フィルタの効果 (1290MHz 帯)

2.6.3 SAW フィルタの温度依存性の影響

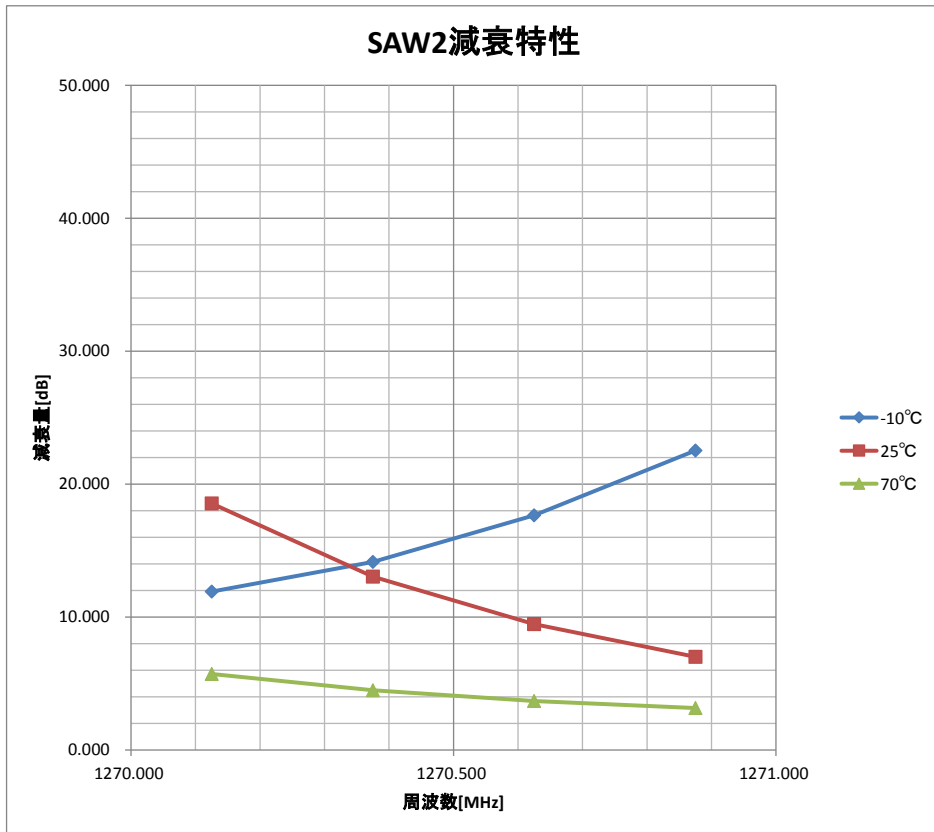
SAW フィルタには温度依存性がある。今回試作した二種類の SAW フィルタは、アマチュア無線レピータ局の周波数範囲において以下に示す温度依存性を示している。



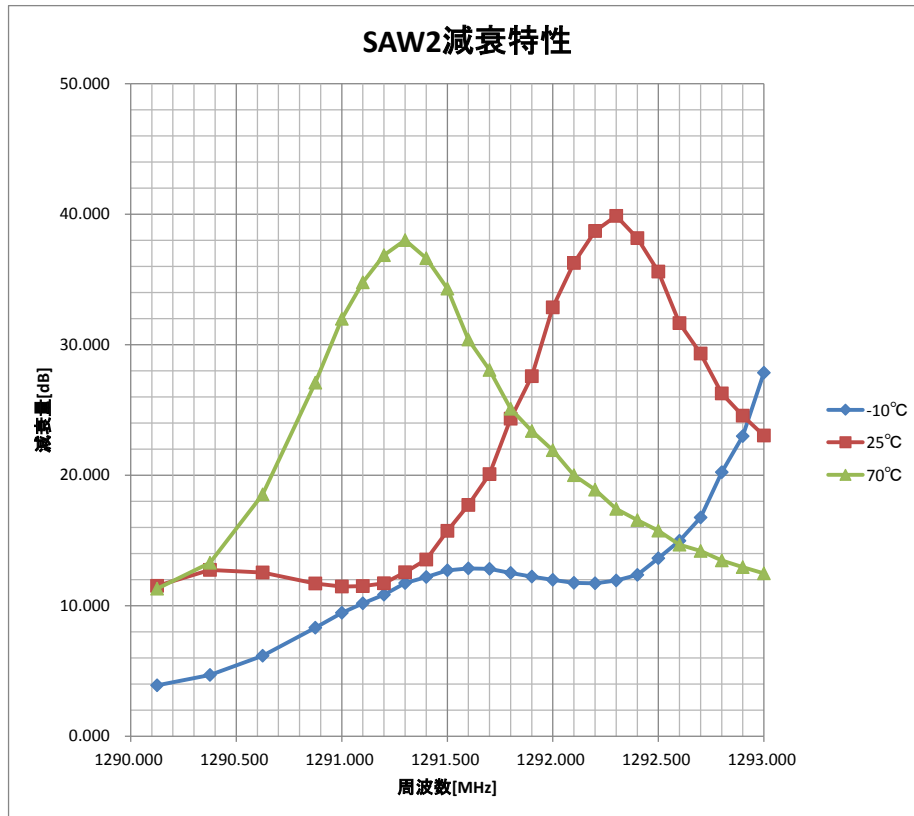
図参 3- 2-32 非対称単体 SAW フィルタの温度依存性 (1270MHz 帯)



図参 3- 2-33 非対称単体 SAW フィルタの温度依存性 (1290MHz 帯)



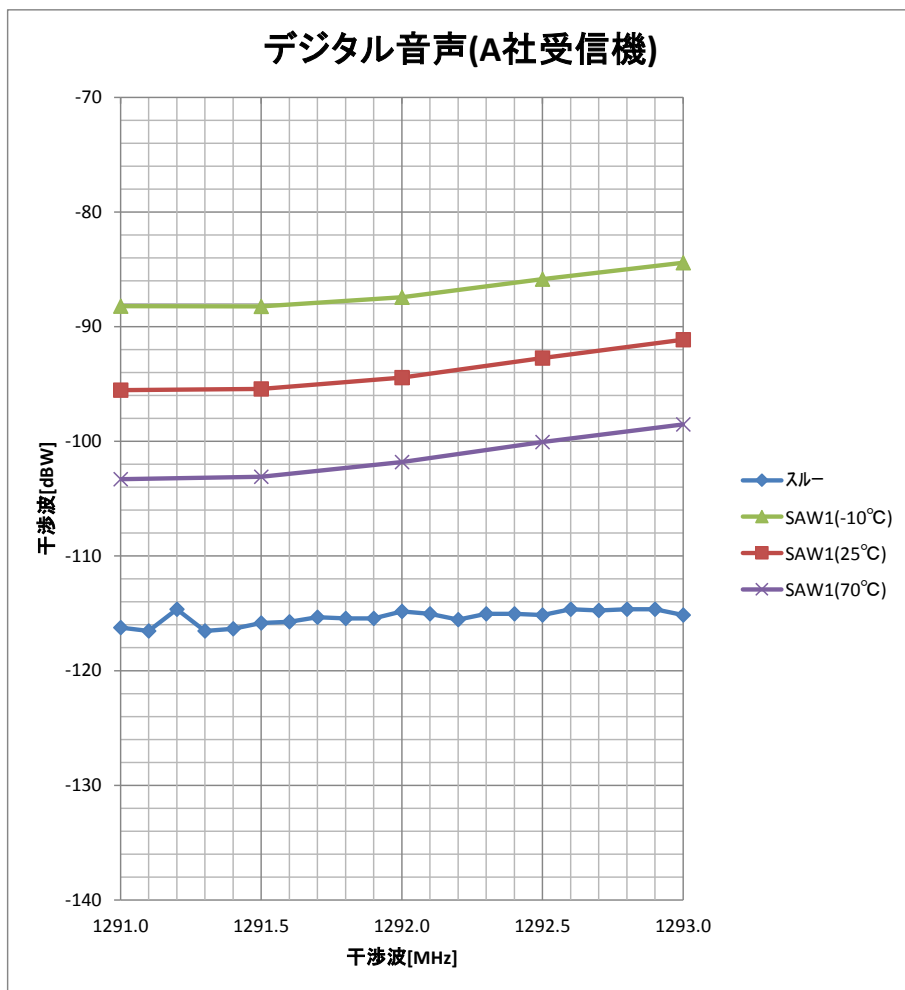
図参 3- 2-34 構造体 SAW フィルタの温度依存性 (1270MHz 帯)



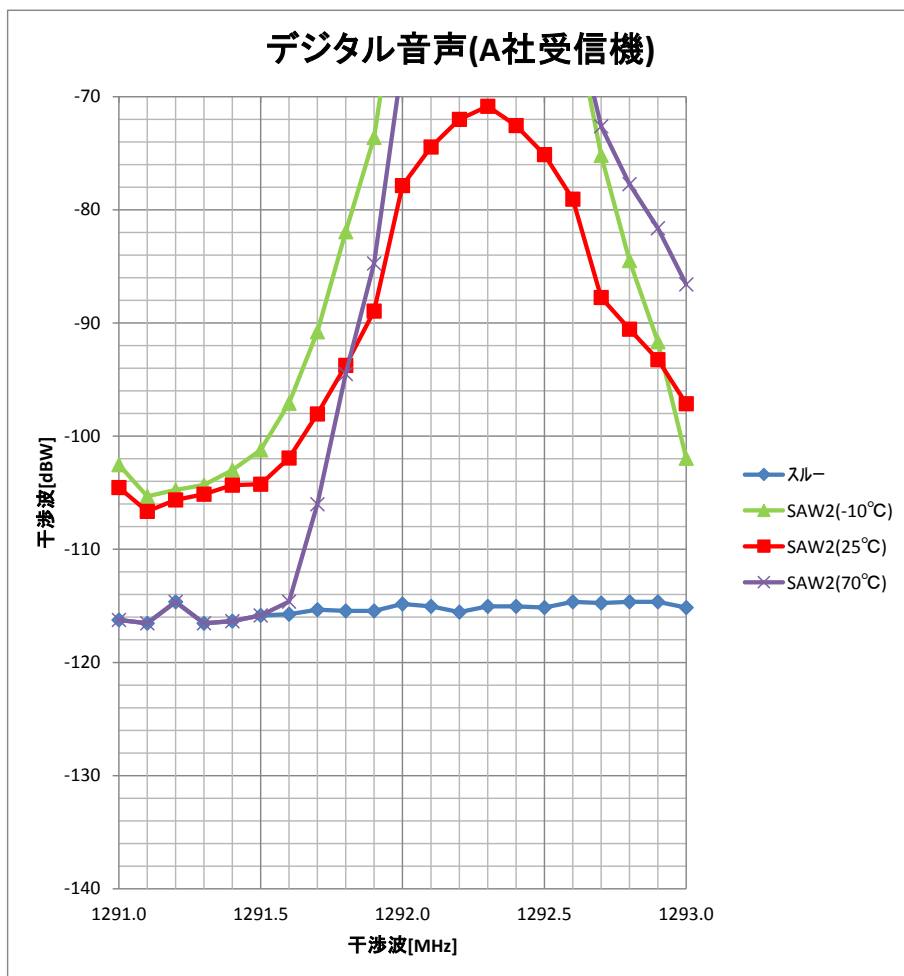
図参 3- 2-35 構造体 SAW フィルタの温度依存性 (1290MHz 帯)

温度変化により透過帯域も変化し、許容干渉レベルに影響を及ぼすと考えられるが、減衰量の差が許容干渉レベルの差であると仮定した場合の、温度依存性の影響を以下に示す。

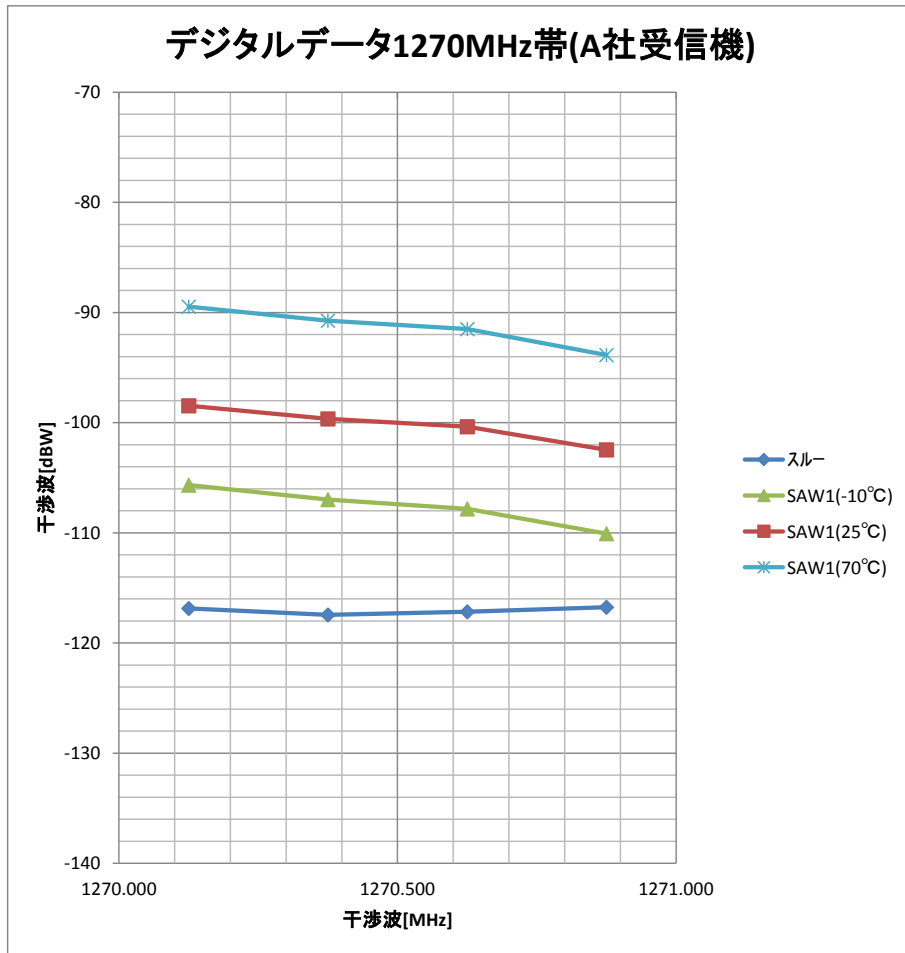
尚、シグナルジェネレータの最高出力での許容干渉レベルに対して、フィルタの減衰量を用いてデータを補間している。また、フィルタの減衰量を引いた値がフィルタを挿入しない値よりも下回った場合は、フィルタを挿入しない値で置き換えている。



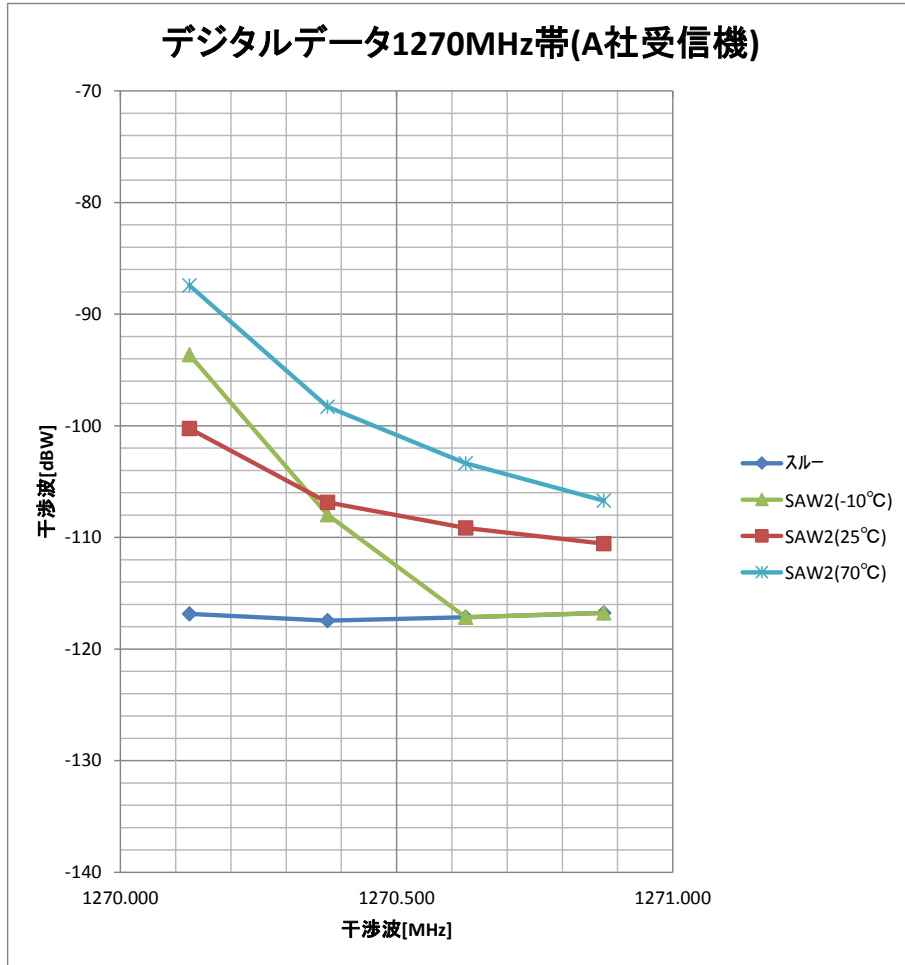
図参 3- 2-36 温度依存性による許容干渉レベルの変化 (非対称単体 SAW)



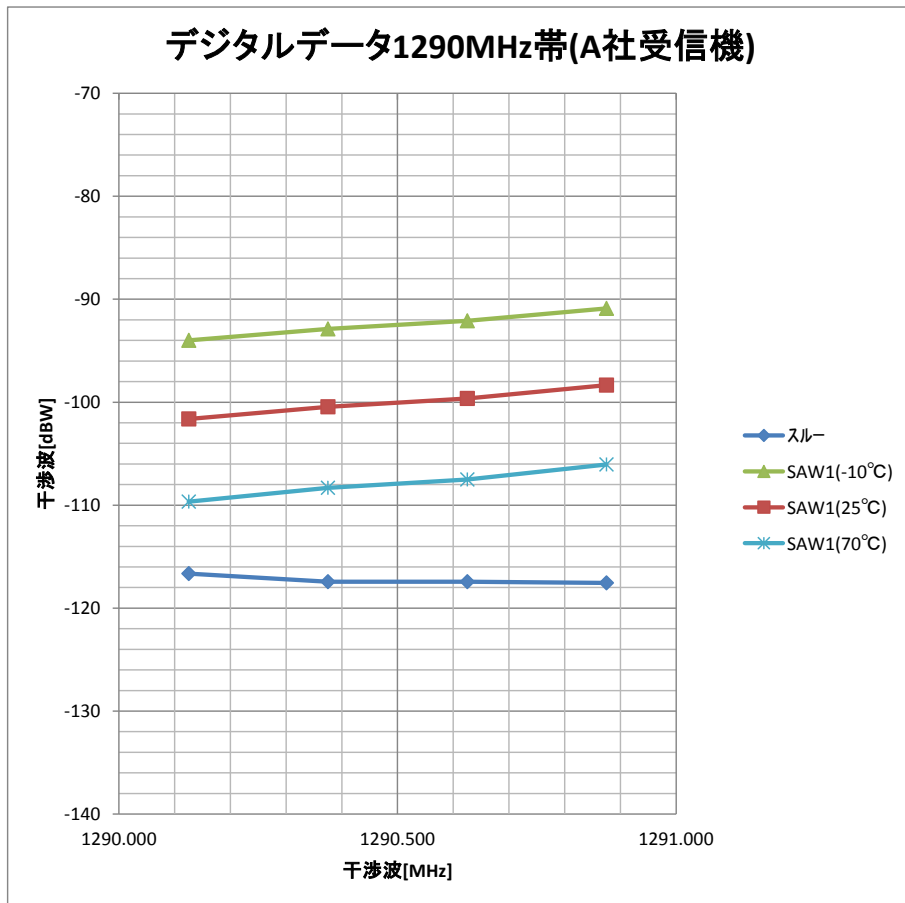
図参 3- 2-37 温度依存性による許容干渉レベルの変化 (構造体 SAW)



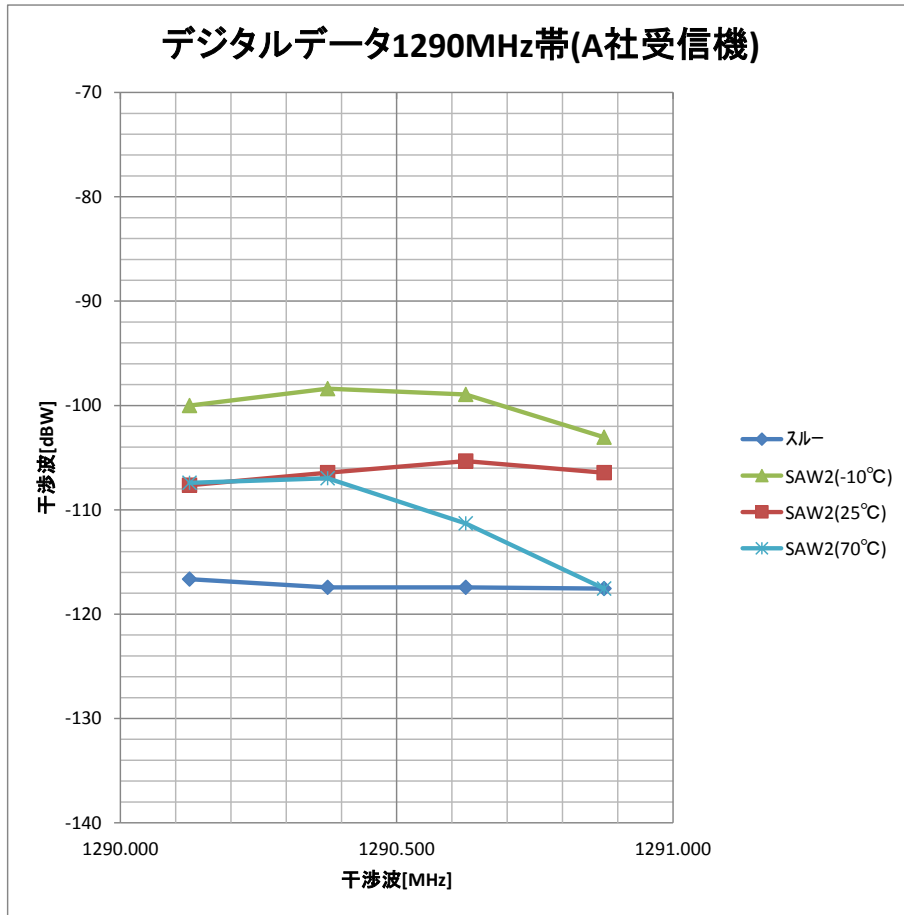
図参 3- 2-38 温度依存性による許容干渉レベルの変化 (非対称単体 SAW)



図参 3- 2-39 温度依存性による許容干渉レベルの変化 (構造体 SAW)



図参 3- 2-40 温度依存性による許容干渉レベルの変化 (非対称単体 SAW)



図参 3- 2-41 温度依存性による許容干渉レベルの変化 (構造体 SAW)

2.6.4 まとめ

屋内試験結果から以下のことが判明した。

- アマチュア無線レピータ局の信号による L6 受信機の許容干渉レベルは、信号の種類 (デジタル音声、デジタルデータ、アナログ音声) によらない。
- 今回試作した SAW フィルタから、透過帯域での損失を除いたフィルタの減衰量程度に L6 受信機の許容干渉レベルを引き上げることが可能である。
- ノッチフィルタとバンドパスフィルタを組み合わせた構造体 SAW フィルタでは、減衰量のピークではノッチフィルタによる減衰効果が、ピークから上下に遠ざかるに従って透過帯域での損失量を除いたバンドパスフィルタの減衰量程度の減衰効果が期待できる。

3 アマチュア無線レピータ局からの干渉測定

3.1 測定対象と実施内容

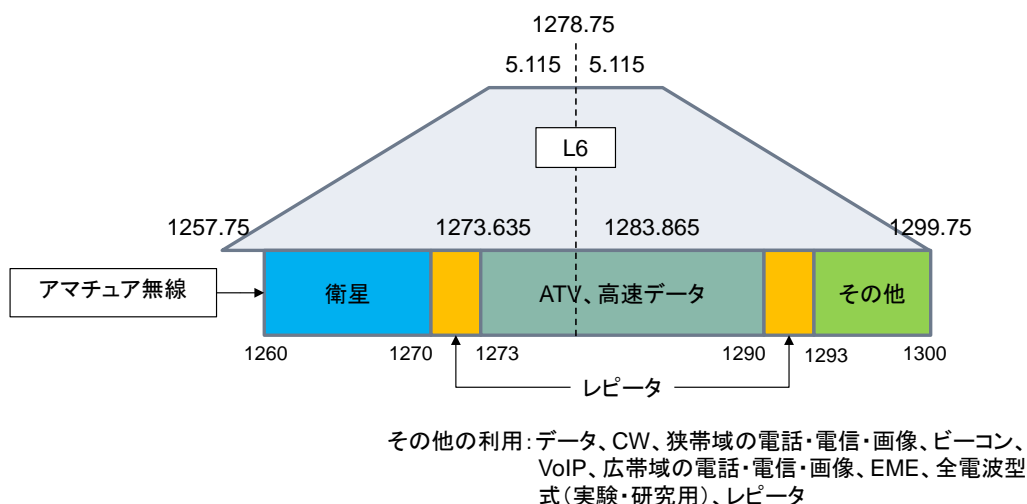
アマチュア無線レピータ局との共用条件を確認するため、アマチュア無線レピータ局からの距離等の条件を変え、アマチュア無線レピータ局からの電波の強度及びL6受信機によるL6信号の復号の可否について実測を行った。

対象とするアマチュア無線レピータ局は、L6信号の中心周波数に近いレピータ局を候補とした。これはL6信号のメインローブを保護するフィルタの有効性を確認するためである。表参3- 3-1に示すレピータ局から千住旭町レピータ局と恵比寿西レピータ局を選定した。

表参3- 3-1 実測対象候補のアマチュア無線レピータ局

	周波数[MHz]	コールサイン	都道府県	設置場所	種類
①	1270.875	JR1VF	東京都	渋谷区恵比寿西	DD
②	1290.125	JP1YIU	東京都	中央区日本橋浜町	DD
	1290.125	JP1YIX	東京都	調布市調布ヶ丘	DD
③	1291.020	JR1WA	茨城県	つくば市筑波	FM
④	1291.270	JP1YDG	東京都	足立区千住旭町	DV
⑤	1291.290	JP1YFY	千葉県	船橋市高根台	DV

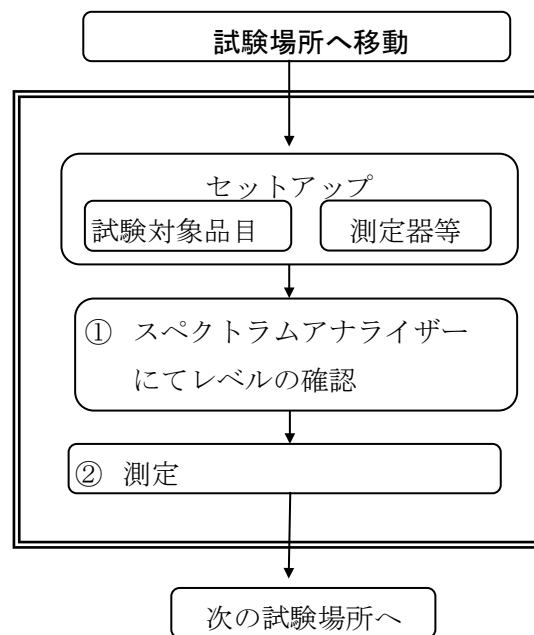
(DD：デジタルデータ、DV：デジタル音声、FM：アナログ音声)



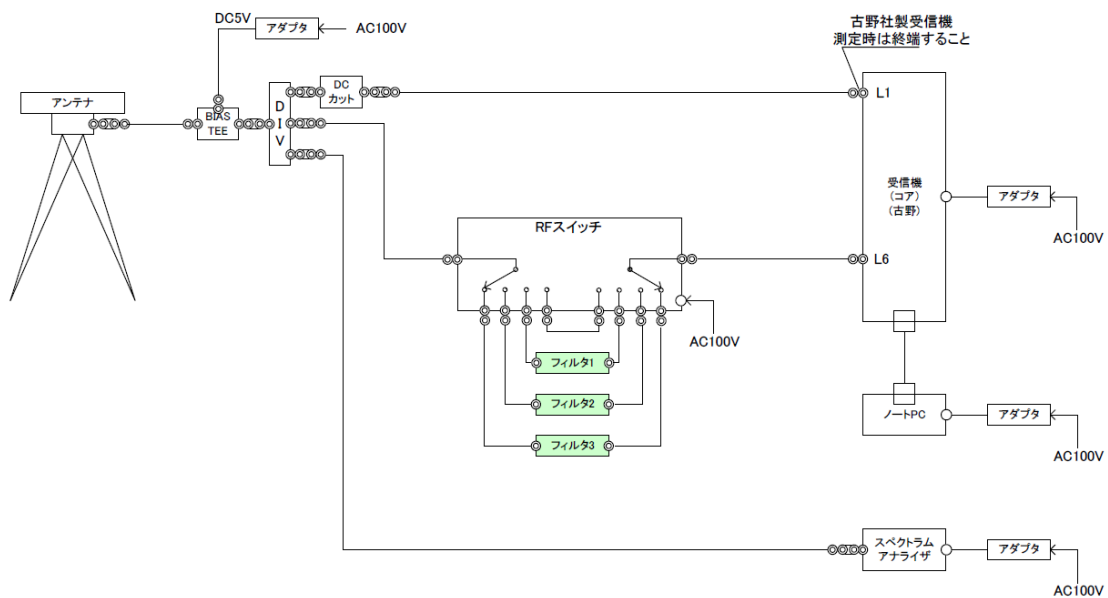
図参3- 3-1 アマチュア無線局とL6信号との関係(単位:MHz)

屋外試験では、アマチュア無線レピータ局からの距離等の条件を変えた複数地点にて、アマチュア無線レピータ局からの発振出力を10W及び1Wに切り替えて電波強度とともに、L6

信号復号の可否、各種フィルタを挿入した際の L6 信号復号の可否を測定した。以下に実施フロー及び試験系統図を示す。



図参 3- 3-2 屋外試験測定フロー



図参 3- 3-3 屋外試験系統図

測定機材はワゴンに搭載し、測定地点に駐車し測定を行った。受信アンテナの僅かな位置の違いにより干渉波の電波強度に差が生ずるため、測定地点で受信アンテナを波長程度動かし、平均的な電波強度になる位置を求めたうえで測定を実施した。

3.2 使用機器

3.2.1 アンテナ

測定試験に使用したアンテナは、昨年度暗室試験に用いた Trimble 社製 Zephyr Model2 を用いた。Trimble 社製 Zephyr Model2 の主要諸元を表参 3- 3-2 に、外観を図参 3- 3-4 に示す。また、昨年度測定した Trimble 社製 Zephyr Model2 のアンテナ特性を図参 3- 3-5～図参 3- 3-7 に、アンテナの 1dB 圧縮ポイント⁵及びゲインを図参 3- 3-8 に示す。なお、アンテナ特性は V 面を測定している。これは、GNSS 用受信アンテナは全方位で同じ特性を持っているためである。

表参 3- 3-2 Trimble 社製 Zephyr Model 2 アンテナの主要諸元

Trimble Zephyr™ Model 2 Antenna	
Frequencies	L1/L2/L5/G1/G2/LBand/E1/E2/E5ab/E6
Signal Tracking	GPS, Glonass, OmniSTAR, SBAS, Galileo
Dimensions	dia 15.2 cm x 7.4 cm H (dia 6" x 2.9" H)
Weight	0.59 kgs (1.3lbs)
Antenna cable connector	TNC. Sealed
Mounting	5/8"-11 UNC thread mount
Operation temperature	-40 °C to +70 °C (-40 °F to 158 °F)
Storage temperature	-55 °C to +85 °C (-67 °F to 185 °F)
Environmental	MIL-810-F Figure 514.5c-17 Vibration levels on each axis Shock tested table MIL-810-F Table 516.5-1 2m drop, bouyant
Humidity	100% humidity proof, fully sealed
Feed	4 point
LNA(Low Noise Amplifier) input	3.3 V DC – 12 V DC (100 mA)
LNA(Low Noise Amplifier) gain	L1 50 dB / L2 50 dB
Antenna compliance	CE
Phase stability	<2 mm

出典) Trimble Zephyr Model 2 カタログより

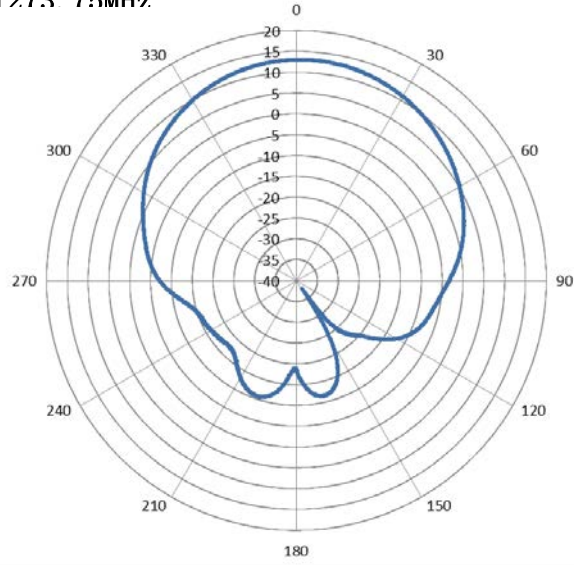


図参 3- 3-4 Trimble 社製 Zephyr Model 2 の外観

出典) Trimble Zephyr Model 2 カタログより

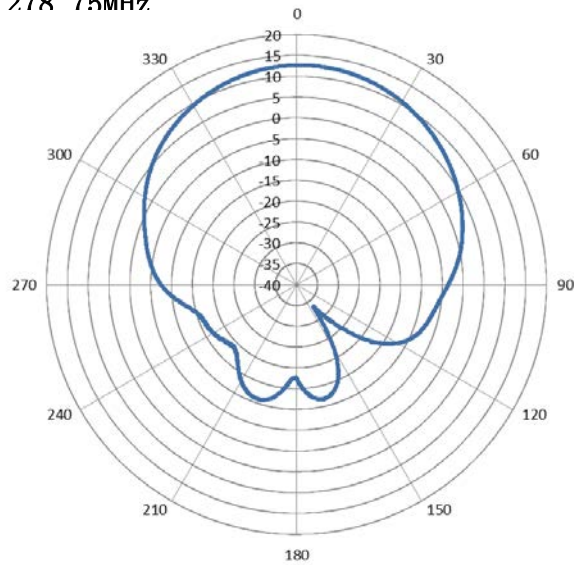
⁵ アンプによる利得の線形性が崩れ、理想的な利得に対して 1dB 利得が低下した際の入力レベルを指す。

1273.75MHz

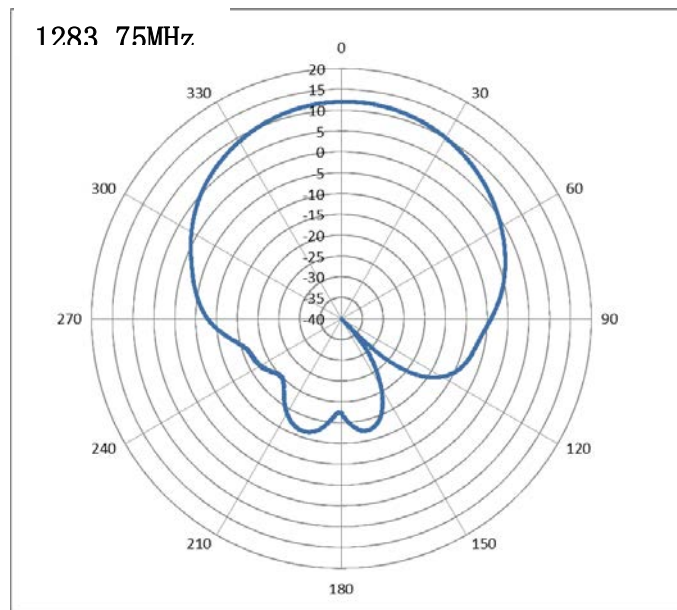


図参 3- 3-5 使用アンテナ特性 (1273.75MHz)

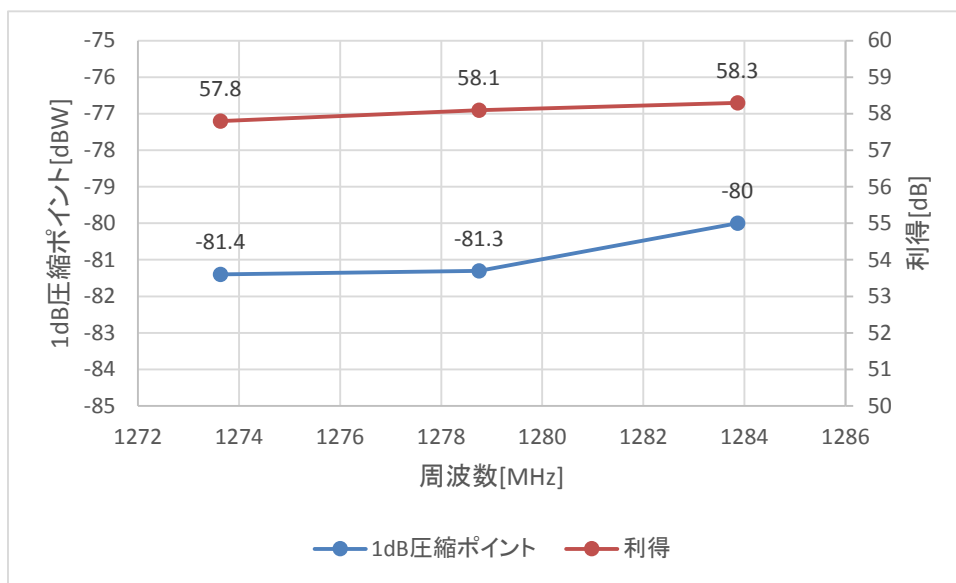
1278.75MHz



図参 3- 3-6 使用アンテナ特性 (1278.75MHz)



図参 3- 3-7 使用アンテナ特性 (1283.75MHz)



図参 3- 3-8 使用アンテナの 1dB 圧縮ポイントと利得

また、バックアップとして NovAtel 社製 GPS 704X を用意した。NovAtel 社製 GPS 704X の主要諸元を表参 3- 3-3 に、外観を図参 3- 3-9 に示す。本製品は LNA を外付けするタイプであり、推奨の LNA 仕様を表参 3- 3-4 に示す。

表参 3- 3-3 NovAtel 社製 GPS 704X の主要諸元

Performance		Physical & Electrical	
3 dB Pass Band	1.15 - 1.65 GHz	Size	
LNA Gain	External Required	Diameter ¹	185 mm
Gain at Zenith (90°)		Height	69 mm
L1	+6.0 dBic (minimum)	Weight	468 g
L2	+2.5 dBic (minimum)	Connector	TNC female
L5, E5a	+2.0 dBic (minimum)	Environmental	
E6	+3.0 dBic (minimum)	Temperature	
L-band	+6.0 dBic (minimum)	Operating	-40°C to +85°C
Gain Roll-Off (from Zenith to Horizon)		Storage	-55°C to +85°C
L1, L-band	14 dB	Humidity	95% non-condensing
L2, E6	11 dB	Salt spray	MIL-STD-810F Method 509.4
L5, E5	11 dB	Ingress Protection	IPX6 and IPX7
VSWR	≤ 2.0 : 1	Waterproof	IEC 60529 IPX7
Nominal Impedance	50 Ω	Regulatory	CE
Altitude	9,000 m		

¹ Not including tape measure tab. Full diameter with tape measure tab is 195 mm.

出典) NovAtel 社カタログより



図参 3- 3-9 NovAtel 社製 GPS 704X の外観

出典) NovAtel 社カタログより

表参 3- 3-4 推奨の LNA 仕様

Components	Specifications
LNA Noise Figure	1.5 dB
LNA Bandwidth	1100 - 1700 MHz
Group Delay Variation Across LNA Bandwidth	5 ns max
LNA Gain	25 dB min
LNA VSWR	2:1 max
Cable Loss Between Antenna and LNA	1 dB max
Cable Loss Between LNA and Receiver	10 dB max
Connectors	TNC
LNA and Cable Impedance	50 Ω

出典) NovAtel 社カタログより

3.2.2 測位受信機

屋外試験で用いた測位受信機は、屋内試験で使用した古野電気社製 LRY-10000 及びコア社製ソフトウェア多周波受信機を用いた。これらの機器の詳細は「I2. 1. 1 測位受信機 (p86)」参照のこと。

3.2.3 フィルタ

屋外試験で用いたフィルタは、屋内試験で使用した高減衰フィルタ、非対称単体 SAW フィルタ、構造体 SAW フィルタを用いた。これらのフィルタの詳細は「2.2 フィルタ (p90)」参照のこと。

3.2.4 計測に使用した機器

屋外試験で用いた計測機器を表参 3- 3-5 に示す。

表参 3- 3-5 計測に使用した機器一覧

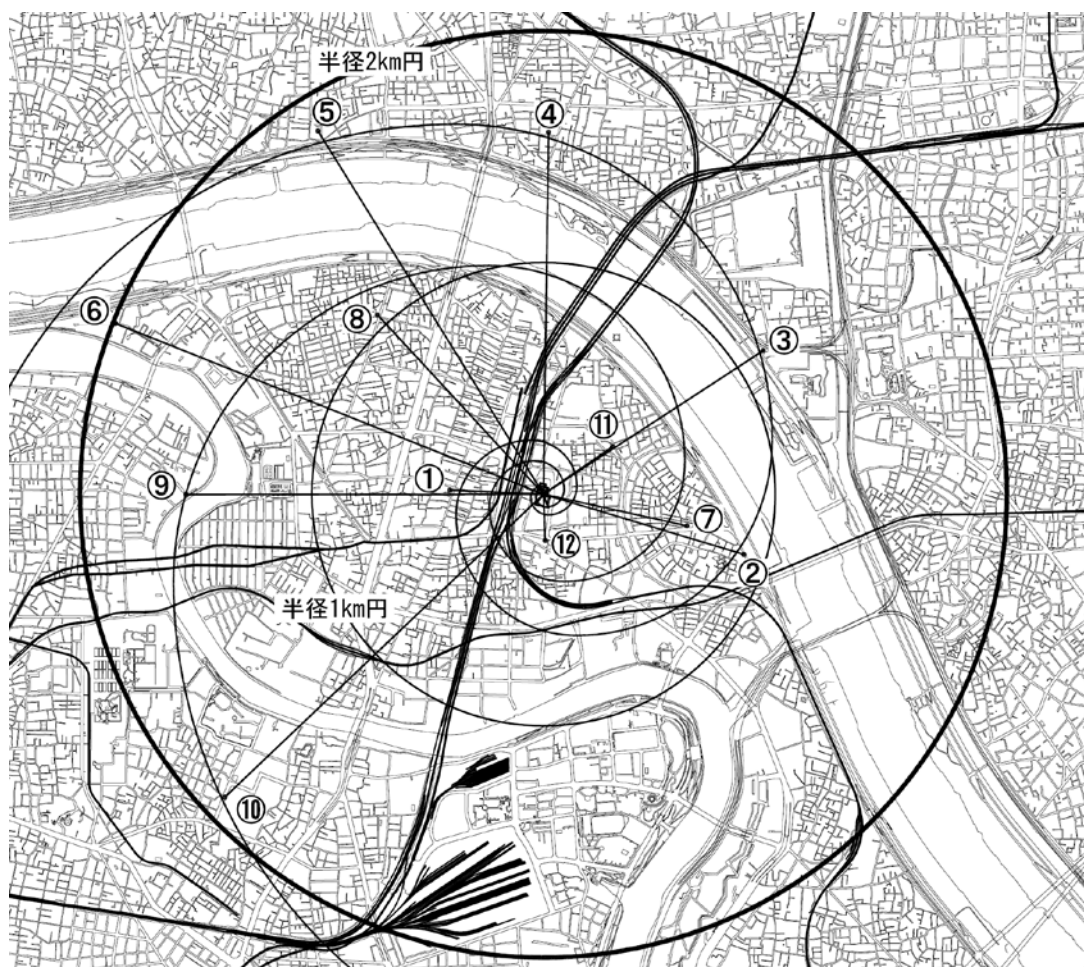
機器		製造元
スペクトルアナライザ	MS2712E	アンリツ
パワーセンサ	E9301A	キーサイト

3.3 測定地点

3.3.1 千住旭町レピータ局

(1) 測定地点候補

測定地点はレピータ局を中心に距離及び方向の異なる複数地点を候補に上げ、アマチュア無線レピータ局以外の干渉波の影響等を考慮し、複数点を選定した。以下に測定地点の候補地を示す。



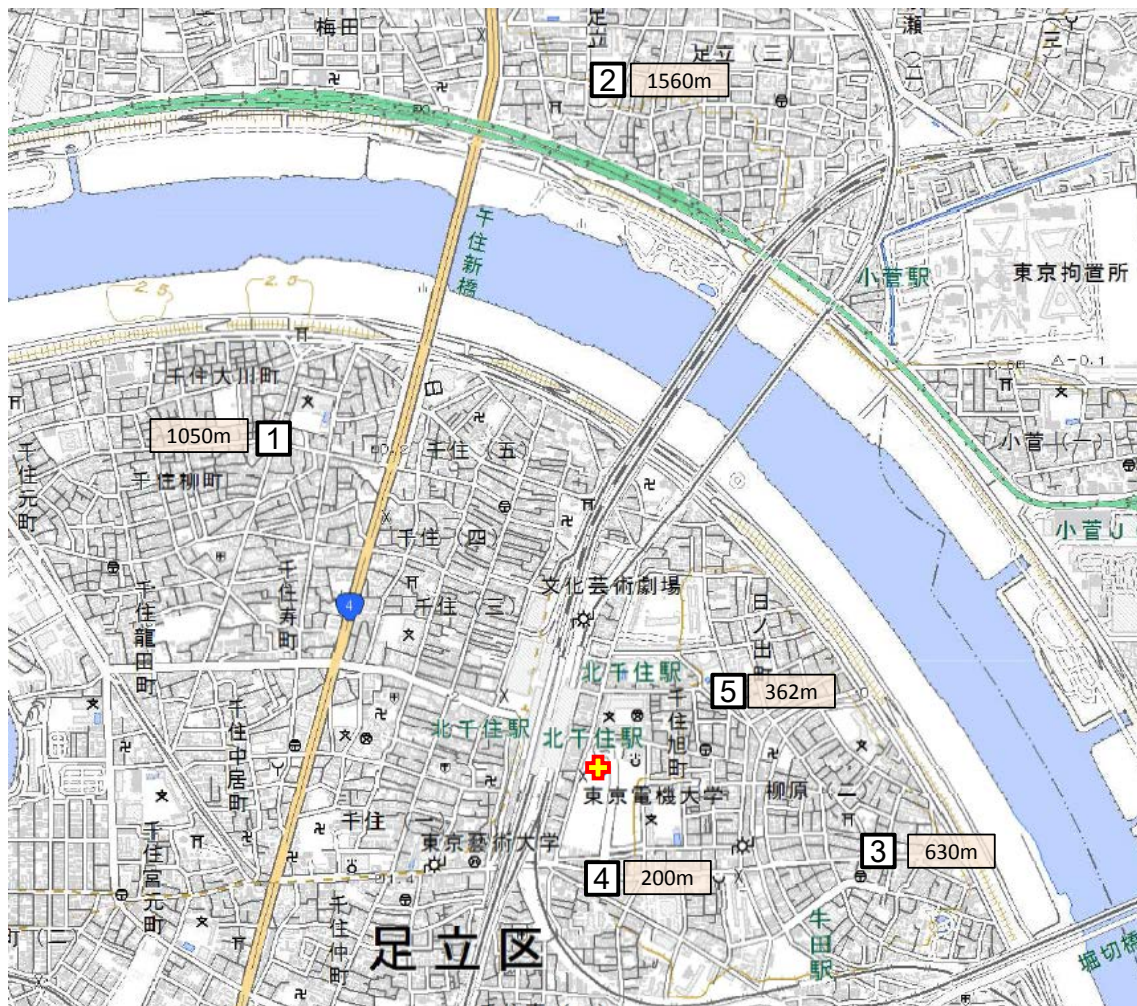
図参 3- 3-10 千住旭町レピータ局周辺の測定地点候補地

表参 3- 3-6 千住旭町レピータ局の測定地点候補

No	場所	推定距離	備考
1	東京都足立区千住 1 丁目 18 リパーク千住 1 丁目	400m	
2	東京都足立区柳原 1 丁目 16-10 近辺	900m	路上駐車のため、周囲への配慮が必要。
3	東京都葛飾区小菅 1 丁目 2-1 東部第二下水道事務所小菅 水再生センター付近	1, 130m	路上駐車。時間帯によっては交通量が増える 可能性がある為、測定が困難な可能性あり。
4	東京都足立区足立 1-24 タイムズ足立第 7	1, 560m	
5	東京都足立区梅田 3 丁目 NS パーキング	1, 850m	
6	東京都足立区千住桜木 2 丁目 17 リバーサイド桜木管理サービス 近辺	1, 990m	路上駐車(行き止まり)
7	東京都足立区柳原 2 丁目 27 タイムズ柳原	630m	
8	東京都足立区千住大川町 20-13 足立大川町郵便局となり	1, 050m	
9	東京都荒川区町屋 7 丁目 19-5 近辺	1, 540m	路上駐車(行き止まり)
10	東京都荒川区南千住 6 丁目 45 南千住野球場	1, 900m	路上パーキング
11	東京都足立区日出町 13-9 ST-PARK 日の出町第 4 駐車場	362m	
12	東京都足立区千住東 2 丁目 4-12 ST-PARK 千住東町第 2 駐車場	200m	

(2) 測定地点

表参 3- 3-6 に示した候補地を基に、周囲の状況等を考慮し以下の5地点にて測定を行った。

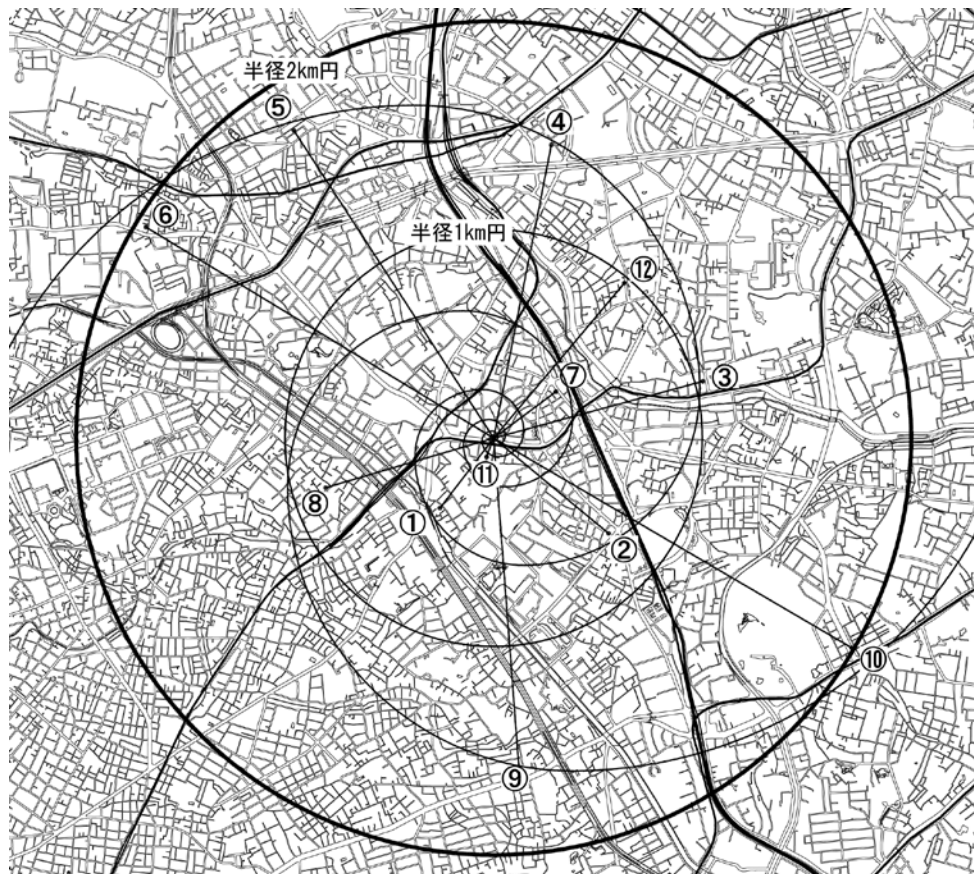


図参 3- 3-11 千住旭町レピータ局周辺の測定地点

3.3.2 恵比寿西レピータ局

(1) 測定地点候補

千住旭町レピータ局と同様に恵比寿西レピータ局周辺で複数点を測定地点候補として選定した。



図参 3- 3-12 恵比寿西レピータ局周辺の測定地点候補地

表参 3- 3-7 恵比寿西レピータ局の測定地点候補

No	場所	推定距離	備考
1	東京都目黒区中目黒 1 丁目 9 タイムズ中目黒 1 丁目	420m	
2	東京都渋谷区恵比寿南 2 丁目 PEN(パーキングエコロジーネットワーク)	720m	
3	東京都渋谷区広尾 1 丁目 8 パークジャパン広尾第 1 駐車場	1,040m	3 面中層ビルに囲まれている。
4	東京都渋谷区渋谷 2 丁目 12 パラカ渋谷第 4 駐車場	1,430m	周囲は中層ビル多い。
5	東京都渋谷区松濤 1 丁目 29 タイムズ松濤 1 丁目	1,760m	周囲は中層ビル多い。
6	東京都目黒区駒場 1 丁目 23-5 パーキング	1,950m	周囲は低層住宅街
7	東京都渋谷区恵比寿西 1-4 タイムズ恵比寿西	370m	周囲は中層ビル多い。
8	東京都目黒区上目黒 3 丁目 27 タイムズ上目黒第 7	840m	住宅街、一方通行に注意が必要。
9	東京都目黒区目黒 3 丁目 13 パークジャパン目黒第 2	1,580m	低層住宅街
10	東京都港区白金台 4 丁目 9-19 外苑西通り	1,990m	路上パーキングを利用するため、混雑状況により場所取りが難しい場合がある。
11	東京都渋谷区恵比寿南 3 丁目 4 恵比寿南郵政宿舍 1 号棟	100m	
12	東京都渋谷区東 2 丁目 9-10	970m	

(2) 測定地点

表参3-3-7示した候補地を基に、周囲の状況等を考慮し以下の3地点にて測定を行った。



図参3-3-13 恵比寿西レピータ局周辺の測定地点

3.4 測定結果

本項では千住旭町レピータ局及び恵比寿西局レピータ局周辺での測定結果を示す。

受信状態が復号不可 (X) の場合、基本的に C/N_0 は表示されないが、復号可能／不可能の境界付近で、一瞬 C/N_0 が表示されるものの、復号されない状態が続くといった地点も存在した。そのような場合は受信状態を復号不可とするとともに、 C/N_0 についても画面上で読み取った値を記載している (信号と同期ができなかった場合 (-) は C/N_0 は表示されない)。

また、特に恵比寿西局では送信波形が変動を繰り返していたことから、 C/N_0 の値も頻繁に変化したため、 C/N_0 は幅をもたせた記録としている。 C/N_0 の値を使用する際は上限値を参照されたい。

3.4.1 千住旭町レピータ局
(1) 地点1 (千住旭町)



図参 3- 3-14 地点1 からレピータ局方向の風景 (千住旭町)

表参 3- 3-8 地点 1 での測定結果 (千住旭町)

No.	フィルタ	出力レベル	受信機	データ復号			備考
				妨害波測定値 [dBm] ※2	受信状態	C/No [dB・Hz]	
1	スルー	1W	A	-107.54	○	42	
2	FIL1	1W	A	-107.54	○	42	
3	SAW1	1W	A	-107.54	○	42	
4	SAW2	1W	A	-107.54	○	42	
5	スルー	1W	B	-107.54	○	41	
6	FIL1	1W	B	-107.54	-	-	※1
7	SAW1	1W	B	-107.54	○	41	
8	SAW2	1W	B	-107.54	○	41	
9	スルー	10W	A	-96.94	○	42	
10	FIL1	10W	A	-96.94	○	42	
11	SAW1	10W	A	-96.94	○	42	
12	SAW2	10W	A	-96.94	○	42	
13	スルー	10W	B	-96.94	○	40	エラー訂正あり
14	FIL1	10W	B	-96.94	-	-	※1
15	SAW1	10W	B	-96.94	○	40	エラー訂正あり
16	SAW2	10W	B	-96.94	○	40-41	
			※1 フィルタ特性によりB社受信機では受信不可				
			※2 妨害波測定値はスペクトラムアナライザでの測定値から アンテナ及びLNAの利得と経路のロスから換算				

【凡例】 (以下同じ)

○ : 信号の復号可能

× : 信号の復号不可 (信号との同期は取れているが、復号ができない状態)

— : フィルタの遅延時間が大きく、L1 信号と L6 信号の同期が取れない状態

(2) 地点 2 (千住旭町)



図参 3- 3-15 地点 2 からレピータ局方向の風景 (千住旭町)

表参 3- 3-9 地点 2 での測定結果 (千住旭町)

No.	フィルタ	出力レベル	受信機	データ復調			備考
				妨害波測定値 [dBm] ※2	受信状態	C/No [dB・Hz]	
1	スルー	1W	A	-106.89	○	49	
2	FIL1	1W	A	-106.89	○	49	
3	SAW1	1W	A	-106.89	○	49	
4	SAW2	1W	A	-106.89	○	49	
5	スルー	1W	B	-106.89	○	47	
6	FIL1	1W	B	-106.89	-	-	※1
7	SAW1	1W	B	-106.89	○	47	
8	SAW2	1W	B	-106.89	○	47	
9	スルー	10W	A	-95.61	○	48	
10	FIL1	10W	A	-95.61	○	49	
11	SAW1	10W	A	-95.61	○	49	
12	SAW2	10W	A	-95.61	○	49	
13	スルー	10W	B	-95.61	○	47	
14	FIL1	10W	B	-95.61	-	-	※1
15	SAW1	10W	B	-95.61	○	47	
16	SAW2	10W	B	-95.61	○	47	
				※1 フィルタ特性によりB社受信機では受信不可			
				※2 妨害波測定値はスペクトラムアナライザでの測定値から アンテナ及びLNAの利得と経路のロスから換算			

(3) 地点3 (千住旭町)



図参 3- 3-16 地点3 からレピータ局方向の風景 (千住旭町)

表参 3- 3-10 地点 3 での測定結果 (千住旭町)

No.	フィルタ	出力レベル	受信機	データ復調			備考
				妨害波測定値 [dBm] ※2	受信状態	C/No [dB・Hz]	
1	スルー	1W	A	-105.92	○	51	
2	FIL1	1W	A	-105.92	○	52	
3	SAW1	1W	A	-105.92	○	52	
4	SAW2	1W	A	-105.92	○	52	
5	スルー	1W	B	-105.92	○	49	
6	FIL1	1W	B	-105.92	-	-	※1
7	SAW1	1W	B	-105.92	○	49	エラー訂正あり
8	SAW2	1W	B	-105.92	○	49	
9	スルー	10W	A	-93.24	○	42-49	
10	FIL1	10W	A	-93.24	○	52	
11	SAW1	10W	A	-93.24	○	52	
12	SAW2	10W	A	-93.24	○	52	
13	スルー	10W	B	-93.24	○	49	
14	FIL1	10W	B	-93.24	-	-	※1
15	SAW1	10W	B	-93.24	○	49	エラー訂正あり
16	SAW2	10W	B	-93.24	○	49	
				※1 フィルタ特性によりB社受信機では受信不可			
				※2 妨害波測定値はスペクトラムアナライザでの測定値から アンテナ及びLNAの利得と経路のロスから換算			

(4) 地点4 (千住旭町)



図参 3- 3-17 地点4 からレピータ局方向の風景 (千住旭町)

表参 3- 3-11 地点 4 での測定結果 (千住旭町)

No.	フィルタ	出力レベル	受信機	データ復調			備考
				妨害波測定値 [dBm] ※2	受信状態	C/No [dB・Hz]	
1	スルー	1W	A	-96.7	○	49	
2	FIL1	1W	A	-96.7	○	51	
3	SAW1	1W	A	-96.7	○	51	
4	SAW2	1W	A	-96.7	○	51	
5	スルー	1W	B	-96.7	○	49	
6	FIL1	1W	B	-96.7	-	-	※1
7	SAW1	1W	B	-96.7	○	47	
8	SAW2	1W	B	-96.7	○	47	
9	スルー	10W	A	-89.09	○	38-41	
10	FIL1	10W	A	-89.09	○	50	
11	SAW1	10W	A	-89.09	○	50	
12	SAW2	10W	A	-89.09	○	51	
13	スルー	10W	B	-89.09	○	48	
14	FIL1	10W	B	-89.09	-	-	※1
15	SAW1	10W	B	-89.09	○	47	
16	SAW2	10W	B	-89.09	○	47	
			※1 フィルタ特性によりB社受信機では受信不可				
			※2 妨害波測定値はスペクトラムアナライザでの測定値からアンテナ及びLNAの利得と経路のロスから換算				

(5) 地点5 (千住旭町)



図参 3- 3-18 地点5 からレピータ局方向の風景 (千住旭町)

表参 3- 3-12 地点5 での測定結果 (千住旭町)

No.	フィルタ	出力レベル	受信機	データ復調			備考
				妨害波測定値 [dBm] ※2	受信状態	C/No [dB・Hz]	
1	スルー	1W	A	-94.2	○	43-46	
2	FIL1	1W	A	-94.2	○	52	
3	SAW1	1W	A	-94.2	○	53	
4	SAW2	1W	A	-94.2	○	52	
5	スルー	1W	B	-94.2	○	50	
6	FIL1	1W	B	-94.2	-	-	※1
7	SAW1	1W	B	-94.2	○	50	
8	SAW2	1W	B	-94.2	○	51	
9	スルー	10W	A	-81.98	×	-	
10	FIL1	10W	A	-81.98	○	52	
11	SAW1	10W	A	-81.98	○	52	
12	SAW2	10W	A	-81.98	○	42-48	
13	スルー	10W	B	-81.98	○	46	
14	FIL1	10W	B	-81.98	-	-	※1
15	SAW1	10W	B	-81.98	○	49	
16	SAW2	10W	B	-81.98	○	50	
				※1 フィルタ特性によりB社受信機では受信不可			
				※2 妨害波測定値はスペクトラムアナライザでの測定値からアンテナ及びLNAの利得と経路のロスから換算			

3.4.2 恵比寿西レピータ局
(1) 地点1 (恵比寿西)



図参 3- 3-19 地点1 からレピータ局方向の風景 (恵比寿西)

表参 3- 3-13 地点 1 での測定結果 (恵比寿西)

No.	フィルタ	出力レベル	受信機	データ復調			備考
				妨害波測定値 [dBm] ※2	受信状態	C/No [dB・Hz]	
1	スルー	1W	A	-76.67	×	-	
2	FIL1	1W	A	-76.67	○	49-52	
3	SAW1	1W	A	-76.67	×	25-54	
4	SAW2	1W	A	-76.67	×	25-52	
5	スルー	1W	B	-76.67	×	34-47	
6	FIL1	1W	B	-76.67	-	-	※1
7	SAW1	1W	B	-76.67	○	43-46	エラー訂正あり
8	SAW2	1W	B	-76.67	×	35-47	
9	スルー	10W	A	-66.99	×	25-51	
10	FIL1	10W	A	-66.99	○	38-54	
11	SAW1	10W	A	-66.99	×	25-53	
12	SAW2	10W	A	-66.99	×	-	
13	スルー	10W	B	-66.99	×	33-45	
14	FIL1	10W	B	-66.99	-	-	※1
15	SAW1	10W	B	-66.99	×	37-45	
16	SAW2	10W	B	-66.99	×	33-47	
				※1 フィルタ特性によりB社受信機では受信不可			
				※2 妨害波測定値はスペクトラムアナライザでの測定値から アンテナ及びLNAの利得と経路のロスから換算			

(2) 地点 2 (恵比寿西)



図参 3- 3-20 地点 2 からレピータ局方向の風景 (恵比寿西)

表参 3- 3-14 地点 2 での測定結果 (恵比寿西)

No.	フィルタ	出力レベル	受信機	データ復調			備考
				妨害波測定値 [dBm] ※2	受信状態	C/No [dB・Hz]	
1	スルー	1W	A	-95.71	○	39-44	
2	FIL1	1W	A	-95.71	○	42-44	
3	SAW1	1W	A	-95.71	○	43-44	
4	SAW2	1W	A	-95.71	○	41-44	
5	スルー	1W	B	-95.71	○	39-	エラー訂正あり
6	FIL1	1W	B	-95.71	-	-	※1
7	SAW1	1W	B	-95.71	○	40	エラー訂正あり
8	SAW2	1W	B	-95.71	○	39	エラー訂正あり
9	スルー	10W	A	-86.06	×	25-45	
10	FIL1	10W	A	-86.06	○	42-43	
11	SAW1	10W	A	-86.06	○	41-44	
12	SAW2	10W	A	-86.06	○	36-45	
13	スルー	10W	B	-86.06	×	36	
14	FIL1	10W	B	-86.06	-	-	※1
15	SAW1	10W	B	-86.06	○	38	エラー訂正あり
16	SAW2	10W	B	-86.06	○	38	エラー訂正あり
				※1 フィルタ特性によりB社受信機では受信不可			
				※2 妨害波測定値はスペクトラムアナライザでの測定値から アンテナ及びLNAの利得と経路のロスから換算			

(3) 地点3 (恵比寿西)



図参 3- 3-21 地点3 からレピータ局方向の風景 (恵比寿西)

表参 3- 3-15 地点 3 での測定結果（恵比寿西）

No.	フィルタ	出力レベル	受信機	データ復調			備考
				妨害波測定値 [dBm] ※2	受信状態	C/No [dB・Hz]	
1	スルー	1W	A	-89.19	×	34-47	
2	FIL1	1W	A	-89.19	○	51-52	
3	SAW1	1W	A	-89.19	○	46-53	
4	SAW2	1W	A	-89.19	○	42-55	
5	スルー	1W	B	-89.19	○	44-47	
6	FIL1	1W	B	-89.19	-	-	※1
7	SAW1	1W	B	-89.19	○	44-45	エラー訂正あり
8	SAW2	1W	B	-89.19	○	44-47	
9	スルー	10W	A	-82.69	×	25-53	
10	FIL1	10W	A	-82.69	○	43-53	
11	SAW1	10W	A	-82.69	○	31-53	
12	SAW2	10W	A	-82.69	×	27-54	
13	スルー	10W	B	-82.69	×	36-46	
14	FIL1	10W	B	-82.69	-	-	※1
15	SAW1	10W	B	-82.69	○	42-44	エラー訂正あり
16	SAW2	10W	B	-82.69	○	39-46	
				※1 フィルタ特性によりB社受信機では受信不可			
				※2 妨害波測定値はスペクトラムアナライザでの測定値からアンテナ及びLNAの利得と経路のロスから換算			

3.4.3 測定結果のまとめ

以上の測定結果を以下にまとめる。なお、表中のスルーはフィルタ無し、FIL1 は高減衰フィルタ、SAW1 は非対称単体 SAW フィルタ、SAW2 は構造体 SAW フィルタが対応する。

(1) 千住旭町レピータ局

千住旭町レピータ局に関して、表参 3- 3-16 に示したとおり約 362m 離れた地点 5 では A 社製受信機ではデータの復号が行えず、B 社製受信機では復号が行えた。高減衰フィルタ、非対称単体 SAW フィルタ及び構造体 SAW フィルタを挿入することで、A 社製受信機は信号の復号が可能となった。

B 社製受信機はフィルタを挿入しない状態で L6 信号の復号は可能であったが、高減衰フィルタを挿入することで受信不可となった。B 社製社製受信機受信機では信号の同期に L1 信号を使っているため、L1 信号と L6 信号の遅延差により受信できなくなったと考えられる。1W 出力の場合は、すべての地点で、フィルタ無しで信号の復号が可能であった。

表参 3- 3-16 千住旭町レピータ局

測定地点	10W				1W 減力時			
	スルー	FIL1	SAW1	SAW2	スルー	FIL1	SAW1	SAW2
200m (見通し内)	○/○	○/ -	○/○	○/○	○/○	○/ -	○/○	○/○
362m (見通し内)	×/○	○/ -	○/○	○/○	○/○	○/ -	○/○	○/○
630m (見通し内)	○/○	○/ -	○/○	○/○	○/○	○/ -	○/○	○/○
1050m (見通し外)	○/○	○/ -	○/○	○/○	○/○	○/ -	○/○	○/○
1560m (見通し外)	○/○	○/ -	○/○	○/○	○/○	○/ -	○/○	○/○

注：A 社受信機/B 社受信機 -：フィルタの遅延の影響で同期せず

(2) 恵比寿西レピータ局

恵比寿西レピータ局に関して、表参 3- 3-17 に示したとおり約 100m 離れた地点 1 ではフィルタ無し状態で 10W 及び 1W とともに、両受信機ともデータの復号ができなかった。高減衰フィルタを挿入することで A 社製受信機は 10W/1W とともに信号の復号が可能となった。B 社受信機は高減衰フィルタでは受信できなかった。1W に減力すると非対称単体 SAW フィルタの挿入で B 社製受信機は信号の復号が可能となった。

約 420m 離れた地点 3 では、A 社製受信機は 10W 出力で高減衰フィルタ及び非対称単体 SAW フィルタが、1W 出力でフィルタを挿入することで信号の復号が可能となる。B 社製受信機では 10W でフィルタ無しで信号の復号ができないが、1W ではフィルタ無しでも信号の復号が可能である。

表参 3- 3-17 恵比寿西レピータ局

測定地点	10W				1W 減力時			
	スルー	FIL1	SAW1	SAW2	スルー	FIL1	SAW1	SAW2
100m (見通し内)	×/×	○/-	×/×	×/×	×/×	○/-	×/○	×/×
420m (見通し外)	×/×	○/-	○/○	×/○	×/○	○/-	○/○	○/○
970m (見通し内)	×/×	○/-	○/○	○/○	○/○	○/-	○/○	○/○

注：A 社受信機/B 社受信機 -：フィルタの遅延の影響で同期せず

3.5 干渉波の強度及び干渉軽減効果の検証

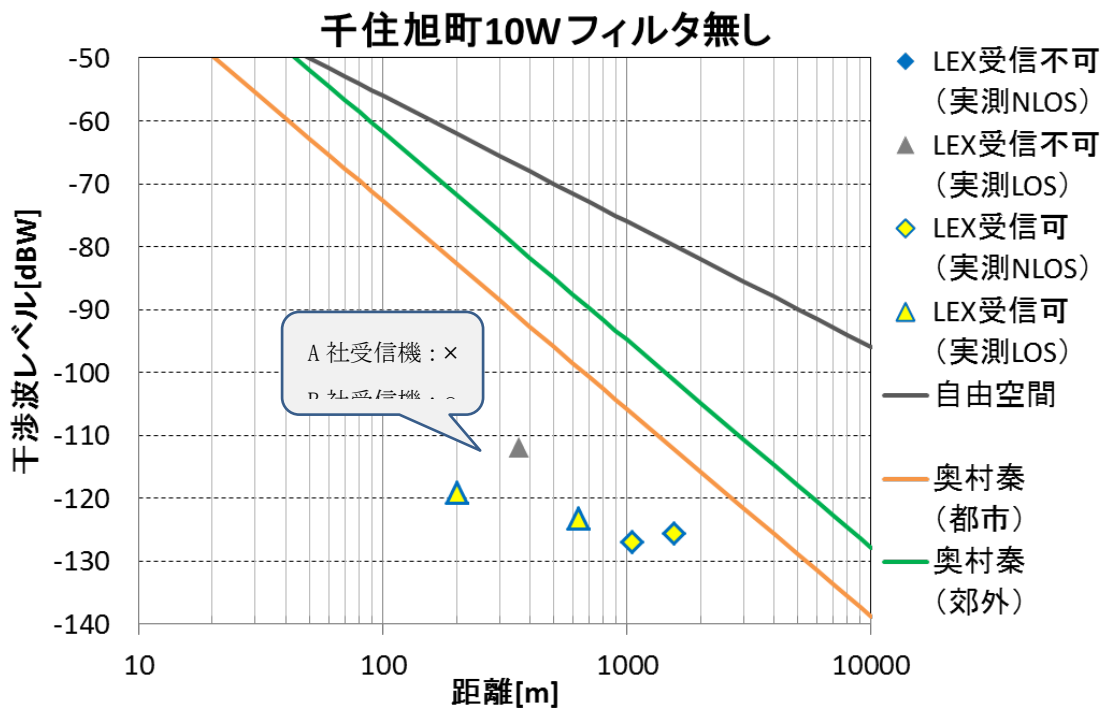
各地点で測定した干渉波の強度と距離の関係を求めた。その際、自由空間、奥村秦(都市)、奥村秦(郊外)の各伝播モデルとの比較を行う。

なお、各伝播モデルに代入したパラメータを以下に示す。

- 千住旭町レピータ局
 - EIRP: 18.7dBW (10W の場合)、8.7dBW (1W の場合)
 - 周波数: 1291.27MHz
 - アンテナ高: 65m (レピータ局)、2m (受信アンテナ)
- 恵比寿西レピータ局
 - EIRP: 18.7dBW (10W の場合)、8.7dBW (1W の場合)
 - 周波数: 1270.875MHz
 - アンテナ高: 25m (レピータ局)、2m (受信アンテナ)

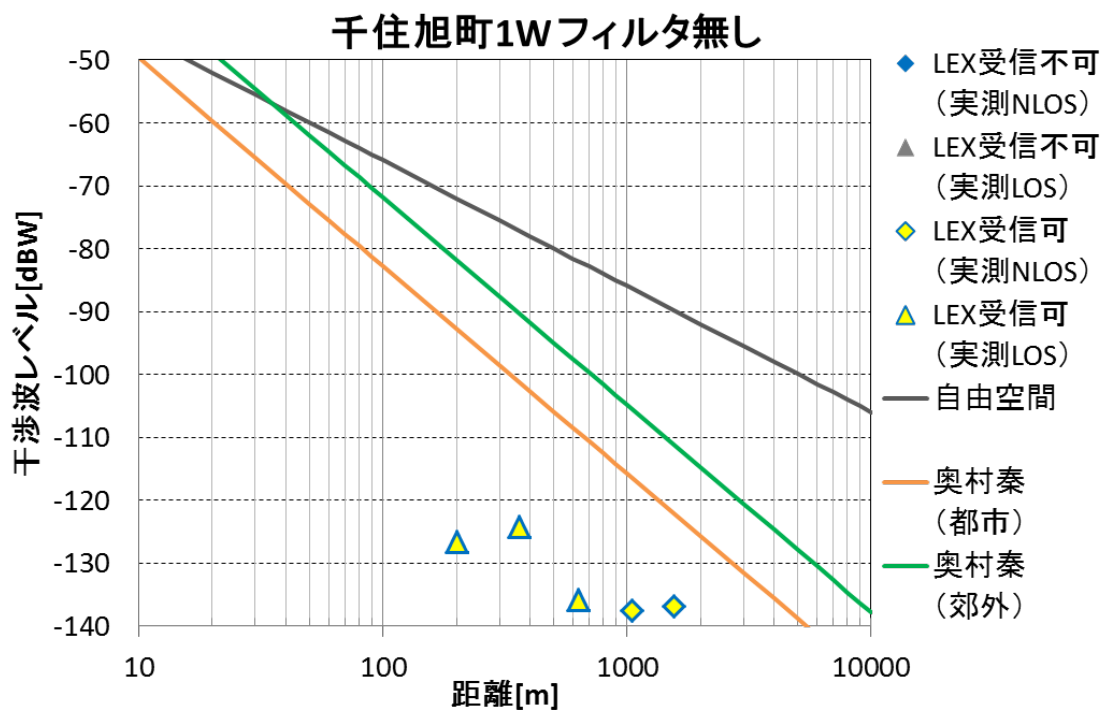
図参 3-3-22 から図参 3-3-25 に各伝播モデルによる減衰量を勘案したアマチュア無線レピータ局からの信号強度と、アマチュア無線レピータ局からの信号強度の実測結果を示す。今回測定した2箇所では、干渉波レベルは奥村秦モデル(都市)より低い値となった。この理由として、アマチュア無線レピータ局のアンテナの垂直方向のアンテナパターンの影響で、送信アンテナに近い地点での信号強度が低くなったこと、測定値は数十センチの範囲で 10～15dB 程度変動したため、変動の中間となる場所を探し測定を行ったことなどが考えられる。

上記の理由及び H25 年度に実施したアマチュア無線レピータ局からの信号強度はほぼ奥村秦モデルと一致していたことから、検討に奥村秦モデルを使用することは妥当であるといえる。参考として、図参 3-3-26 に H25 年度に実施したアマチュア無線レピータ局からの信号強度の計算値と実測値との比較を示す。

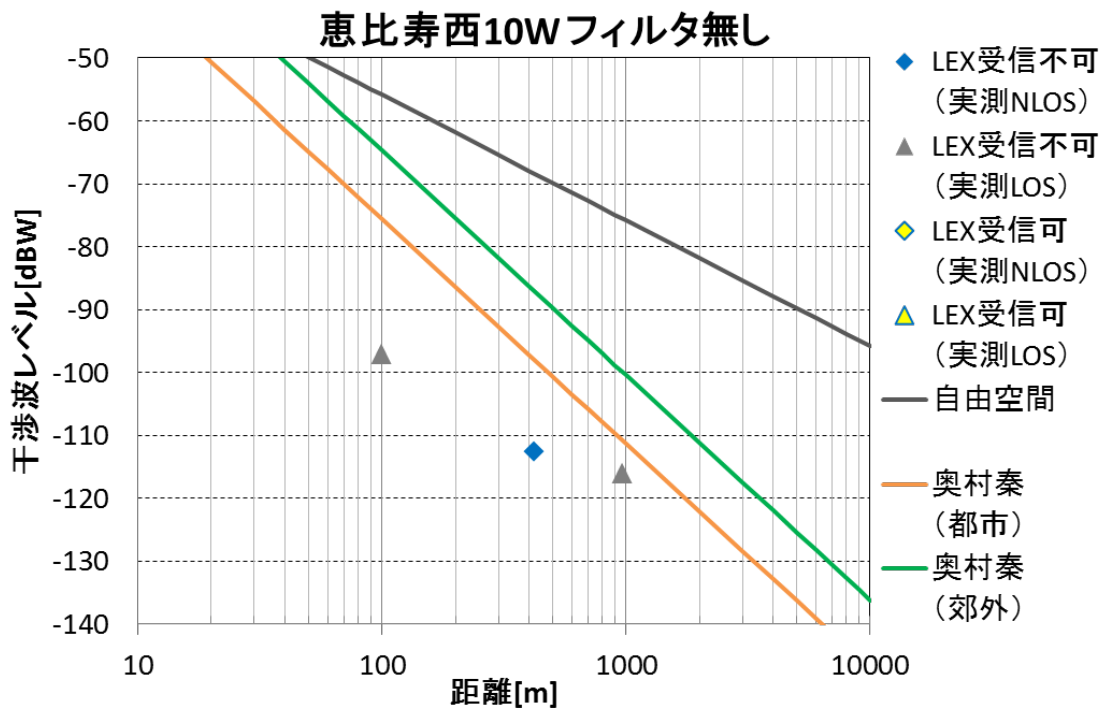


図参 3- 3-22 10W 出力の場合 (千住旭町)

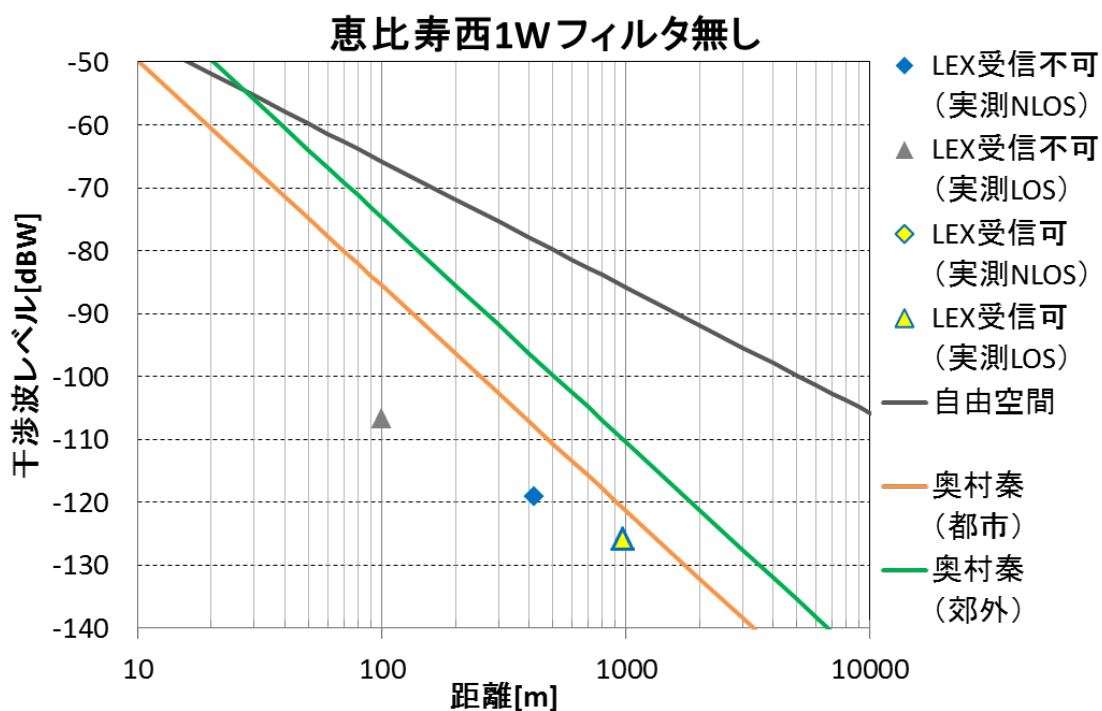
※LOS : 見通し内、NLOS : 見通し外 (以下同じ)



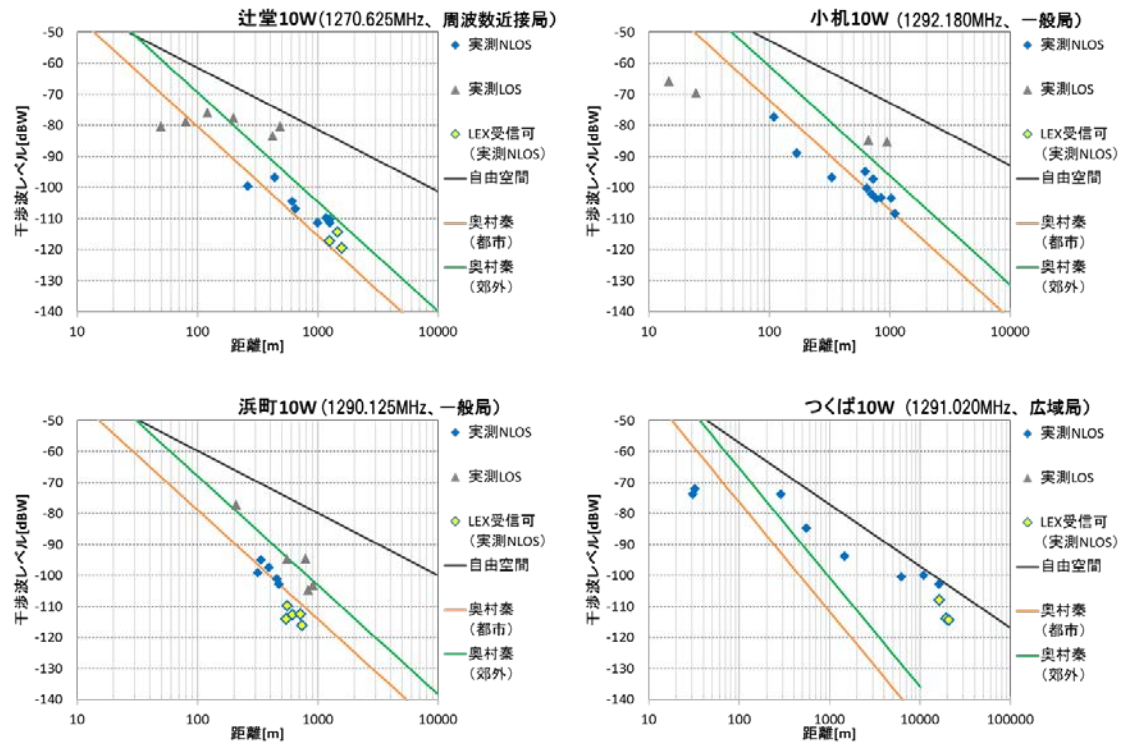
図参 3- 3-23 1W 出力の場合 (千住旭町)



図参 3- 3-24 10W 出力の場合 (恵比寿西)



図参 3- 3-25 1W 出力の場合 (恵比寿西)



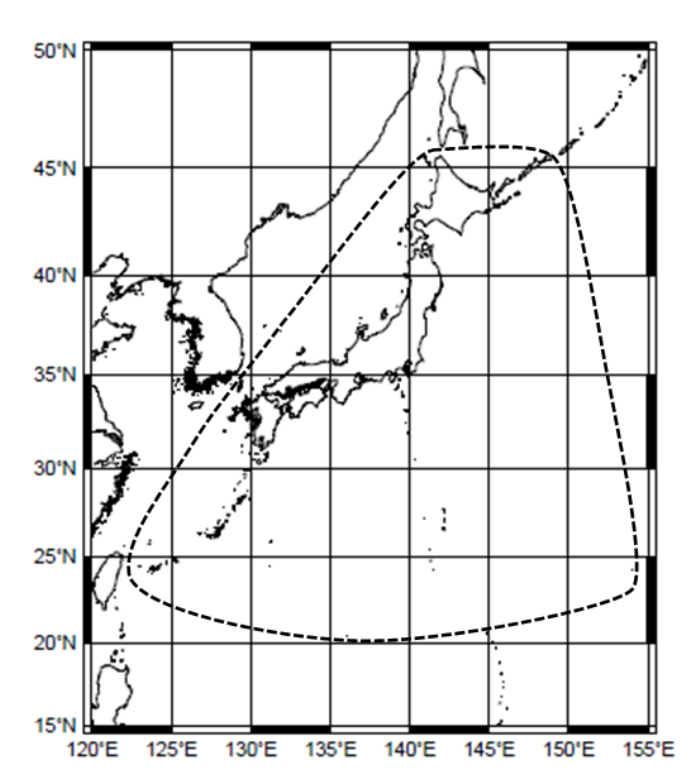
図参 3- 3-26 H25 年度技術試験事務の結果 (参考)

参考資料 4 S帯を用いた移動衛星通信システムの概要

1 サービス仕様

1.1 サービス諸元

サービス提供範囲は日本国内であり、図参 4- 1-1 の破線で囲われた領域である。日本国内及び沿岸部に限定したサービスであり、今後近隣国への拡張は行われない。



図参 4- 1-1 衛星安否確認サービスの提供範囲

出典) 平成 26 年度 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 第 2 回調査検討会資料

表参 4- 1-1 にサービス能力を示す。ユーザ識別数は約 2,200 万人以上、アベイラビリティは 0.97 以上である。

表参 4- 1-1 サービス能力

ユーザ識別数	約 2,200 万人以上のユーザ ID を識別
アベイラビリティ	0.97 以上

出典) 平成 27 年度 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 第 3 回調査検討会資料

2 リターンリンク諸元

2.1 主要諸元

S 帯リターンリンク（端末発リンク）の信号諸元、送受信諸元を表参 4- 2-1 に示す。

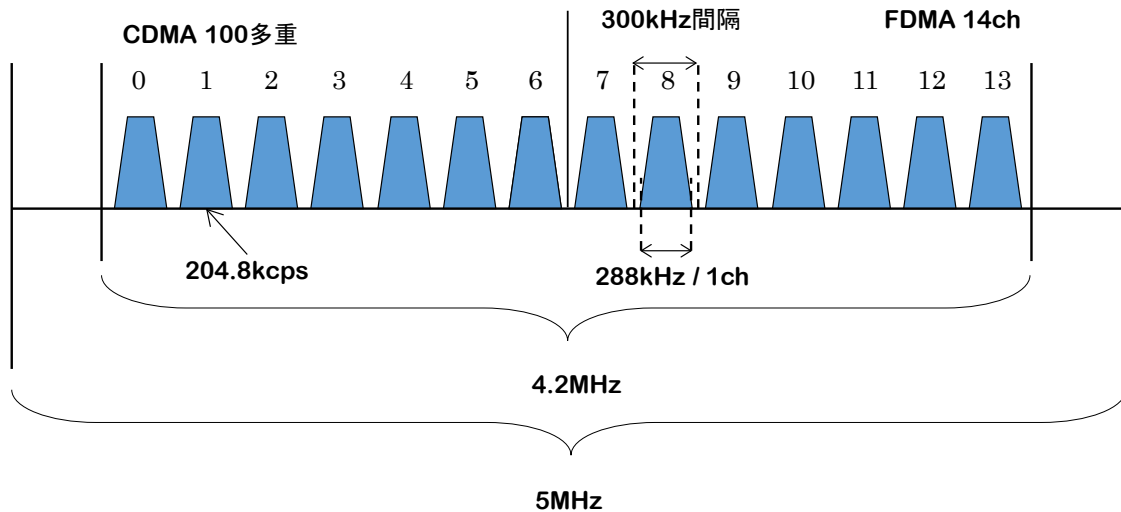
表参 4- 2-1 リターンリンク諸元

占有周波数帯幅	288kHz
移動局空中線電力	1W
移動局 EIRP	2dBW
変調方式	BPSK
情報速度	64bps
符号化方式	NRZ-L
誤り訂正方式	畳み込み符号化・ビタビ復号
伝送フレーム	フレーム長 1.6s(ガードタイム 0.0375s 含む) 0.25s プリアンブルによるフレーム検出を実施
多重化方式	FDMA : 14 多重 CDMA : 100 多重 プリアンブル部 204.8kcps 27 段 M 系列 データ部 204.8kcps 直交 M 系列 TDMA : 2250 多重 (1 時間当たり)
人工衛星局 G/T	-0.5dB/K 以上

出典) 平成 27 年度 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 第 3 回調査検討会資料

2.2 無線スペクトラム

S 帯リターンリンクのサブチャネル周波数配置を図参 4- 2-1 に示す。14 の 300kHz 幅サブチャネルを 5MHz の使用帯域の中寄りに配置する。占有周波数帯幅については、チップレート 204.8kcps に対して、ロールオフ率 $\alpha=0.3$ のルートナイキストフィルタを前提として 288kHz ($204.8 \times (1+0.3)=266.24$ kHz、マージンを込みで 288kHz) としている。

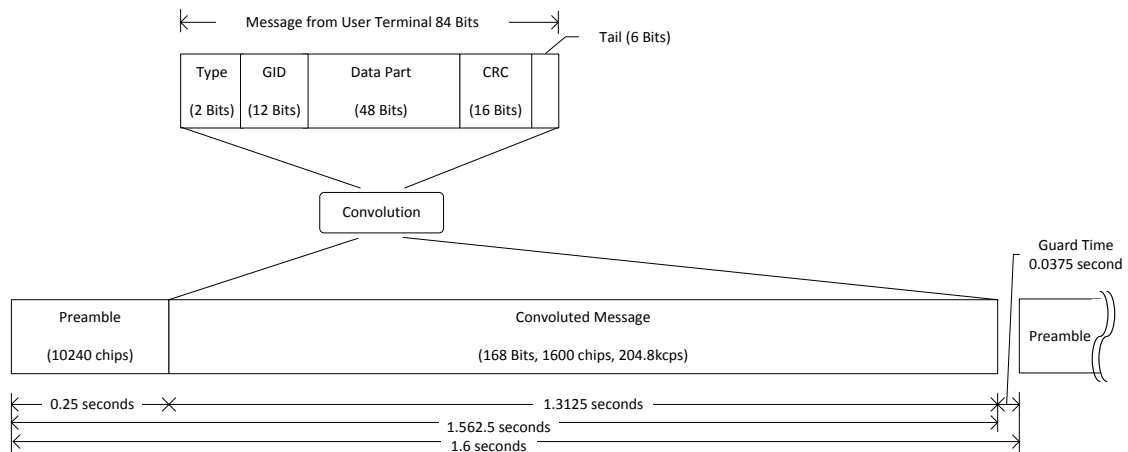


図参 4- 2-1 S 帯リターンリンクサブチャネル周波数配置

出典) 平成 27 年度 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 第 3 回調査検討会資料

2.3 フレーム構造

図参 4- 2-2 に S 帯リターンリンクのフレーム構造を示す。フレーム毎の情報量は 84bit である。畳み込み符号により冗長化を施し、同期用のプリアンプルを加え、1.5625s/フレームで伝送する。フレーム間には 0.0375s のガードタイムを設ける。



図参 4- 2-2 S 帯リターンリンクフレーム構造

出典) 平成 27 年度 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 第 3 回調査検討会資料

2.4 アクセス管理

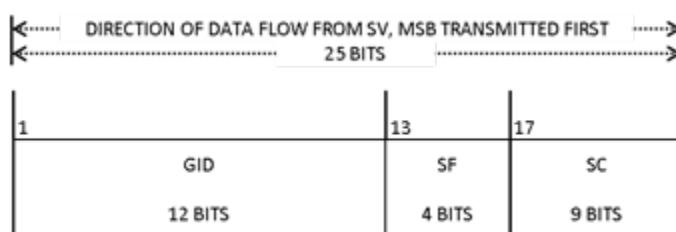
実用準天頂衛星システムでは、移動局に割り当てたユーザ ID と地上局から人工衛星局を

介して送信する制御情報に基づき、移動局の周波数、送信スロット、符号の割当が実施される。移動局からのトラフィックが増加した場合、1つの送信スロット当たり1,400局（FDMA14サブチャネル×CDMA100コード）の回線容量を超えないよう、移動局のアクセス規制が実施される。

以下に、アクセス制御、アクセス規制の方式を示す。

2.4.1 アクセス制御方式

移動局の周波数、PN符号は、移動局に割り当てられたユーザIDに含める形式にて移動局に割り当てを行う。ユーザIDの形式を以下に示す。



図参 4- 2-3 ユーザ ID フォーマット

出典) 平成 27 年度 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 第 3 回調査検討会資料

表参 4- 2-2 ユーザ ID パラメータ定義

項目	内容	範囲	ビット数
GID	組番号	0-4095	12
SF	周波数	0-13	4
SC	PN 符号	0-399	9

移動局の送信スロット（送信時刻）は、移動局に割り当てられたユーザIDに含まれる組番号（GID）と、地上局から送信される送信制御パラメータに基づき、以下の算出式を用いて算出される。

$$T_{uid} = RTAC + T_{offset} + (RSTSG \times TSG \times n + R) \times S - td(g - s - u)$$

n : $T_{uid} > T_{now}$ を満たす整数

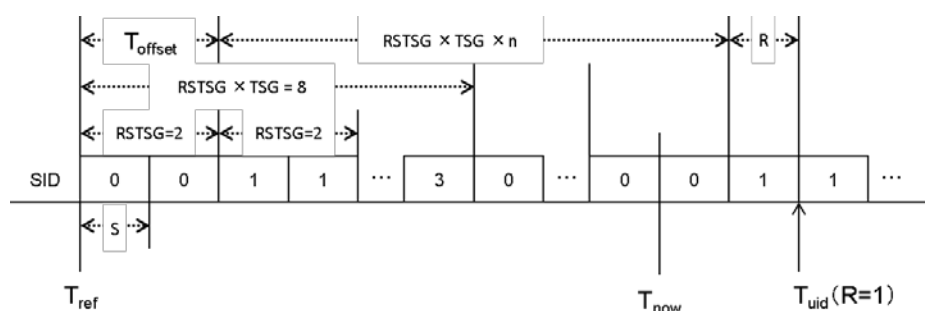
- T_{uid} : 送信時刻
- T_{now} : 現在時刻
- $RTAC$: アクセス制御基準時刻 ※1
- $RSTSG$: 送信スロットランダム選択幅 ※1
- TSG : 送信グループ数 ※1
- T_{offset} : 送信タイミングオフセット $(GID_{uid} \bmod TSG) \times RSTSG \times S$

- $td(g-s-u)$: 地上局・衛星・移動局間の伝搬遅延時間 ※2
 R : 0以上 $RSTSG$ 未満の整数値 (ランダム)
 S : 端末発メッセージ送信周期 (1.6sec)

※1 : 地上局から送信される送信制御パラメータ

※2 : 地上局・衛星間の伝搬遅延時間、衛星位置情報が送信制御パラメータとして送信されており、移動局位置情報と合わせて算出する。

移動局における送信スロット (送信時刻) の算出例を図参 4- 2-4 に示す。例においては $td(g-s-u)=0$ として省略している。また、“SID”は、地上局が割り当てた送信スロット番号である。例における概念であり、算出パラメータとしては現れない。



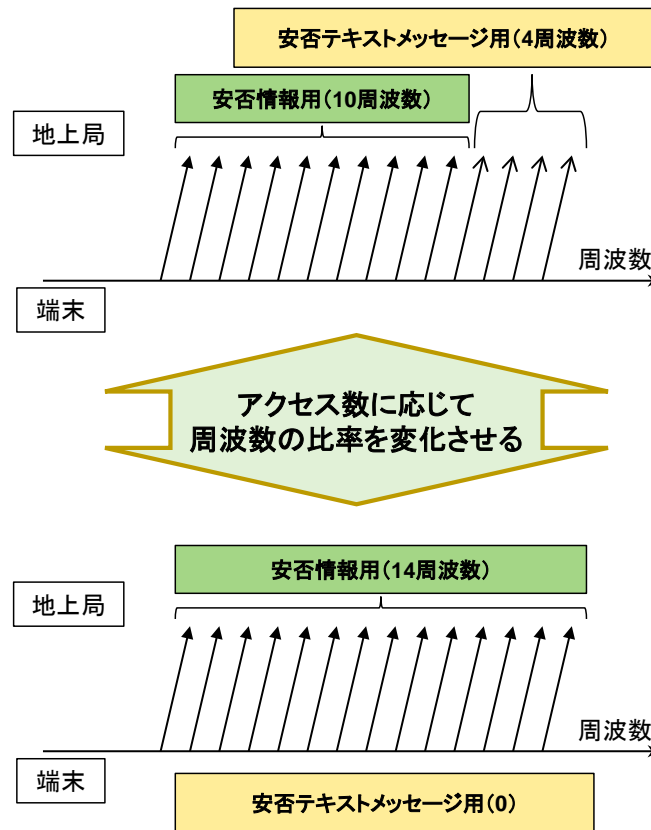
図参 4- 2-4 送信時刻算出例 (RSTSG=2、TSG=4、GID=5)

出典) 平成 27 年度 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 第 3 回調査検討会資料

移動局が利用可能な送信スロット番号は、送信タイミングオフセットの算出における $(GID_{uid} \bmod TSG)$ が相当し、例においては $SID=1$ となる。 $SID=1$ の送信スロットは送信スロットランダム選択幅の数だけ連続して確保されており、その中から 1 送信スロットをランダムに選択して送信を行う。

平常時、地上局は送信グループ数 (TSG)、送信スロットランダム選択幅 (RSTSG) を「1」と設定した送信制御パラメータを送信することで、移動局に任意のタイミングでの送信を許可する。

混雑時、地上局は送信グループ数 (TSG)、送信スロットランダム選択幅のいずれか、または両方のパラメータを 1 より大きく設定することで、移動局は指定された送信タイミングのみ許可 (アクセス規制を実施) する。



図参 4- 2-5 周波数割当の概要

出典) 平成 27 年度 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 第 3 回調査検討会資料

2.4.2 アクセス規制

移動局のアクセス数が増加した場合、1 つの送信スロット当たり 1,400 局 (FDMA14 サブチャネル×CDMA100 コード) の回線容量を超えないようアクセス規制を実施する。これはトラフィック効率の最大化を図るとともに、サブチャネル毎の CDMA 多重について、相互に CDMA 多重雑音となるため、回線容量を超えたアクセスが発生しないように制御するものである。

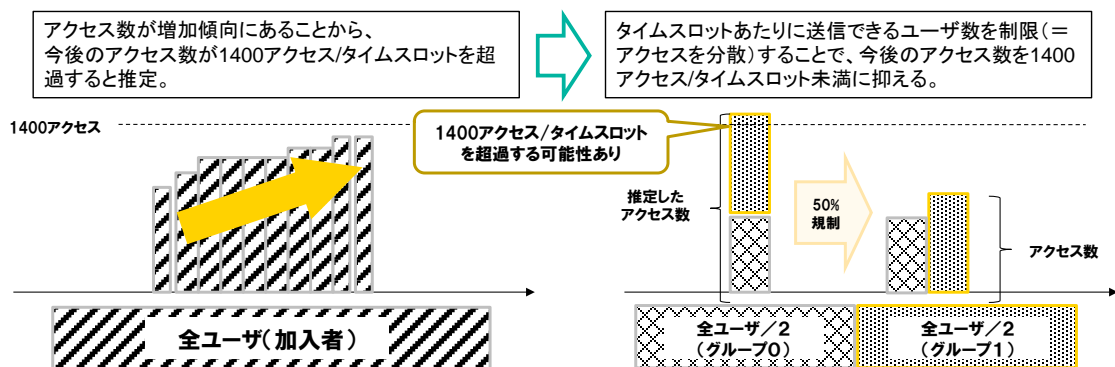
具体的には、アクセス数の履歴から、今後のアクセス数を推定し、アクセス規制を実施する。平常時、アクセス規制を実施していない状況 (推定アクセス数/秒 \leq 875/秒の場合) においては、送信グループ数 (TSG)、送信スロットランダム選択幅 (RSTSG) を「1」と設定することで、全移動局の送信スロット番号は 0 となり、送信スロットに許可されている送信スロット番号は全て「0」となっているため、常に送信が可能な状態である。

アクセス数が増加した混雑時 (推定アクセス数/秒 $>$ 875/秒の場合) においては、(送信グループ数 × 送信スロットランダム選択幅) \geq 2 となり、移動局は送信するタイミングが規制される。送信スロット毎に送信可能なユーザが割当てられ、その他ユーザは自身が送信可能な送信スロットまで送信を待つ。

(送信グループ数 × 送信スロットランダム選択幅) =2 の場合、移動局の送信機会は 1/2 となる。上述の算出式から、移動局の送信スロット番号は 0 または 1 となり、送信スロ

ットで許可される送信スロット番号は基準時刻に対して「0、1」を繰り返すため、送信スロットで許可された送信スロット番号と移動局の送信スロット番号が一致した移動局が、送信を許可される。

(送信グループ数 × 送信スロットランダム選択幅) = 10 の場合、移動局に対して送信機会は 1/10 となる。上述の算出式から、移動局の送信スロット番号は 0~9 となり、送信スロットで許可される送信スロット番号は基準時刻に対して「0~9」を繰り返すため、送信スロットで許可された送信スロット番号と移動局の送信スロット番号が一致した移動局が、送信を許可される。



図参 4- 2-6 アクセス規制の概要

出典) 平成 27 年度 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 第 3 回調査検討会資料

3 フォワードリンク諸元

3.1 主要諸元

S帯フォワードリンク（端末宛リンク）の信号諸元、送受信諸元を表参 4- 3-1 に示す。

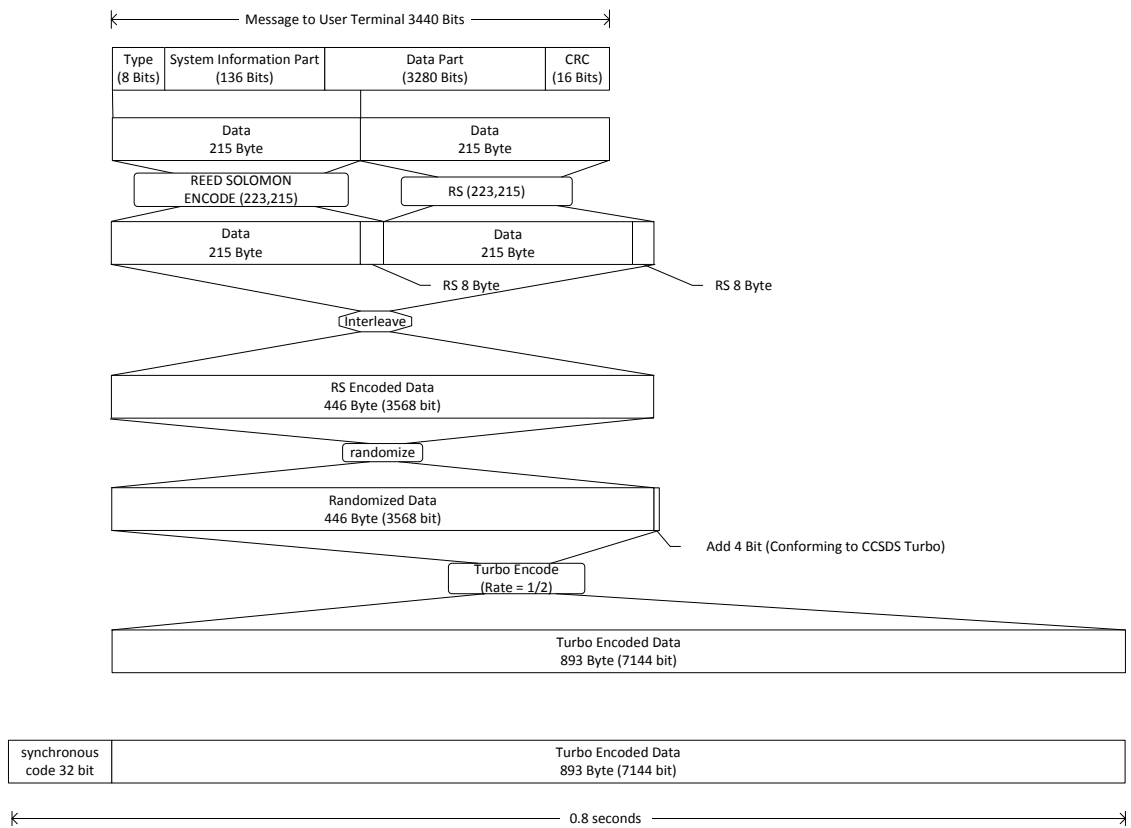
表参 4- 3-1 フォワードリンク諸元

占有周波数帯幅	5MHz
人工衛星局空中線電力	19. 7dBW（アンテナ入力端レベルは 18. 2dBW）
人工衛星局空中線利得	27. 5～31. 5dBi
地表面最小電力	-150. 3dBW（単一ビームによる）
変調方式	BPSK DS-SS (3. 549376Mcps 6 段 M 系列)
情報速度	4. 46kbps
符号化方式	NRZ-L
誤り訂正方式	リード・ソロモン符号（外符号） ターボ符号（内符号）
伝送フレーム	フレーム長 800msec
多重化方式	なし
移動局 G/T	-25dB/K

出典) 平成 27 年度 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 第 3 回調査検討会資料

3.2 フレーム構造

図参 4- 3-1 にフォワードリンクのフレーム構造を示す。フレーム毎の情報量は 3440bit である。リードソロモン符号、ターボ符号により冗長化を施し、同期ビットを加え、0. 8s 毎に常時放送される。



図参 4- 3-1 フォワードリンクフレーム構造

出典) 平成 27 年度 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 第 3 回調査検討会資料

4 回線設計の実施

衛星安否確認サービスの諸元をもとに、回線設計を実施した。人工衛星局の設計進捗を踏まえ、衛星中継利得（S帯→Ku帯）、衛星アンテナ利得（Ku帯）が増加した。表参 4-4-1 に回線設計結果を示す。これにより、リターンリンクは 2.6dB、フォワードリンクは 9.0dB のマージンを持って回線が成立することが示された。

表参 4-4-1 回線設計結果

		リターン	
項 目	単 位	アップリンク	ダウンリンク
周 波 数	GHz	1980MHzから2010MHzの内、5MHz	12.2GHzから12.75GHzの内、5MHz
EIRP	dBW	2.0	-13.6
人体損	dB	-1.5	
ポインティング損失	dB	EIRPに含む	
自由空間損失	dB	-190.1	-205.6
各種損失		-2.8 (フェージング損失を含む)	-1.2
ポインティングロス	dB	0.0	-0.2
受信機入力レベル	dBW		
S帯インバンド干渉雑音	dBW/Hz		-208.4
他干渉雑音	dBW/Hz		-196.5
G/T	dB/K	0.1	31.0
受信C/N ₀	dB·Hz	36.3 (C/(No+I _o +I _o in+I _o sys))=	37.3 (30%の干渉雑音を考慮)
相互変調雑音	dB·Hz	39.0	
総合C/N ₀	dB·Hz	28.9	
要求C/N ₀	dB·Hz	26.3	
マージン	dB	2.6	
信号種別		位相変調方式 (BPSK)	
変調方式		位相変調方式 (BPSK)	
要求C/N ₀	dB·Hz	26.3	
		フォワード	
項 目	単 位	アップリンク	ダウンリンク
周 波 数	GHz	13.75GHzから14.5GHzの内、5MHz	2170MHzから2200MHzの内、5MHz
EIRP	dBW	68.0	43.5
人体損	dB		
ポインティング損失	dB	-0.2	0.0
自由空間損失	dB	-206.7	-190.9
各種損失		-1.6	-2.8 (フェージング損失を含む)
ポインティングロス	dB		0.0 (G/Tに含む)
受信機入力レベル	dBW		-151.4
S帯インバンド干渉雑音	dBW/Hz		
他干渉雑音	dBW/Hz		
G/T	dB/K	7.2	-26.5 (人体損1.5dBを含む)
受信C/N ₀	dB·Hz	95.4 (C/(No+I _o sys))=	51.2 =C/(No+I _o in))
相互変調雑音	dB·Hz		
総合C/N ₀	dB·Hz	51.2	
要求C/N ₀	dB·Hz	42.2	
マージン	dB	9.0	
信号種別		位相変調方式 (BPSK)	
変調方式		位相変調方式 (BPSK)	
要求C/N ₀	dB·Hz	42.2	

出所) 平成 27 年度 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 第 3 回調査検討会資料

参考資料5 S帯端末の干渉源信号強度測定試験の実施

1 試験の目的と位置付け

測定試験場所として都市域、郊外等を含む複数地点において、実環境における受信レベル等を測定・記録し、S帯端末に関する共用検討の妥当性評価、ならびに通信品質試験で使用するための干渉波の取得を行った。干渉の種類は、新衛星端末の被干渉（下り帯域：2170～2200MHz）を対象とし、また干渉源は、地上携帯基地局（感度抑圧干渉帯域：2150～2170MHz、スプリアス干渉帯域：2170～2200MHz）、ならびに宇宙運用局（スプリアス干渉帯域：2170～2200MHz）を対象とした。

2 試験手順

2.1 事前測定

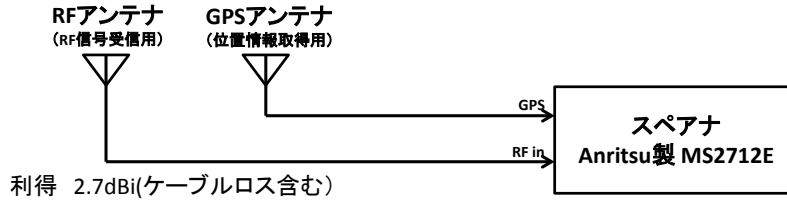
本測定において干渉波を記録する地点の選定のために、東京駅周辺、渋谷駅周辺において全長 10km 程度のルートを設定し、複数の時間帯において、車両移動とともに、S 帯 RF アンテナと GPS アンテナを接続したスペクトラムアナライザにより、位置情報及び干渉波の記録をおこなう。東京駅周辺及び渋谷駅周辺のルートを図参 5- 2-1、図参 5- 2-2 に、試験系統を図参 5- 2-3、表参 5- 2-1 に示す。



図参 5- 2-1 干渉源信号強度事前測定：東京駅周辺ルート



図参 5- 2-2 干渉源信号強度事前測定：渋谷駅周辺ルート



図参 5- 2-3 干渉源信号強度事前測定：試験系統

表参 5- 2-1 干渉源信号強度事前測定：機器構成

機器名	型番	数量	備考
スペクトラムアナライザ	Annritsu 社 MS2712E	1	測定時の設定は以下の通り <ul style="list-style-type: none"> • SPAN : 2100~2300MHz • RBW= AUTO (1MHz) <li style="padding-left: 20px;">DANL=-162dBm/Hz + 60dB <li style="padding-left: 40px;">=-102dBm/MHz • PreAmp=on
RF アンテナ	Annritsu 社 車載用 アンテナ Z1423	1	—

2.2 本測定

- ① 事前測定の結果より、本測定において干渉波の記録を行う、東京駅周辺コース及び渋谷駅周辺コース上の受信レベルの高い複数の記録地点を選定する。
- ② 東京駅周辺ルート及び渋谷駅周辺ルート上を車両移動し、選定した記録地点において、S帯 RF アンテナと GPS アンテナを接続したスペクトラムアナライザ及び RF レコーダにより、位置情報及び干渉波の記録を行う。

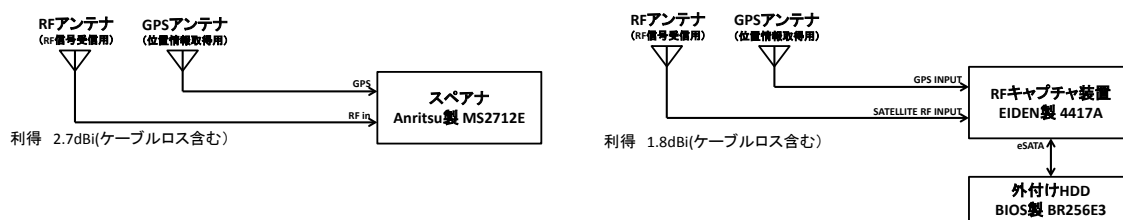
➤ 実施時間帯

車両によるルート周回及び記録地点における干渉波記録を行う時間帯は、干渉波（地上携帯基地局下り）のレベルが高いと想定される、時間帯 1（17:00~18:00 台）⁶及び時間帯 2（22:00-23:00 台）⁷とする。

なお、本測定においては郊外の周回ルートとして府中市周辺ルートも設定し、記録地点は車両移動しながらほぼ等時間間隔で設定するものとする。本測定の試験系を図参 5- 2-4、表参 5- 2-2 に示す。

⁶ 地上携帯通信時間・通信回数統計より特定のピーク時間帯より。（出典）テレコムデータブック 2013, 一般社団法人電気通信事業者協会

⁷ 移動通信トラフィックピーク統計より特定のピーク時間帯より。（出典）総務省通信統計データベース 「我が国の移動通信トラフィックの現状」 <http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/field/tsuushin06.html>



図参 5- 2-4 干渉源信号強度本測定：試験系統

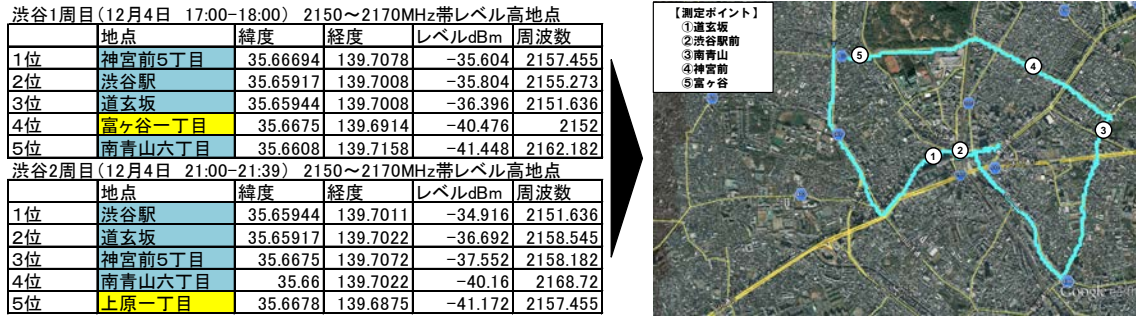
表参 5- 2-2 干渉源信号強度本測定：機器構成

機器名	型番	数量	備考
スペクトラムアナライザ	Annritsu 社 MS2712E	1	測定時の設定は以下の通り <ul style="list-style-type: none"> ・ SPAN : 2100~2300MHz ・ RBW= AUTO (1MHz) <li style="padding-left: 20px;">DANL=-162dBm/Hz + 60dB <li style="padding-left: 40px;">=-102dBm/MHz ・ PreAmp=on
RF レコーダ	EIDEN 社 4417A 外付け HDD BIOS 製 BR256E	1	—
RF アンテナ	Annritsu 社 車載用 アンテナ Z1423	1	スペクトラムアナライザ用
RF アンテナ	Annritsu 社 Mag Mount Broadband Antenna 2000-1645-R 1700MHz -2700MHz	1	RF レコーダ用

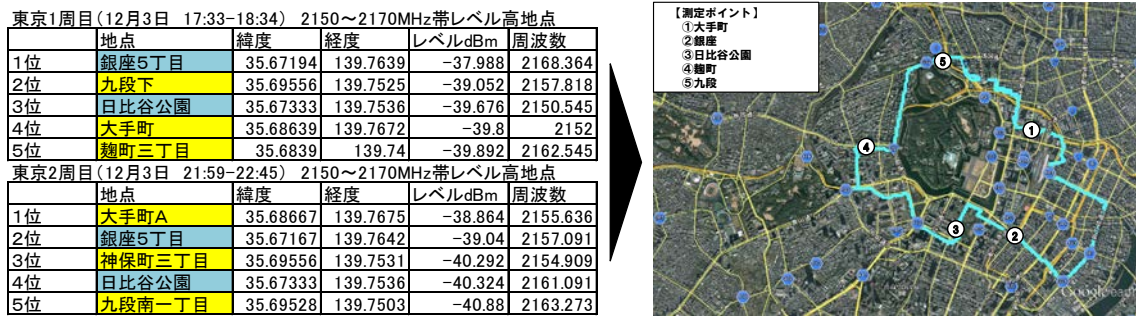
3 試験結果

3.1 事前測定

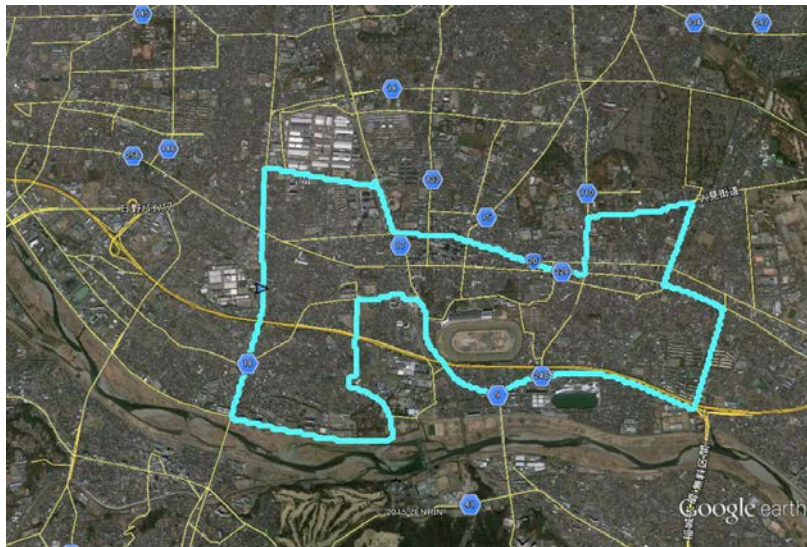
渋谷駅周辺及び東京駅周辺ルートでの 2 つの時間帯それぞれの周回において、2150～2170MHz 帯域中の最も高い受信レベルによりルート上の地点をソートし、本測定における記録地点の選定を行った結果を、図参 5- 3-1、図参 5- 3-2 に示す。また府中市周辺ルート及び記録地点を図参 5- 3-3 に示す。



図参 5- 3-1 本測定記録地点の選定：渋谷駅周辺ルート



図参 5- 3-2 本測定記録地点の選定：東京駅周辺ルート



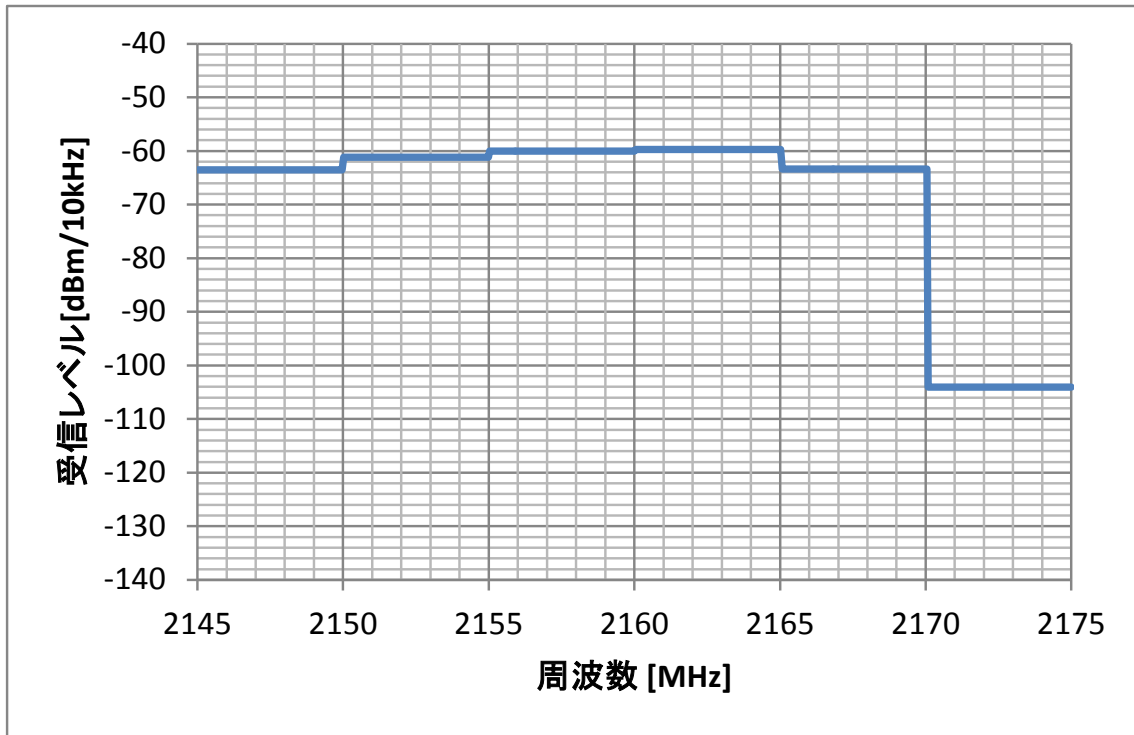
図参 5- 3-3 本測定記録地点の選定：府中市周辺ルート

3.2 本測定

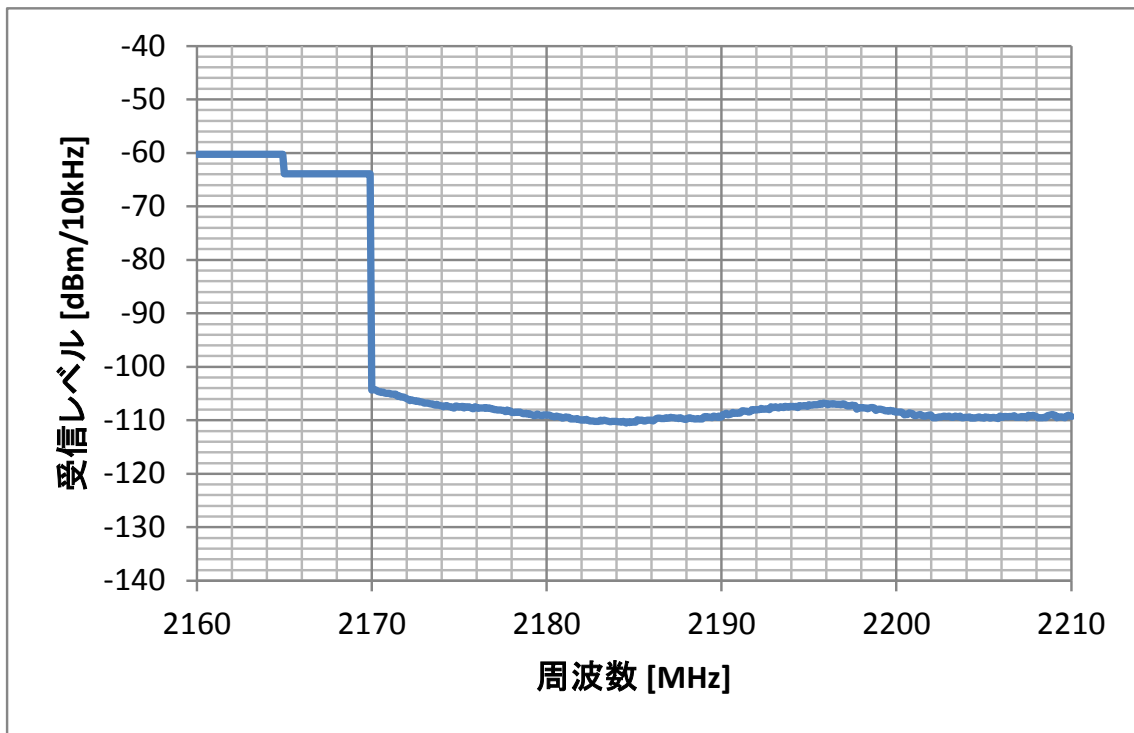
渋谷駅周辺、東京駅周辺、府中市周辺の各ルート上に設定した各記録地点における、感度抑圧干渉帯域（2150～2170MHz）とスプリアス干渉帯域（2170～2200MHz）での受信レベルを以下に示す。なお、感度抑圧干渉帯域の受信レベルは、5MHz スパンで、各スパンにおける最大値を当該スパンにおける受信レベルとして表記している。

① 渋谷駅周辺ルート

感度抑圧帯域

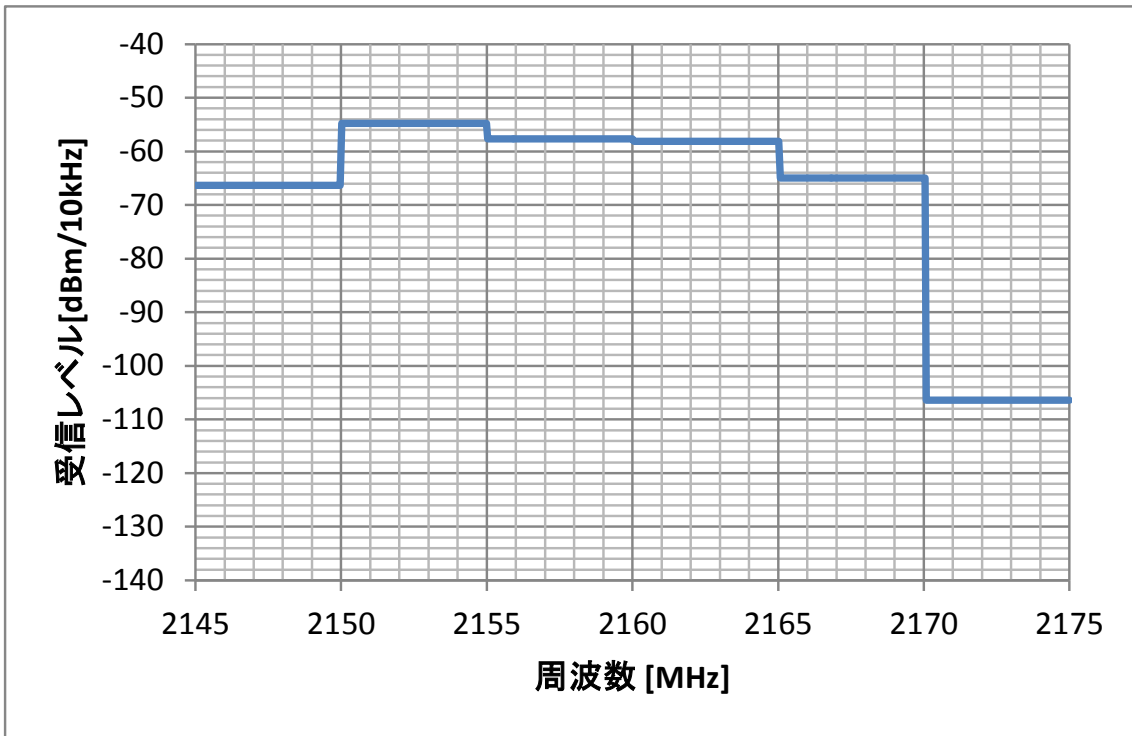


スプリアス帯域

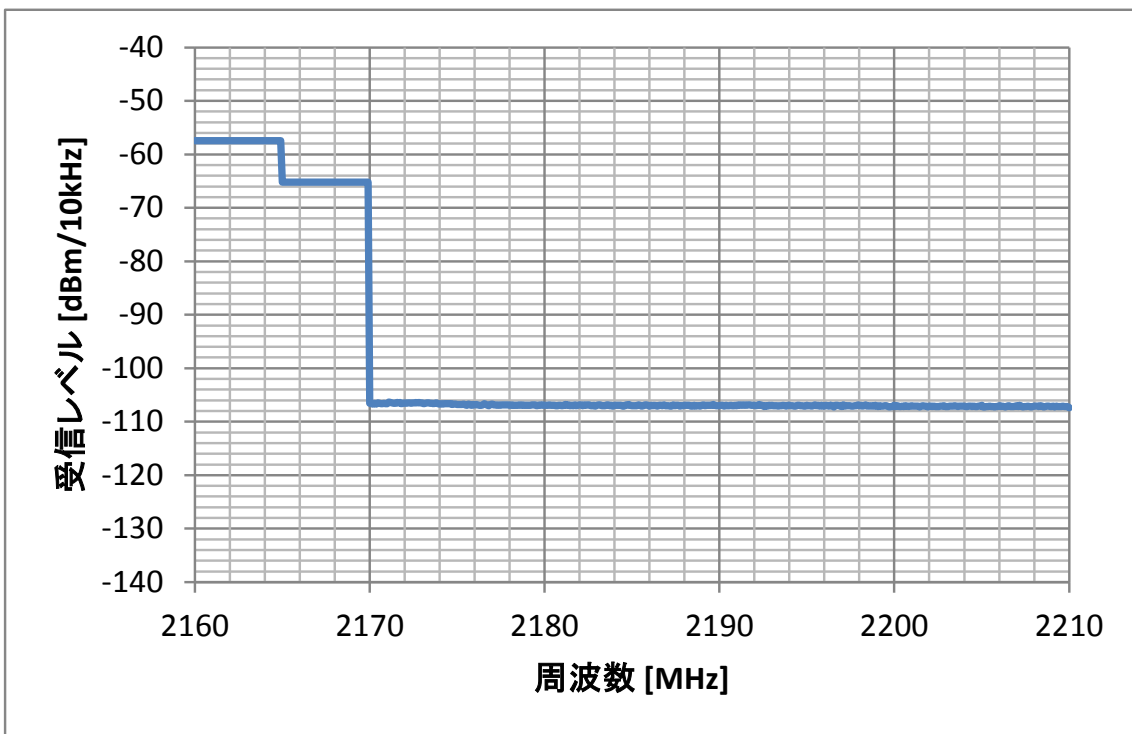


図参 5- 3-4 本測定結果：記録地点① 道玄坂／時間帯 1

感度抑圧帯域

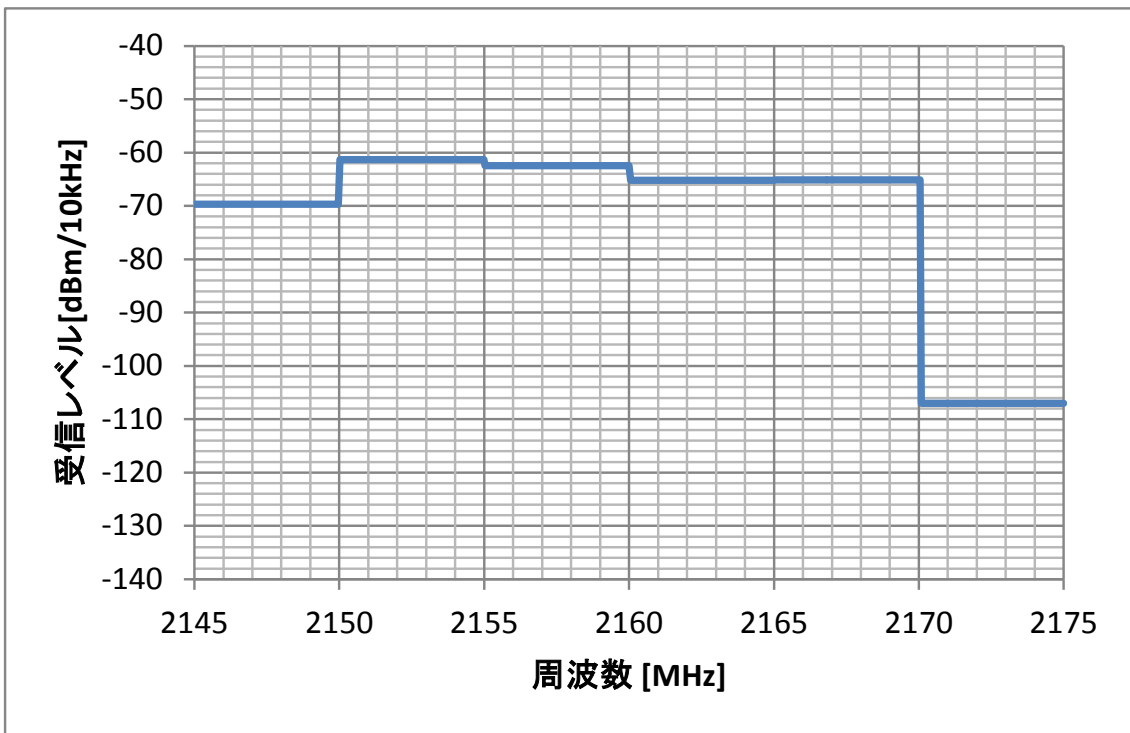


スプリアス帯域

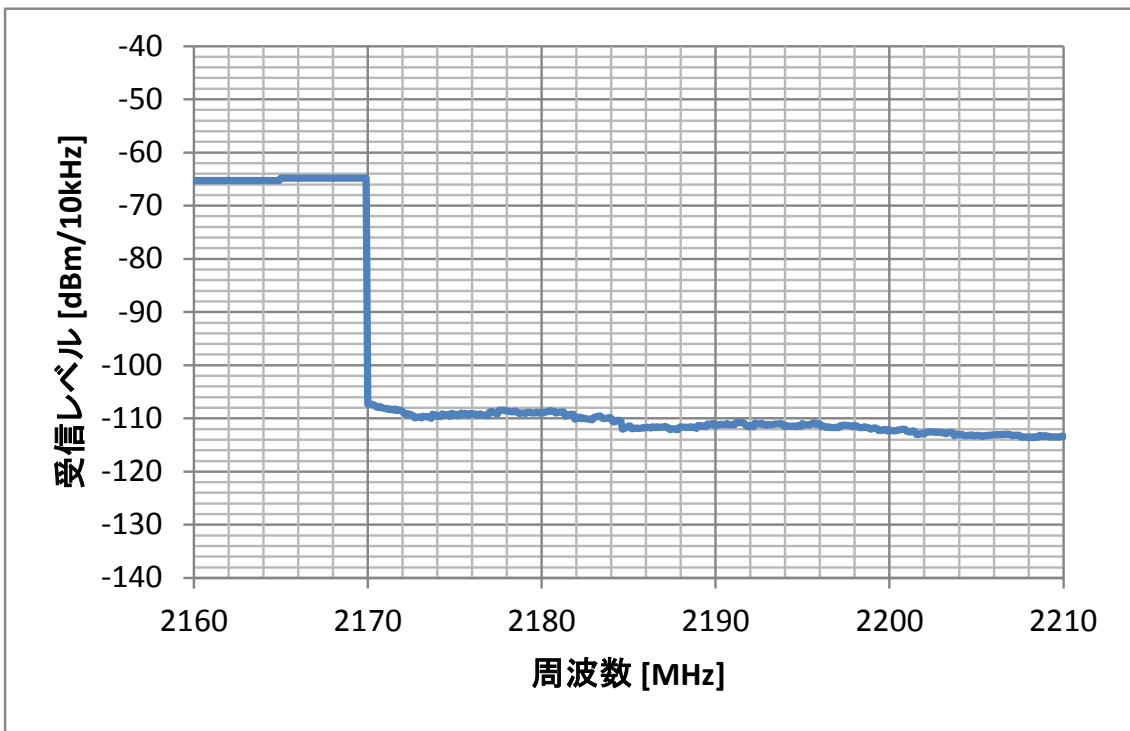


図参 5- 3-5 本測定結果：記録地点① 道玄坂／時間帯 2

感度抑圧帯域

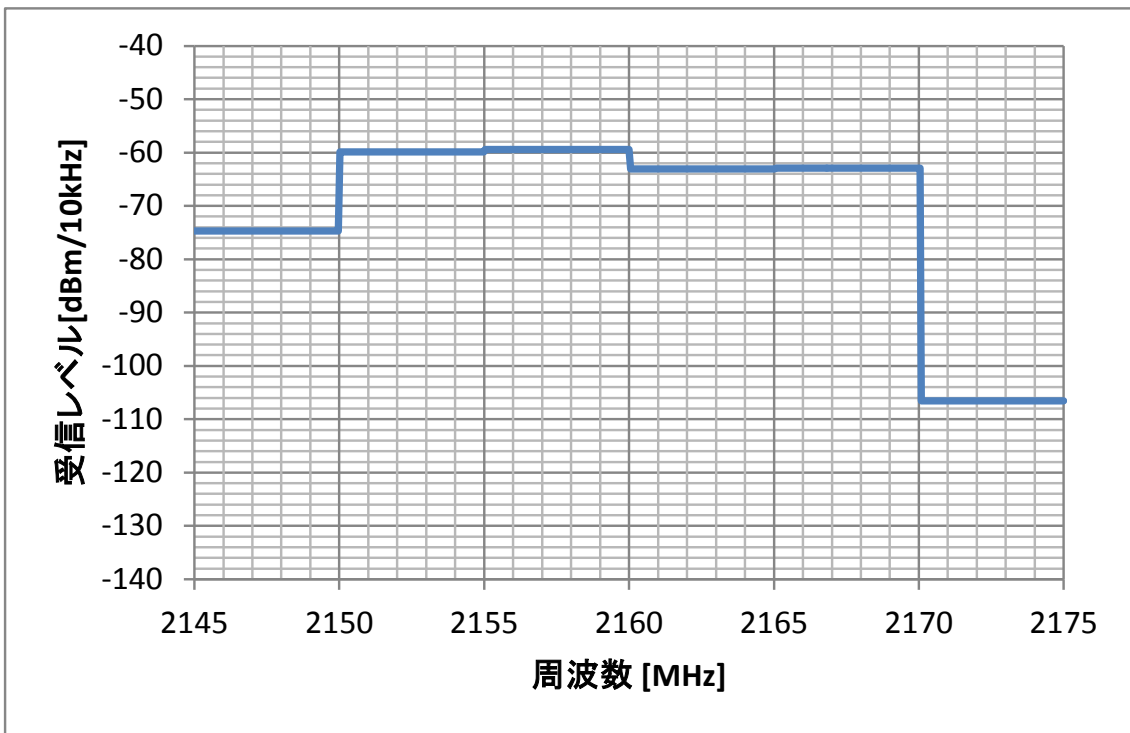


スプリアス帯域

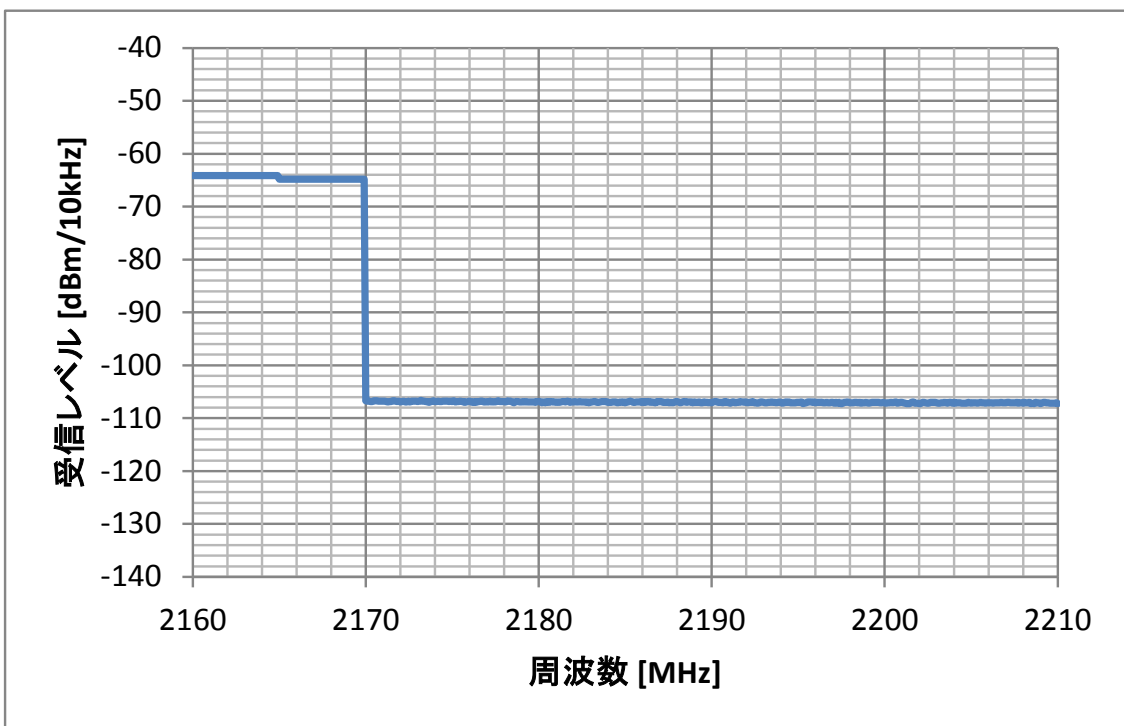


図参 5- 3-6 本測定結果：記録地点② 渋谷駅前／時間帯 1

感度抑圧帯域

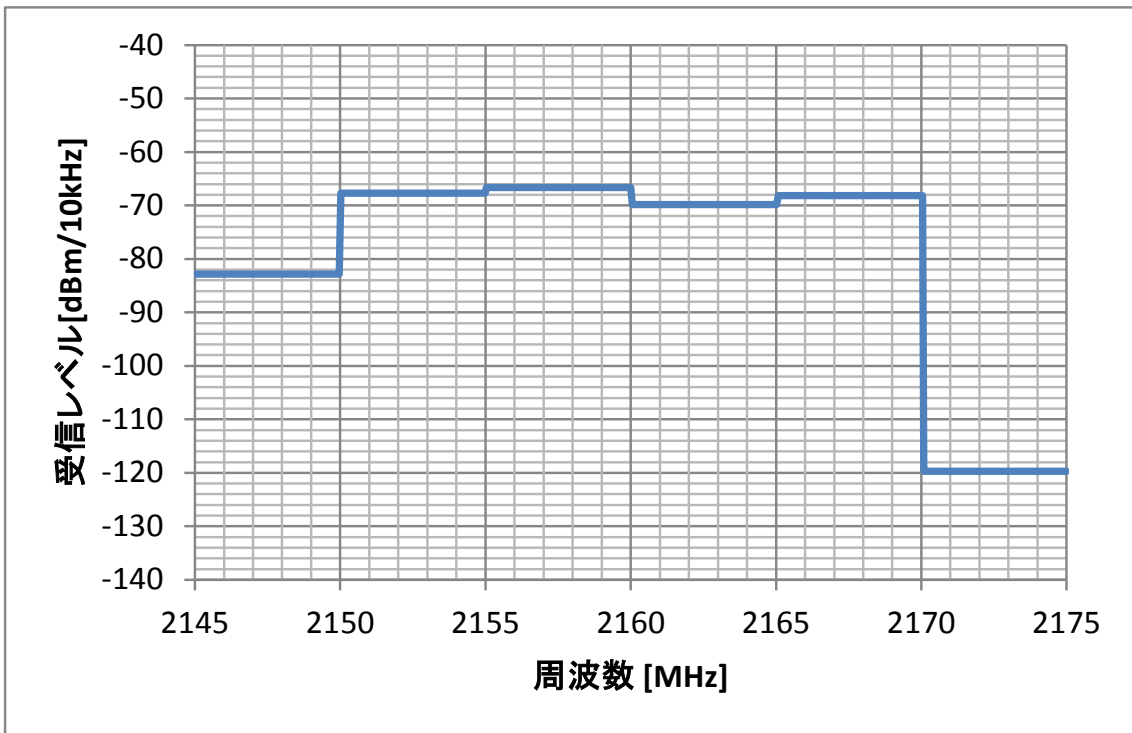


スプリアス帯域

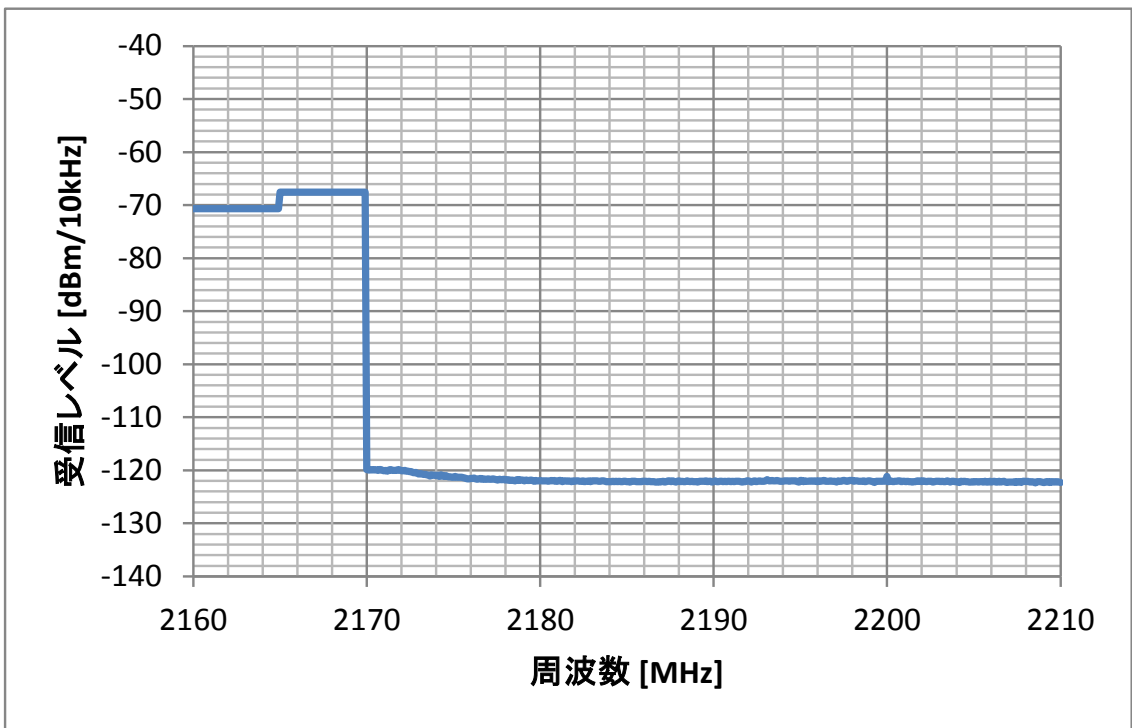


図参 5- 3-7 本測定結果：記録地点② 渋谷駅前／時間帯 2

感度抑圧帯域

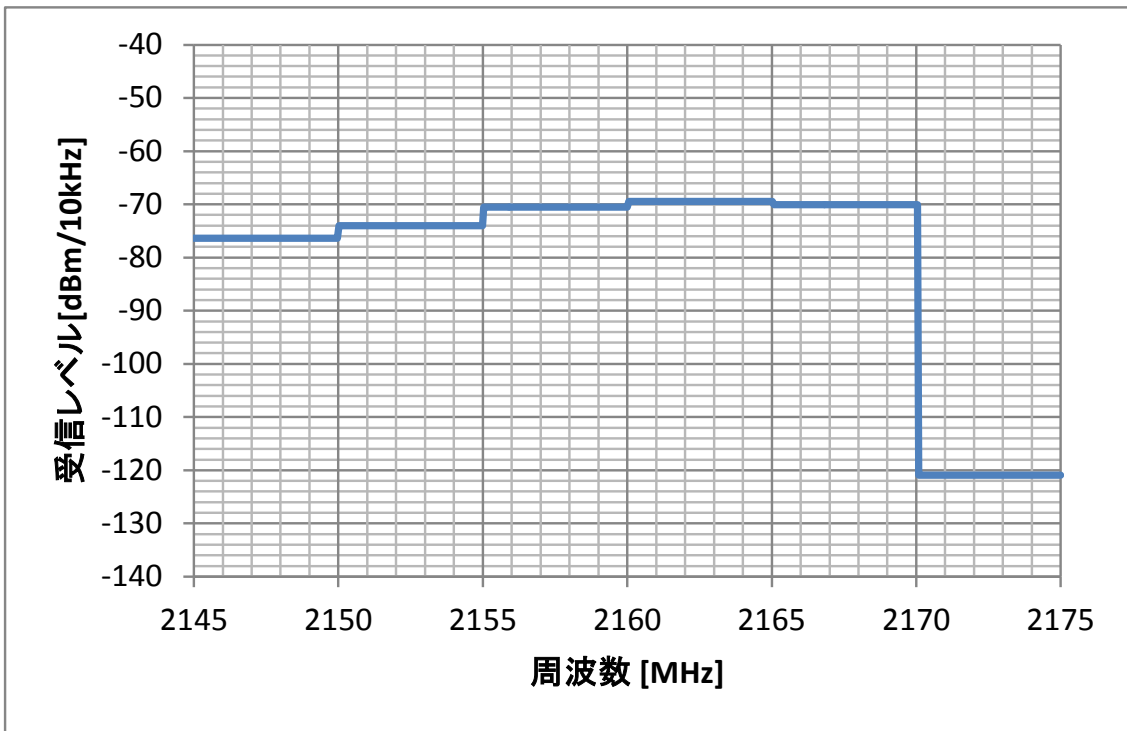


スプリアス帯域

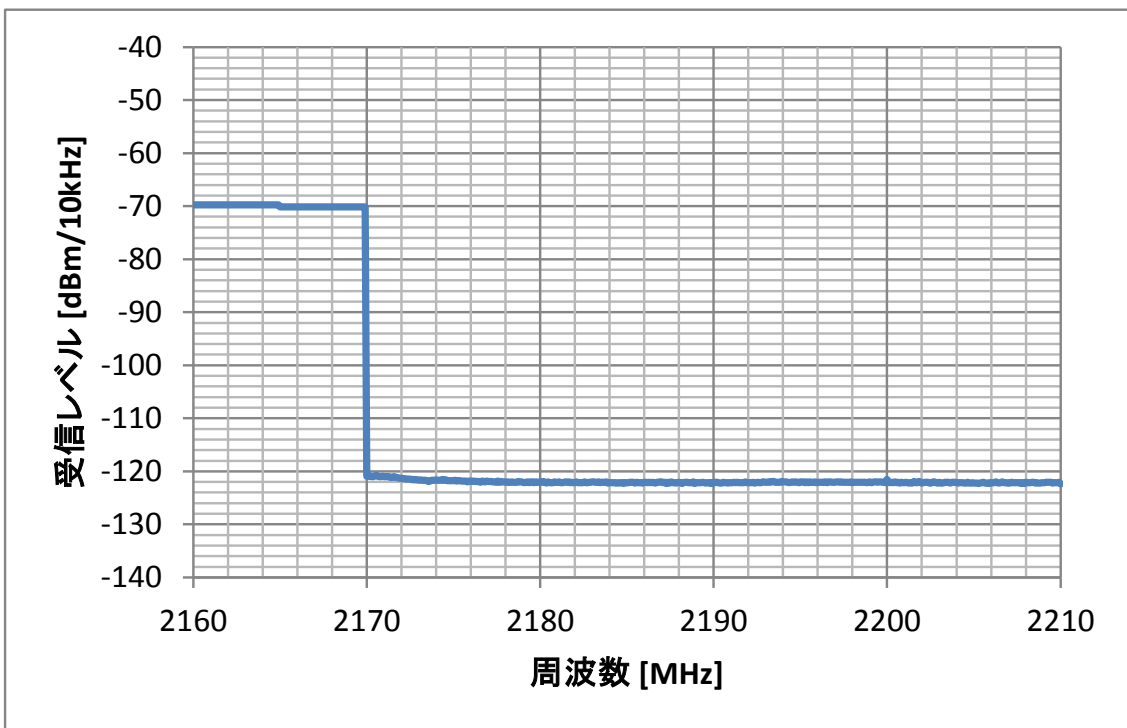


図参 5- 3-8 本測定結果：記録地点③ 南青山／時間帯 1

感度抑圧帯域

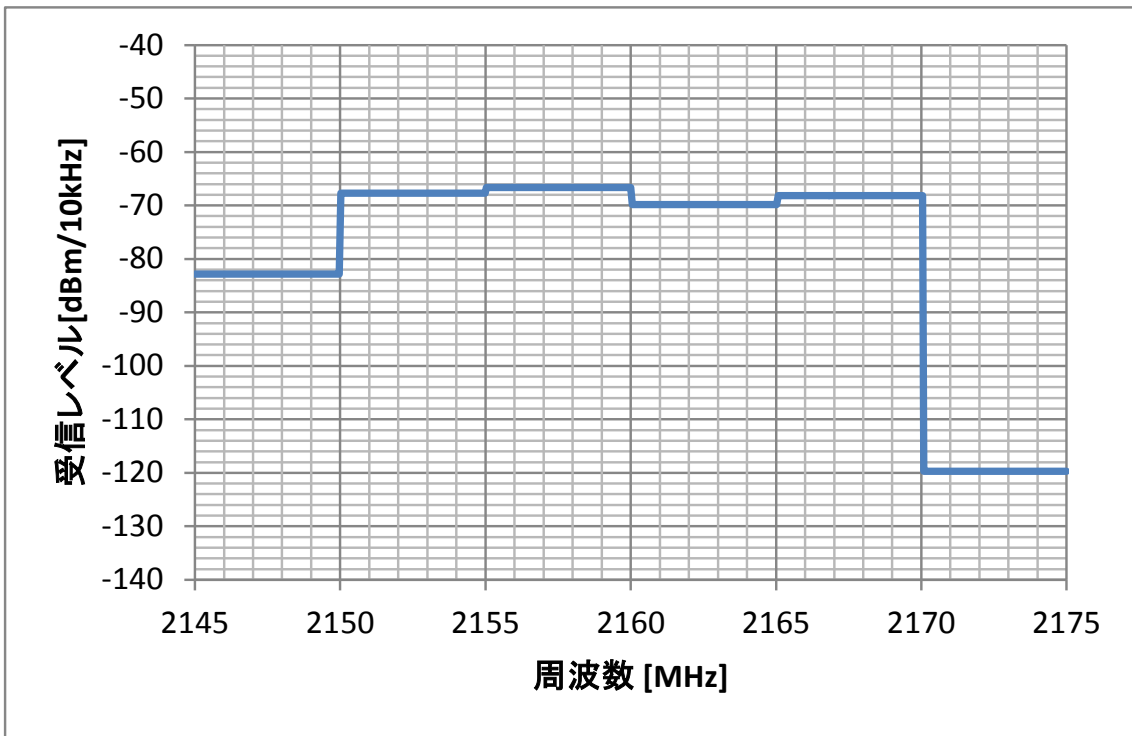


スプリアス帯域

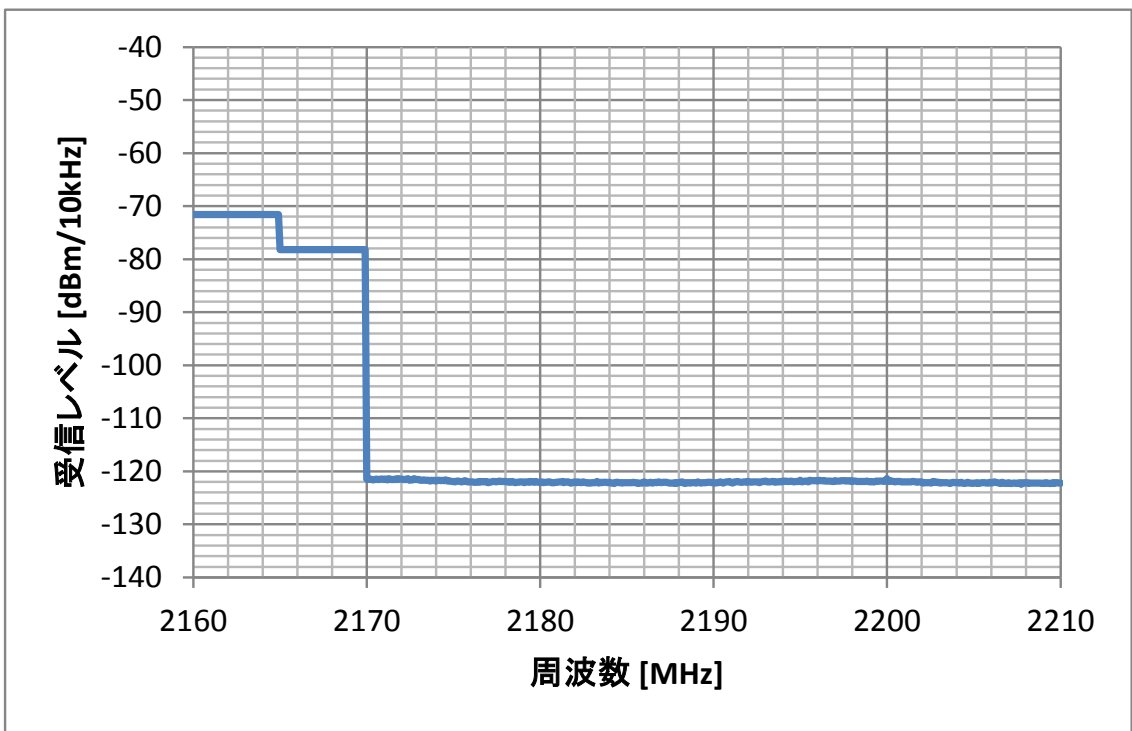


図参 5- 3-9 本測定結果：記録地点③ 南青山／時間帯 2

感度抑圧帯域

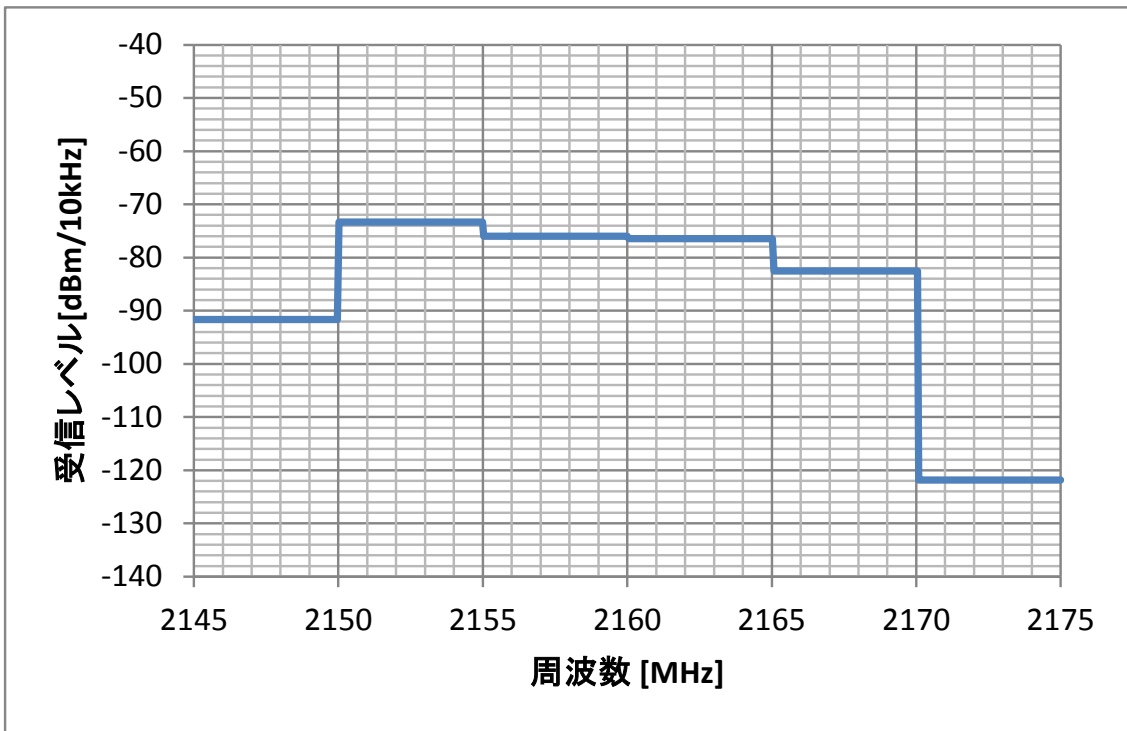


スプリアス帯域

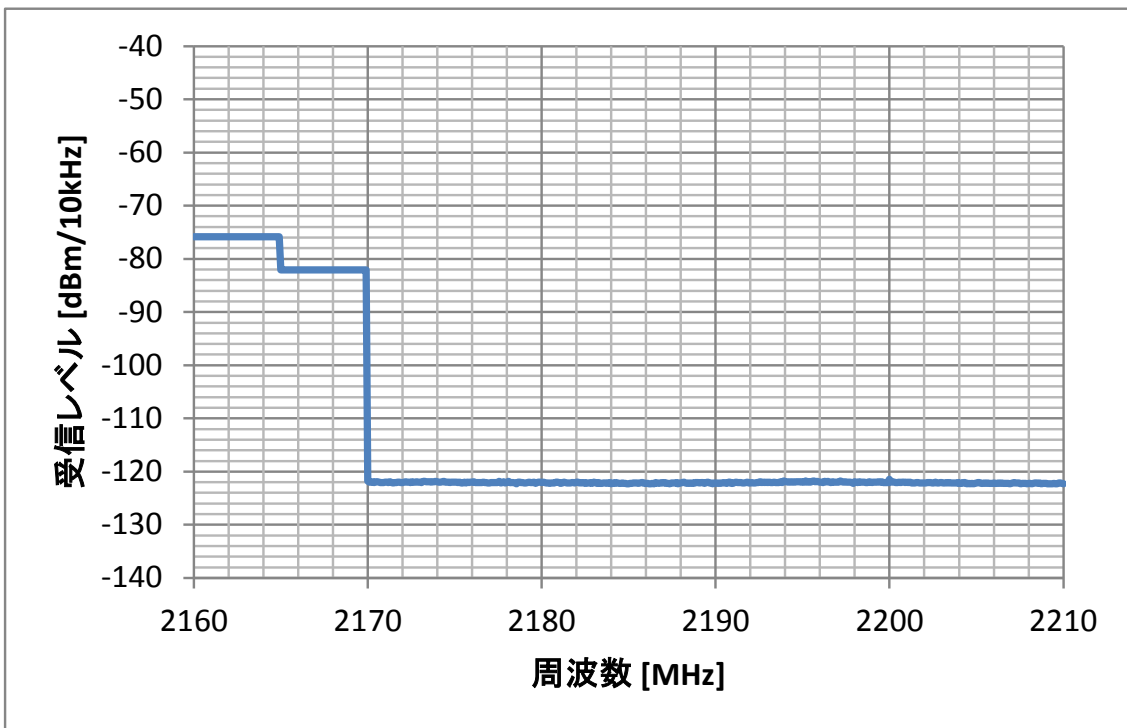


図参 5- 3-10 本測定結果：記録地点④ 神宮前／時間帯 1

感度抑圧帯域

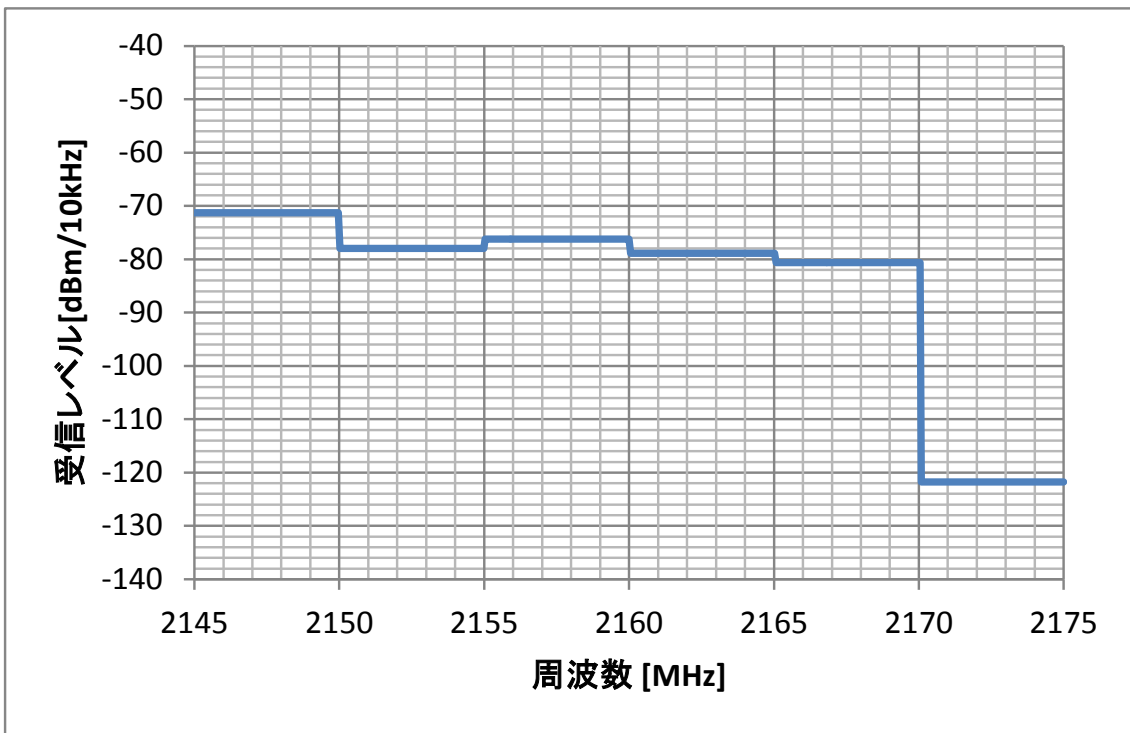


スプリアス帯域

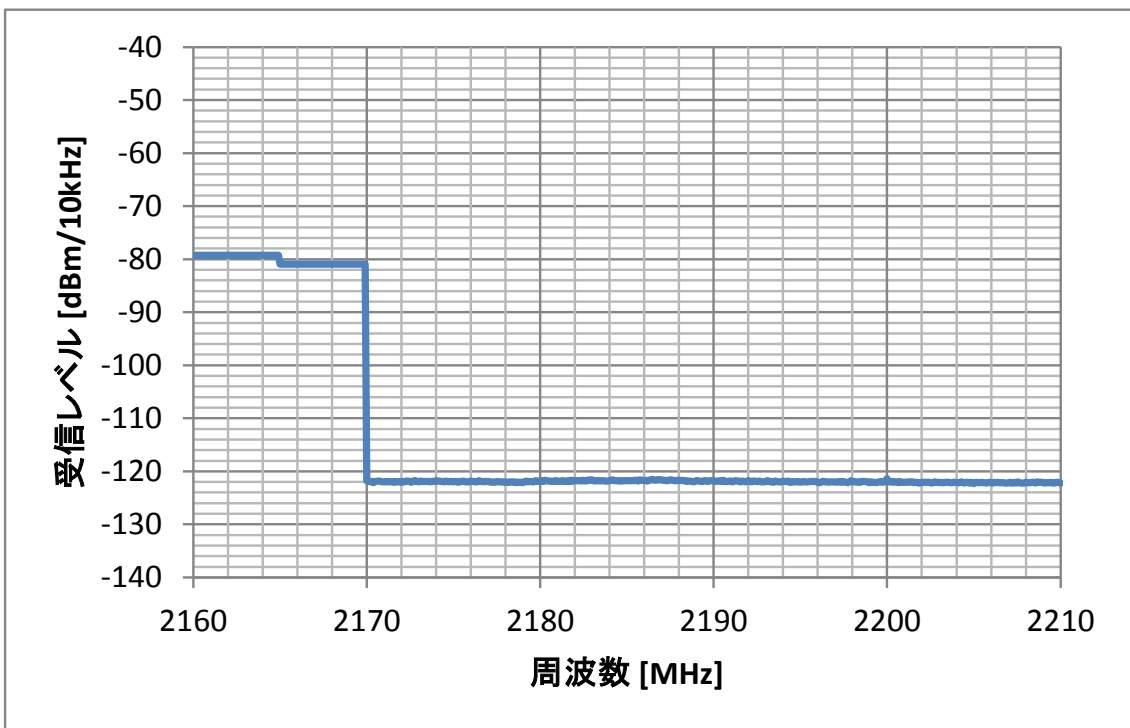


図参 5- 3-11 本測定結果：記録地点④ 神宮前／時間帯 2

感度抑圧帯域

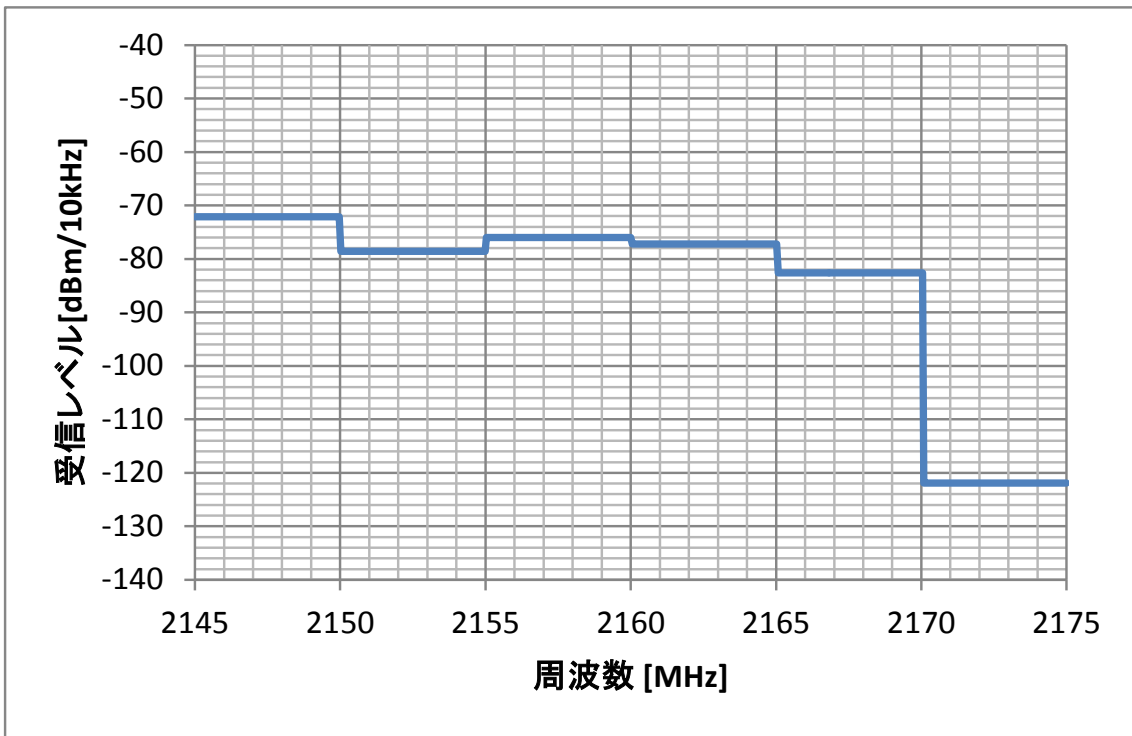


スプリアス帯域

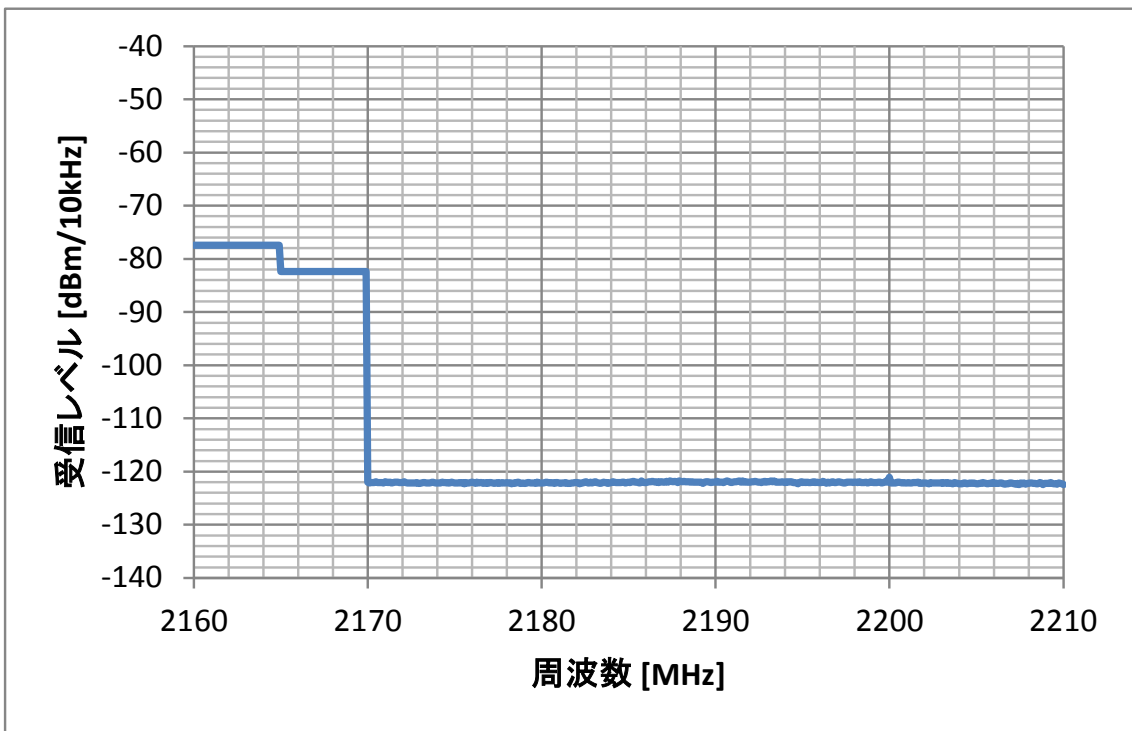


図参 5- 3-12 本測定結果：記録地点⑤ 富ヶ谷／時間帯 1

感度抑圧帯域



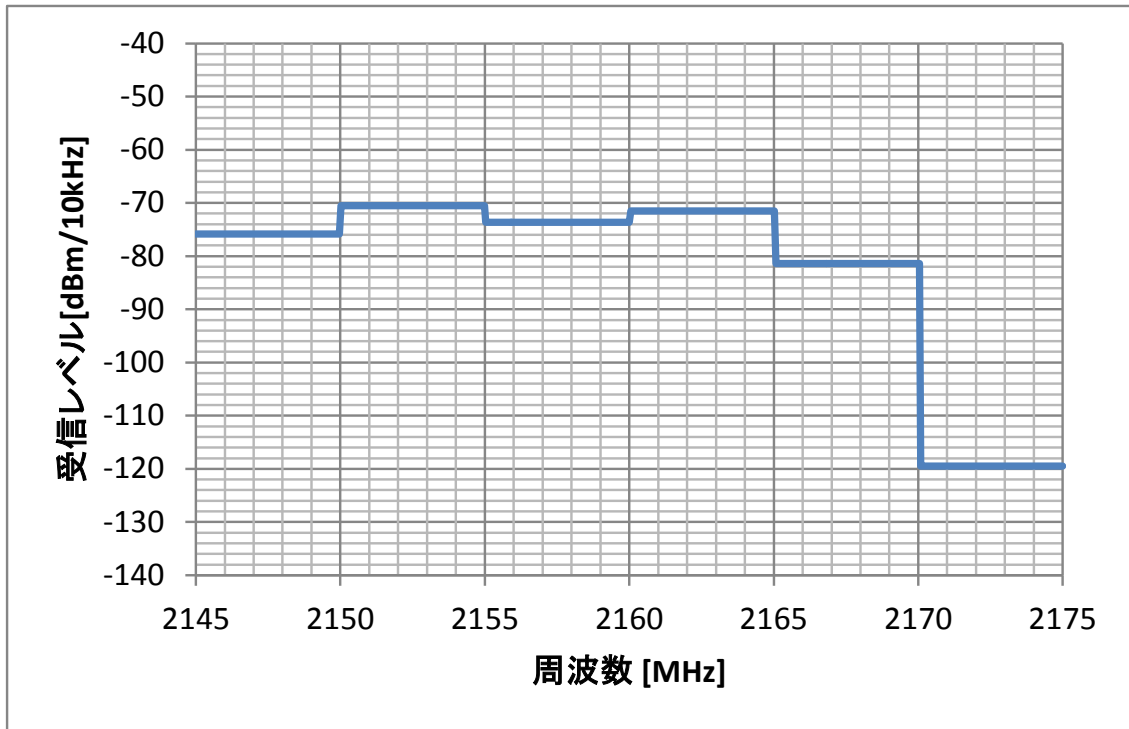
スプリアス帯域



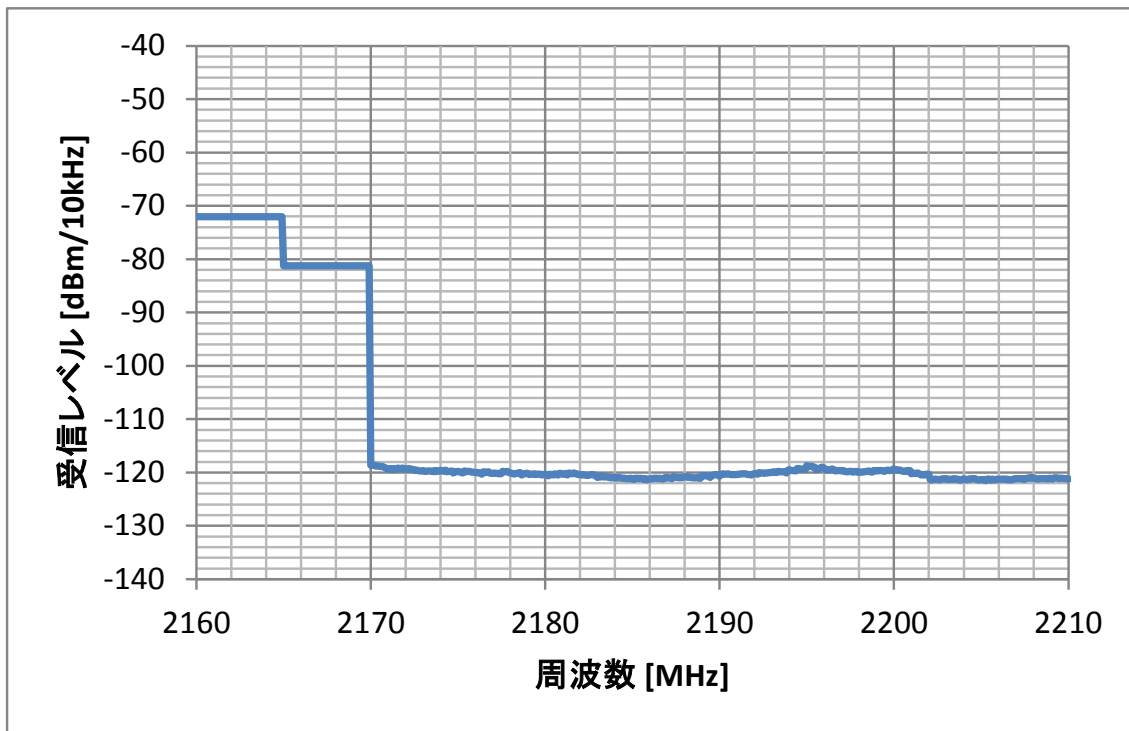
図参 5- 3-13 本測定結果：記録地点⑤ 富ヶ谷／時間帯 2

② 東京駅周辺ルート

感度抑圧帯域

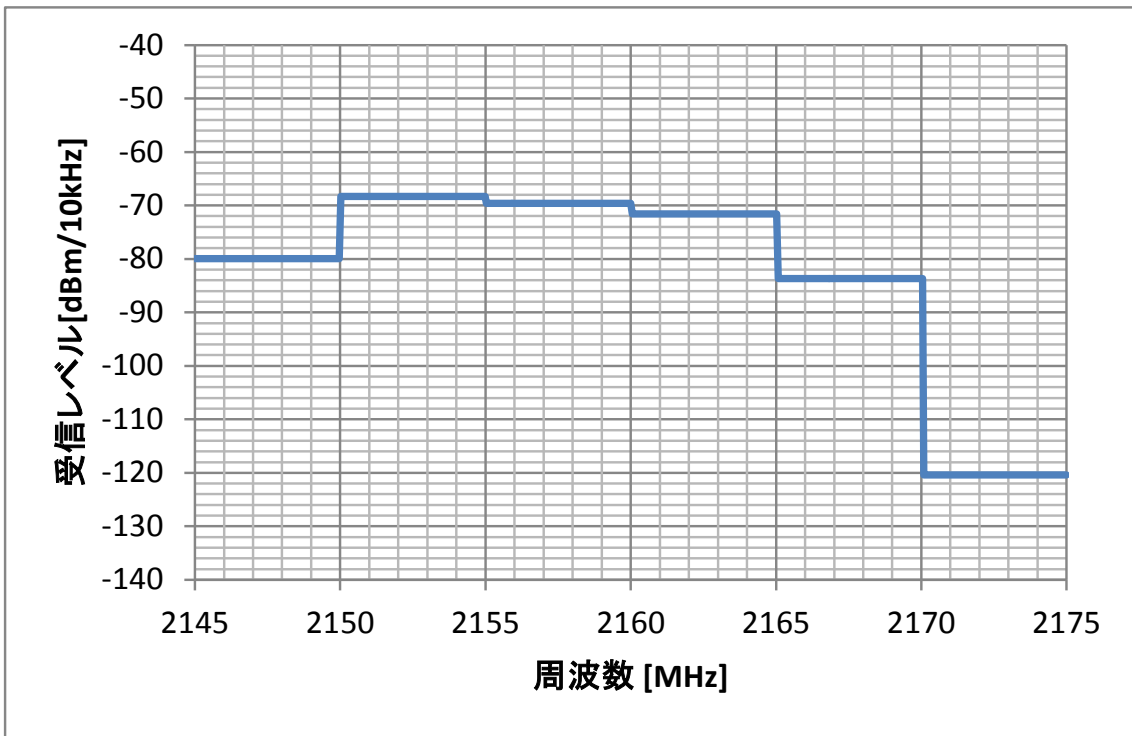


スプリアス帯域

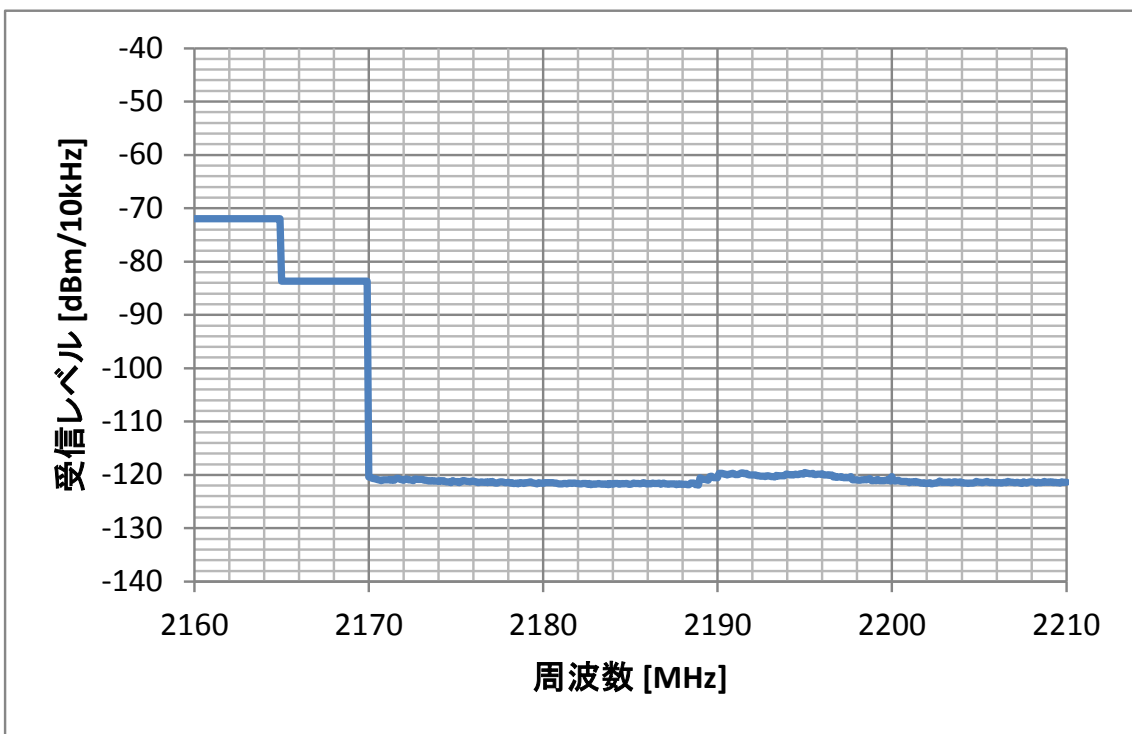


図参 5- 3-14 本測定結果：記録地点① 大手町／時間帯 1

感度抑圧帯域

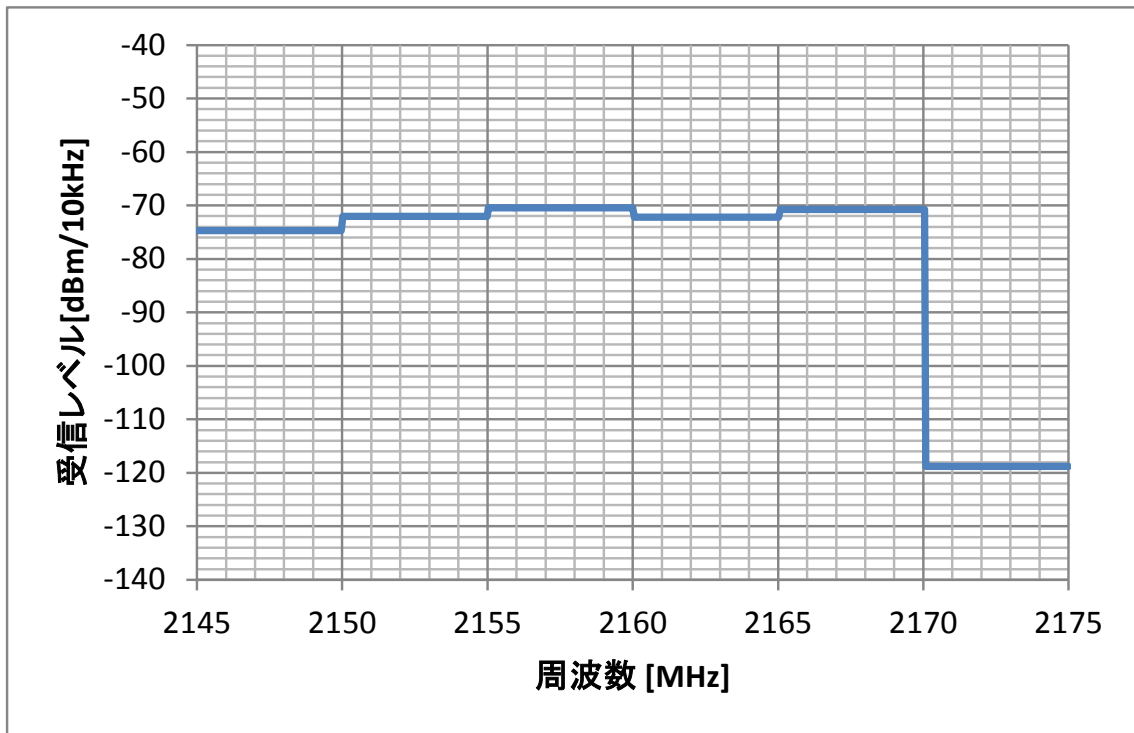


スプリアス帯域

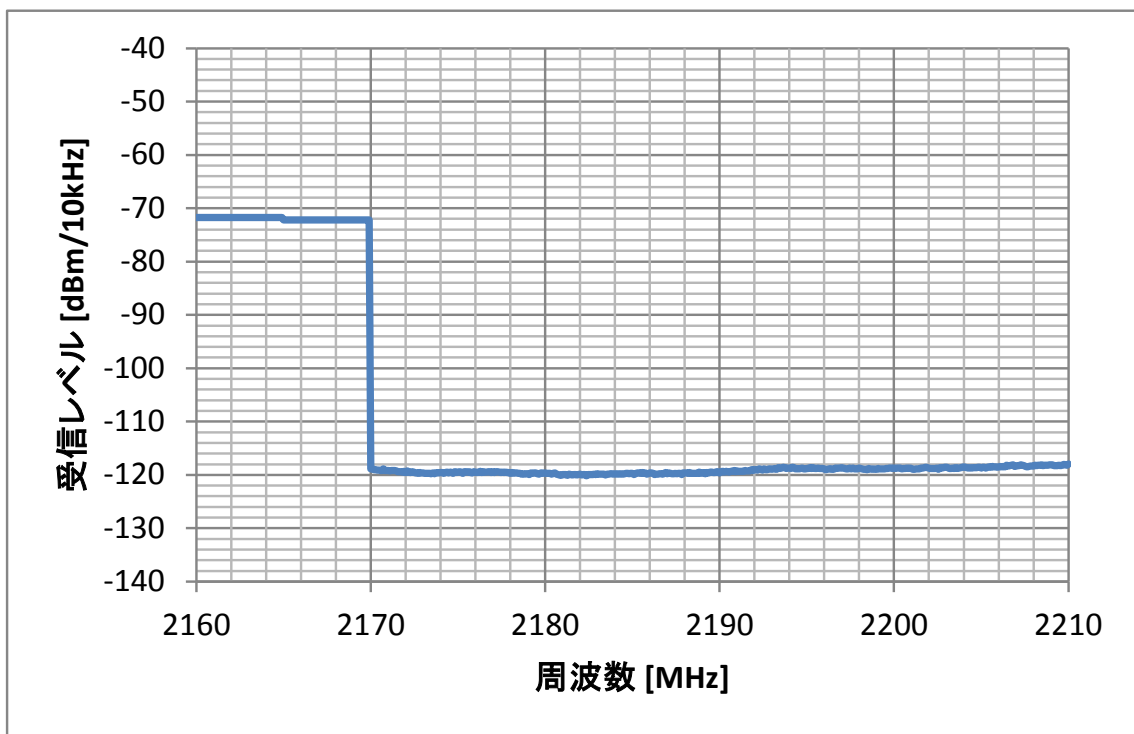


図参 5- 3-15 本測定結果：記録地点① 大手町／時間帯 2

感度抑圧帯域

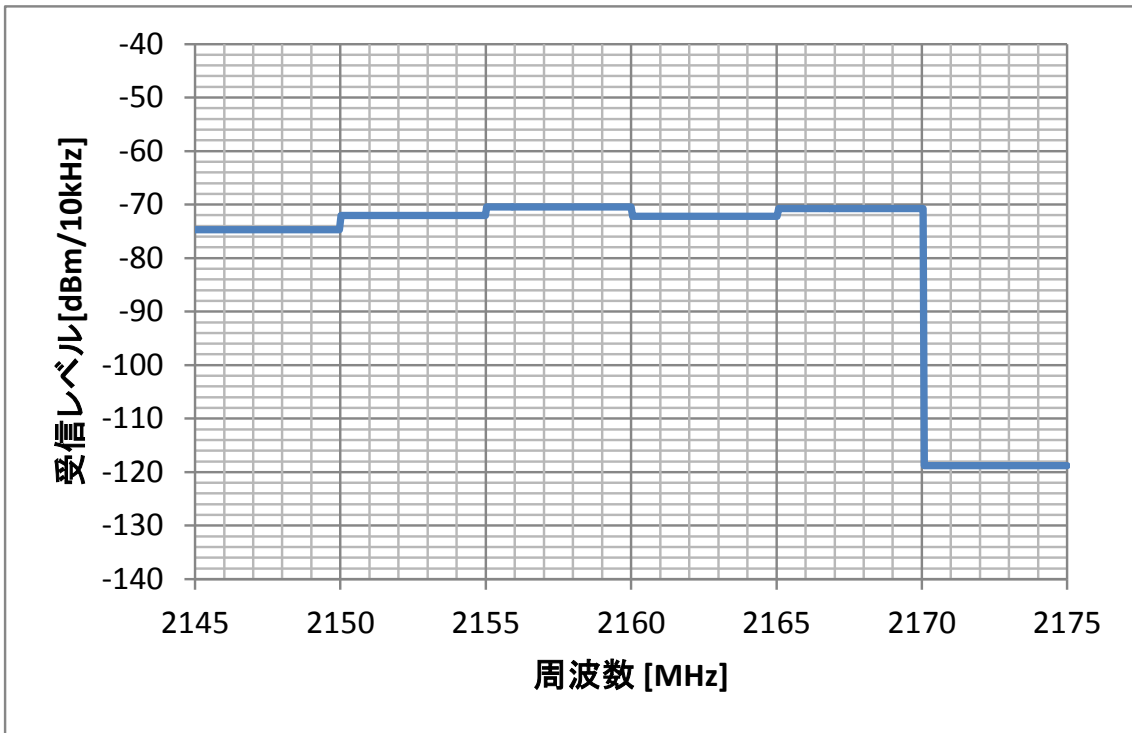


スプリアス帯域

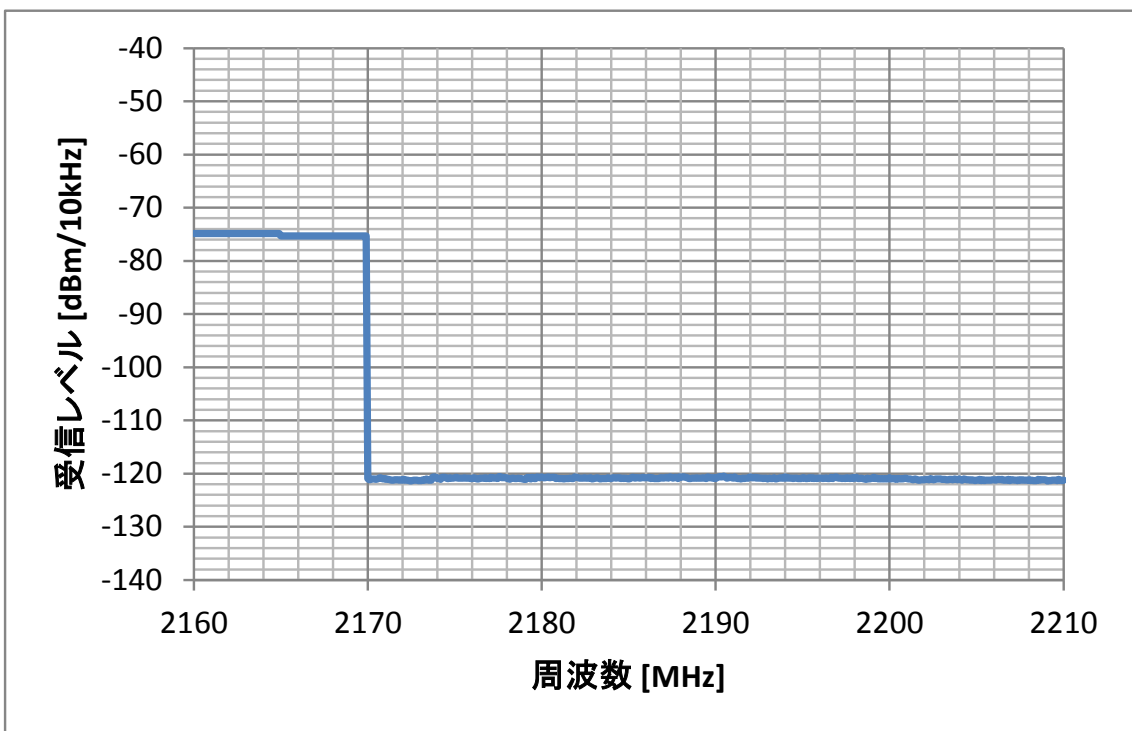


図参 5- 3-16 本測定結果：記録地点② 銀座／時間帯 1

感度抑圧帯域

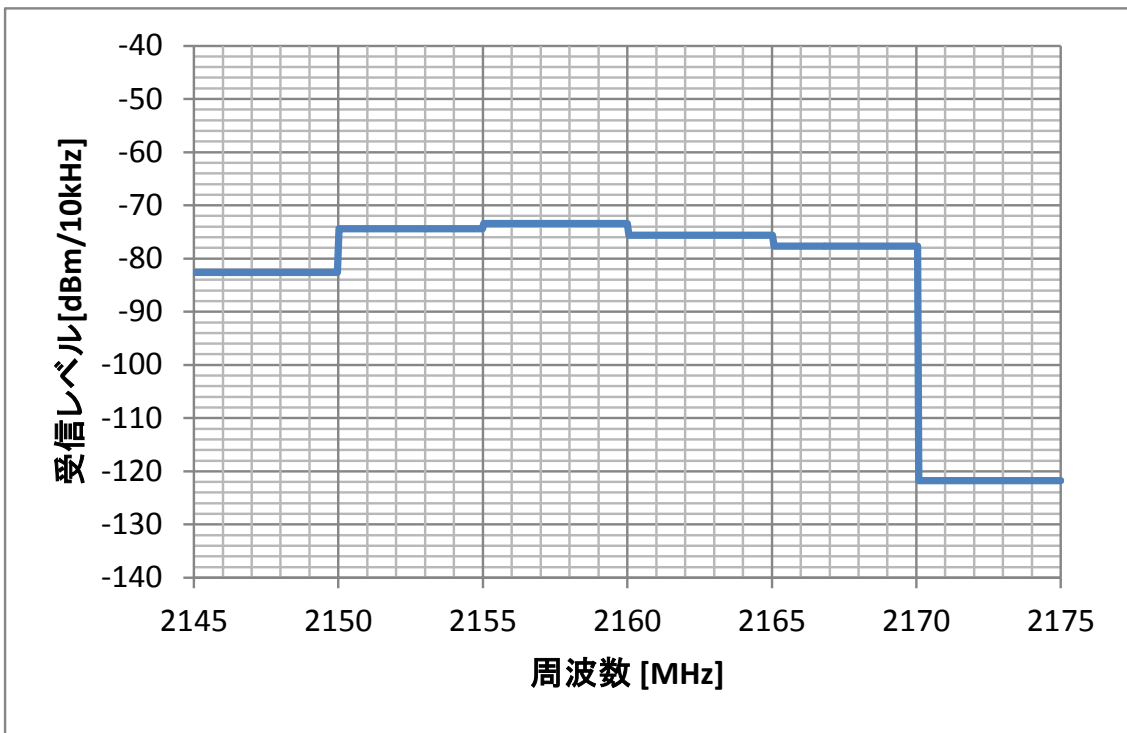


スプリアス帯域

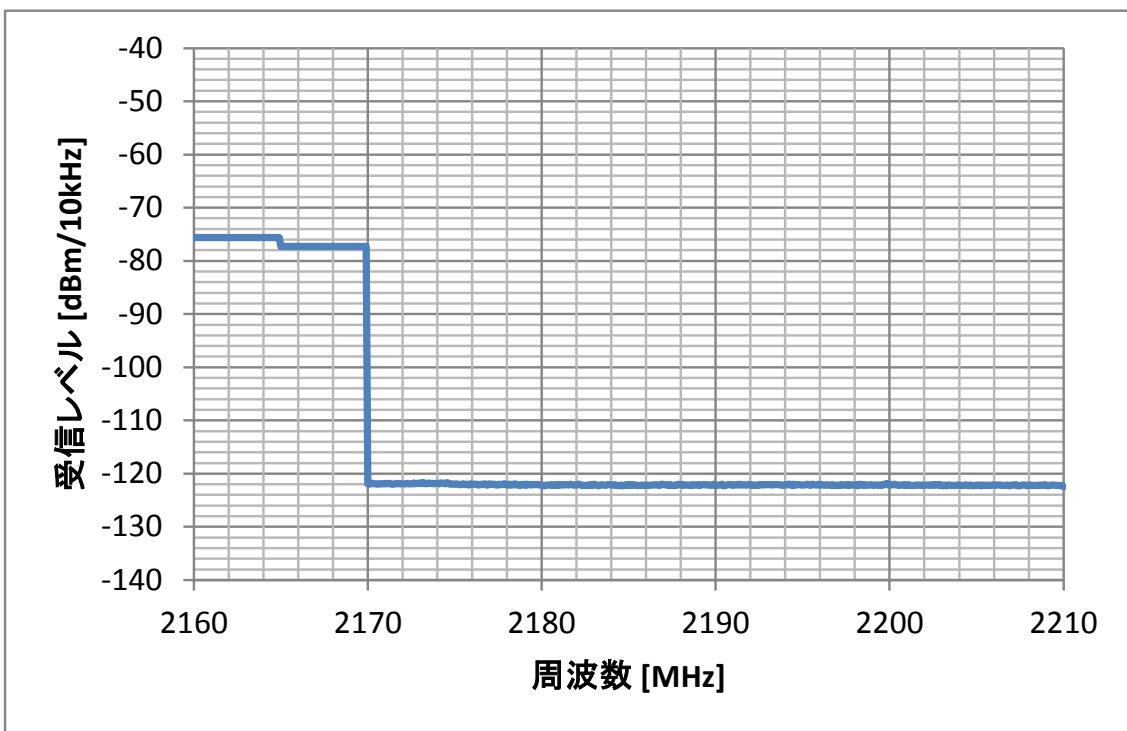


図参 5- 3-17 本測定結果：記録地点② 銀座／時間帯 2

感度抑圧帯域

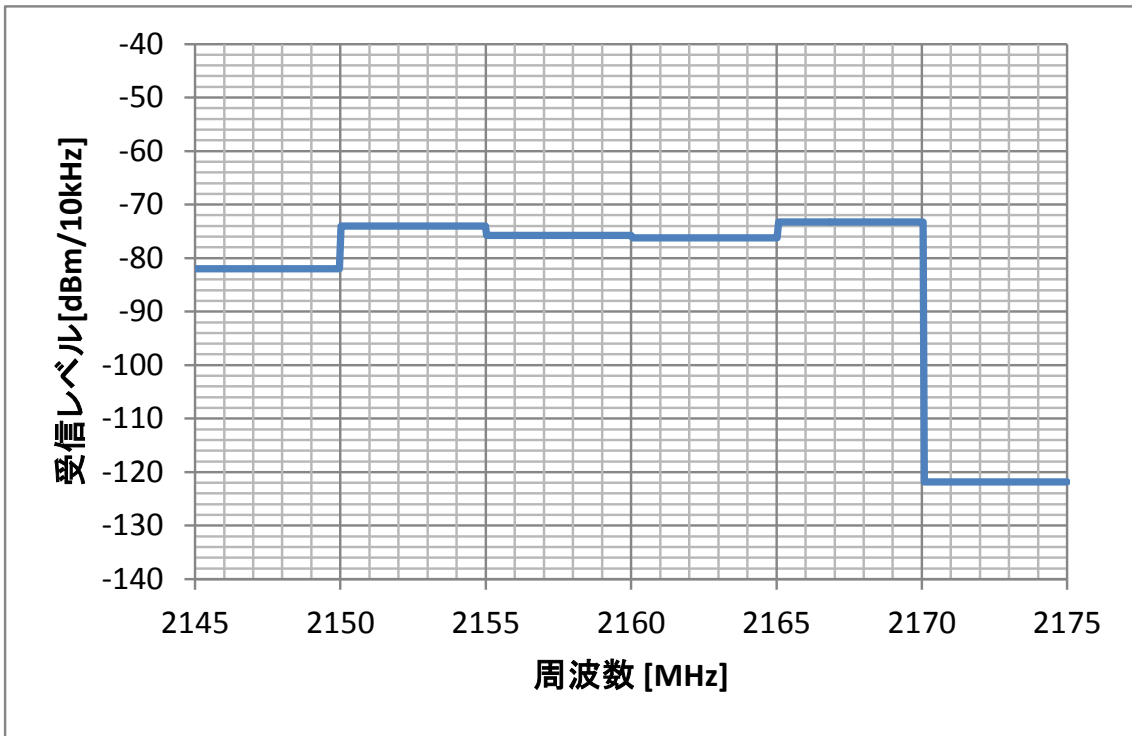


スプリアス帯域

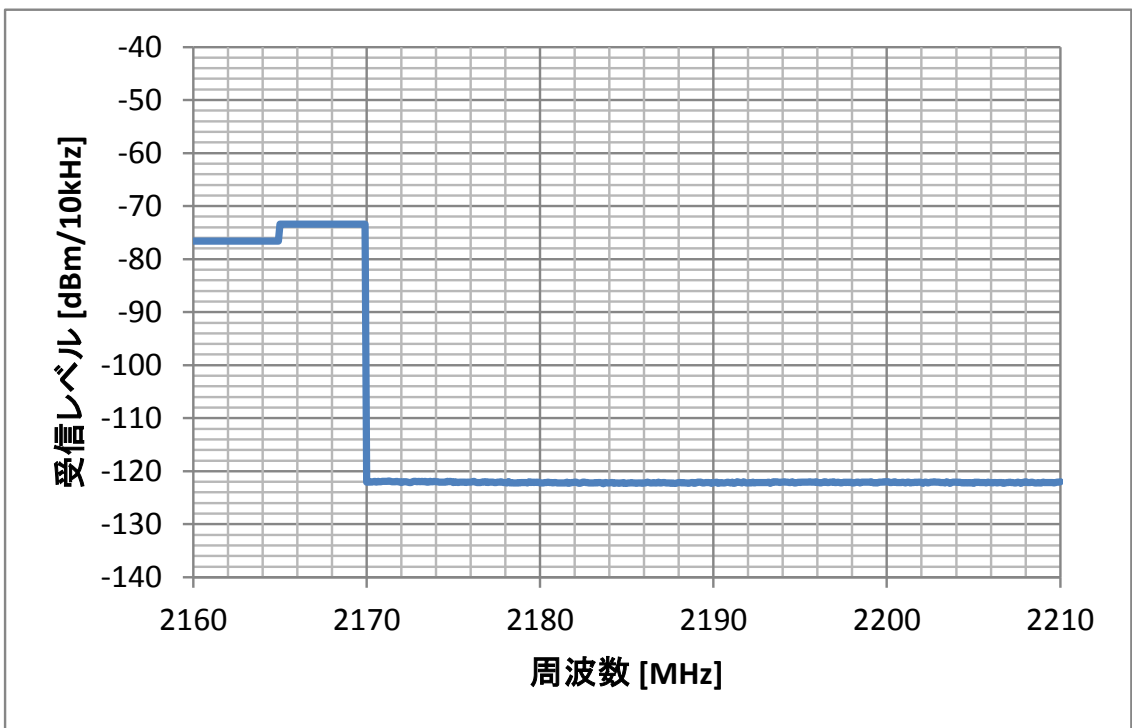


図参 5- 3-18 本測定結果：記録地点③ 日比谷公園／時間帯 1

感度抑圧帯域

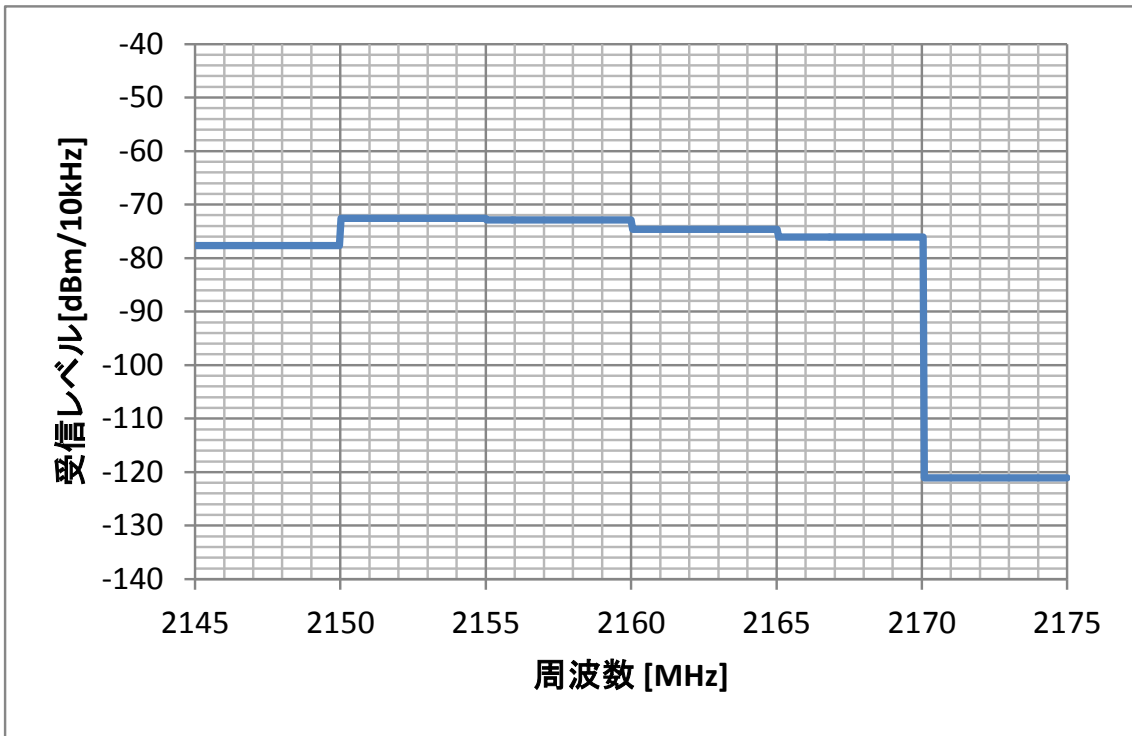


スプリアス帯域

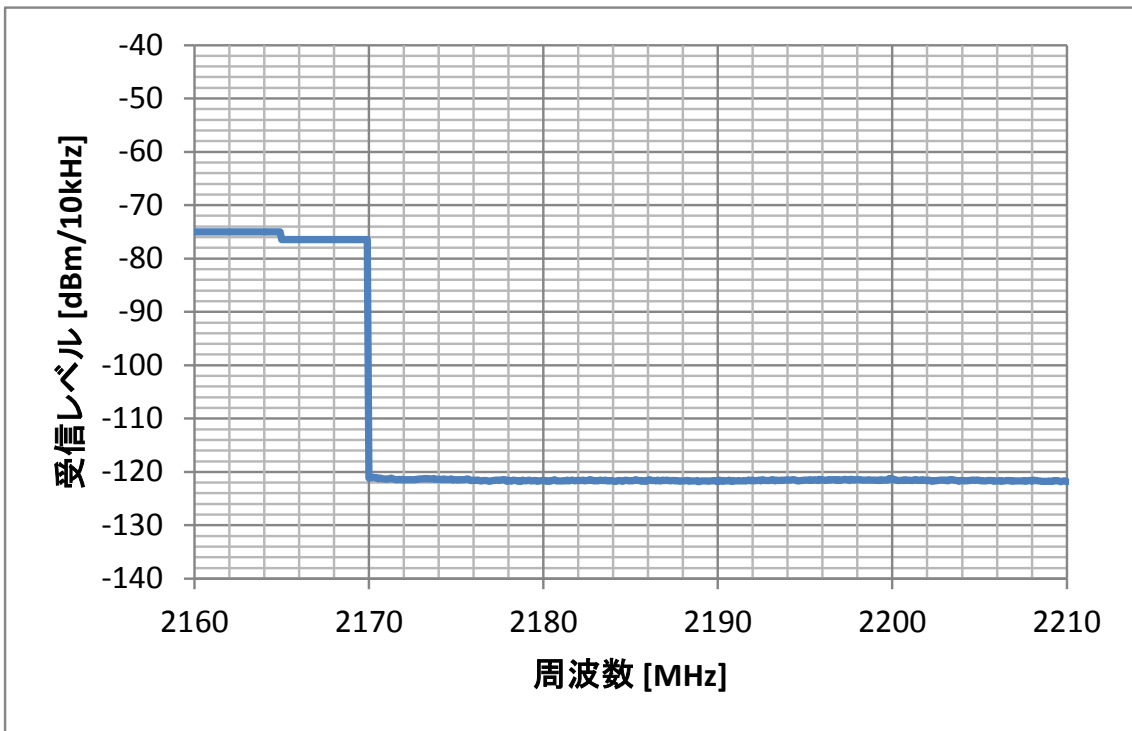


図参 5- 3-19 本測定結果：記録地点③ 日比谷公園／時間帯 2

感度抑圧帯域

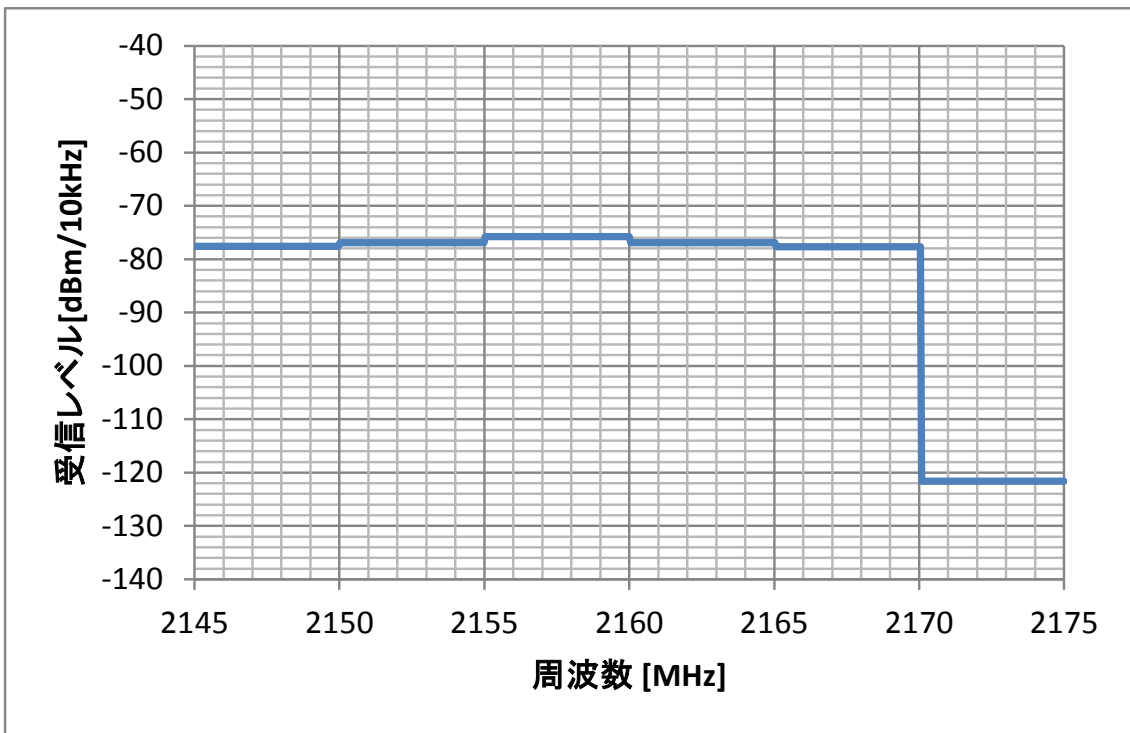


スプリアス帯域

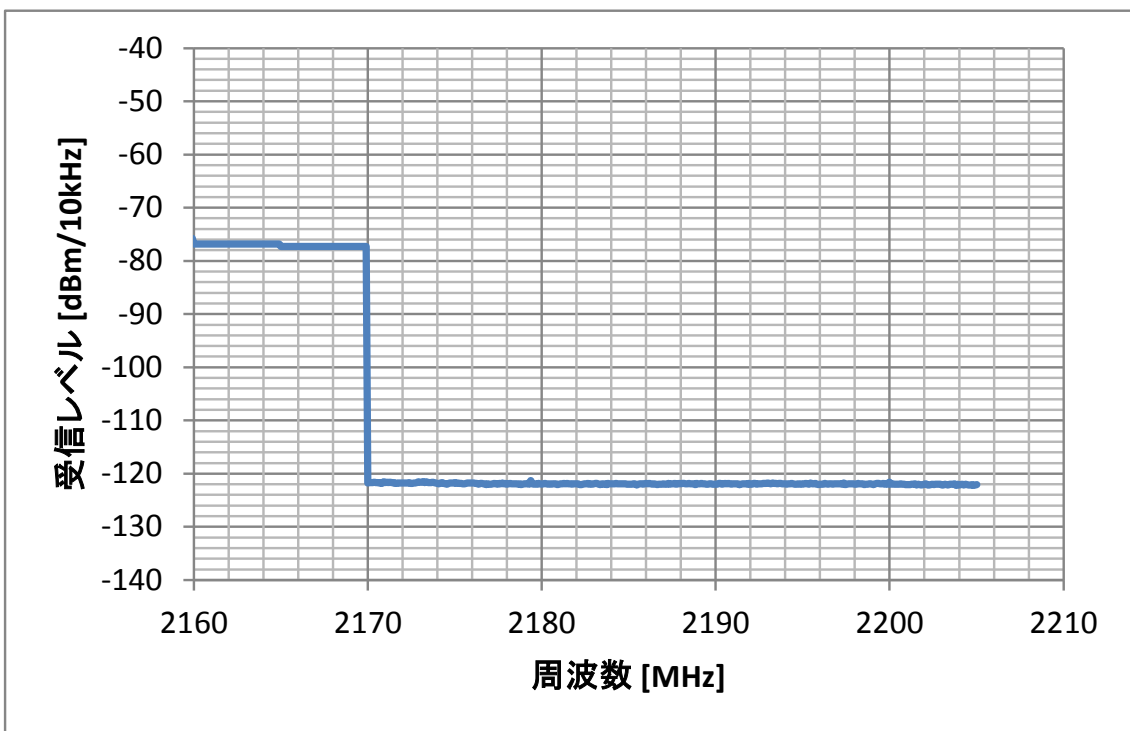


図参 5- 3-20 本測定結果：記録地点④ 麴町／時間帯 1

感度抑圧帯域

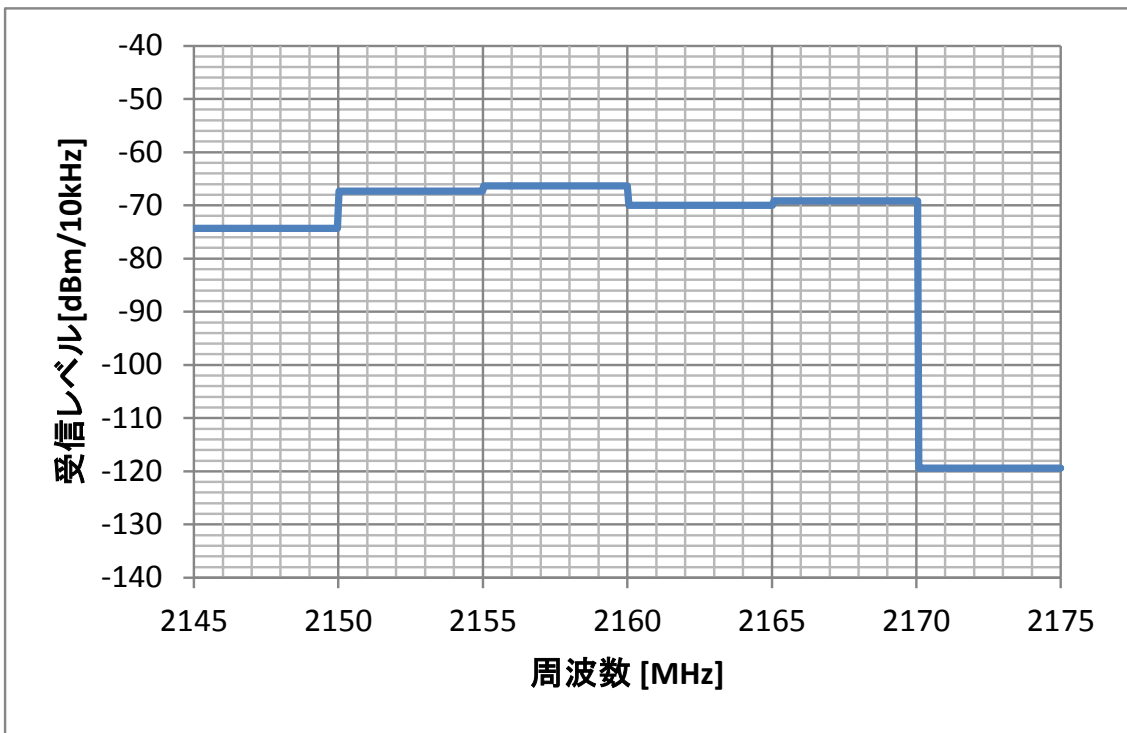


スプリアス帯域

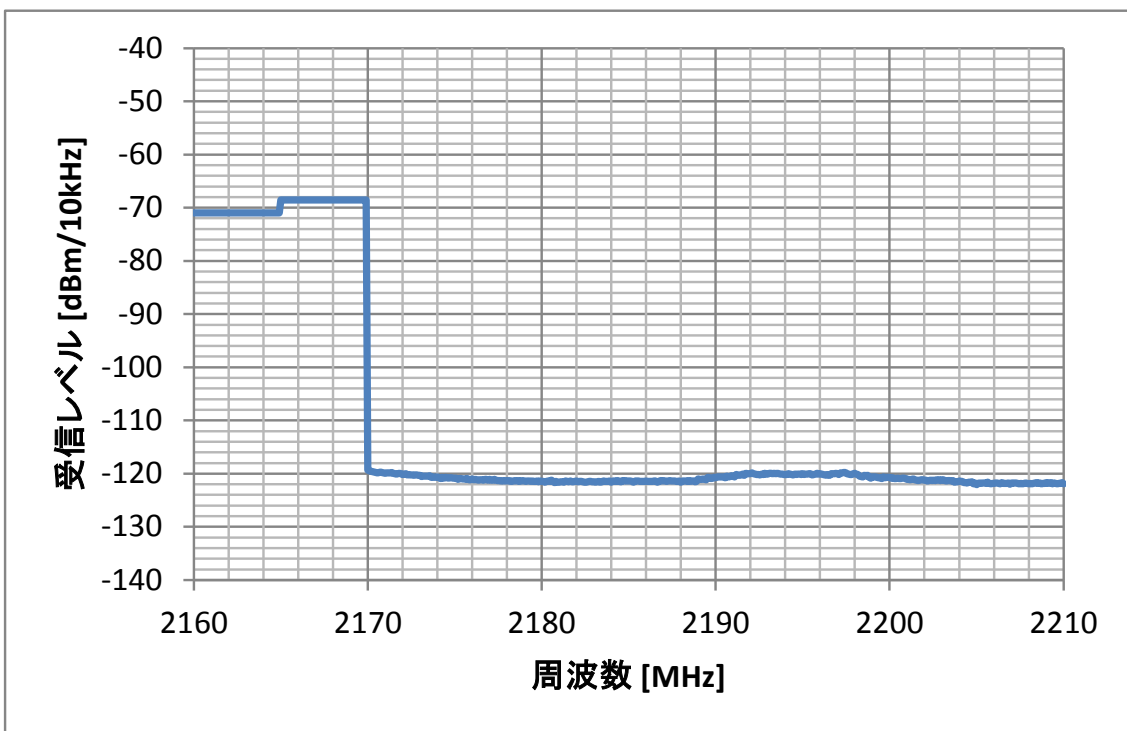


図参 5- 3-21 本測定結果：記録地点④ 麴町／時間帯 2

感度抑圧帯域

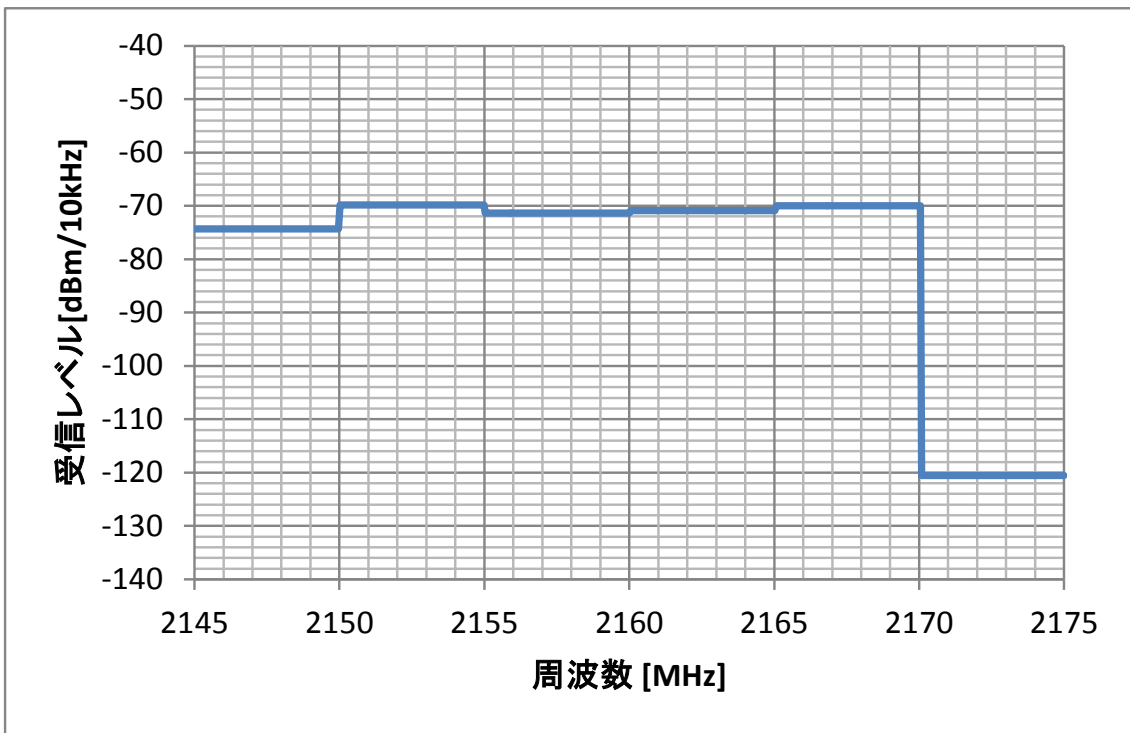


スプリアス帯域

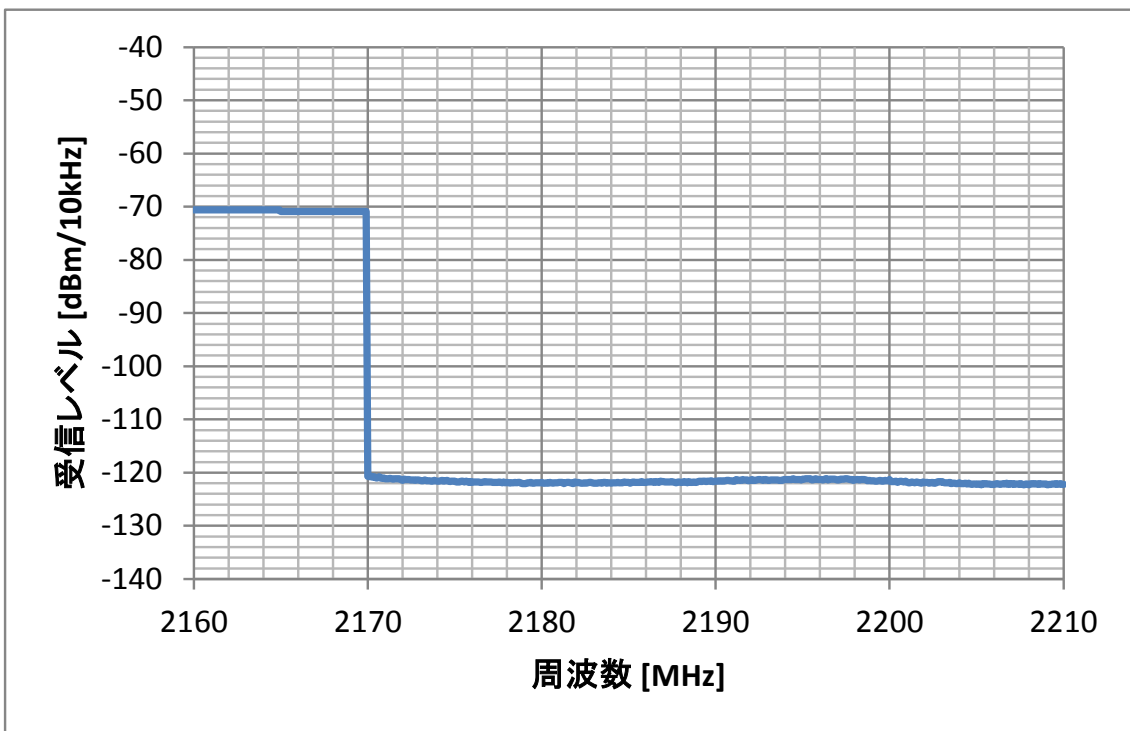


図参 5- 3-22 本測定結果：記録地点⑤ 九段／時間帯 1

感度抑圧帯域



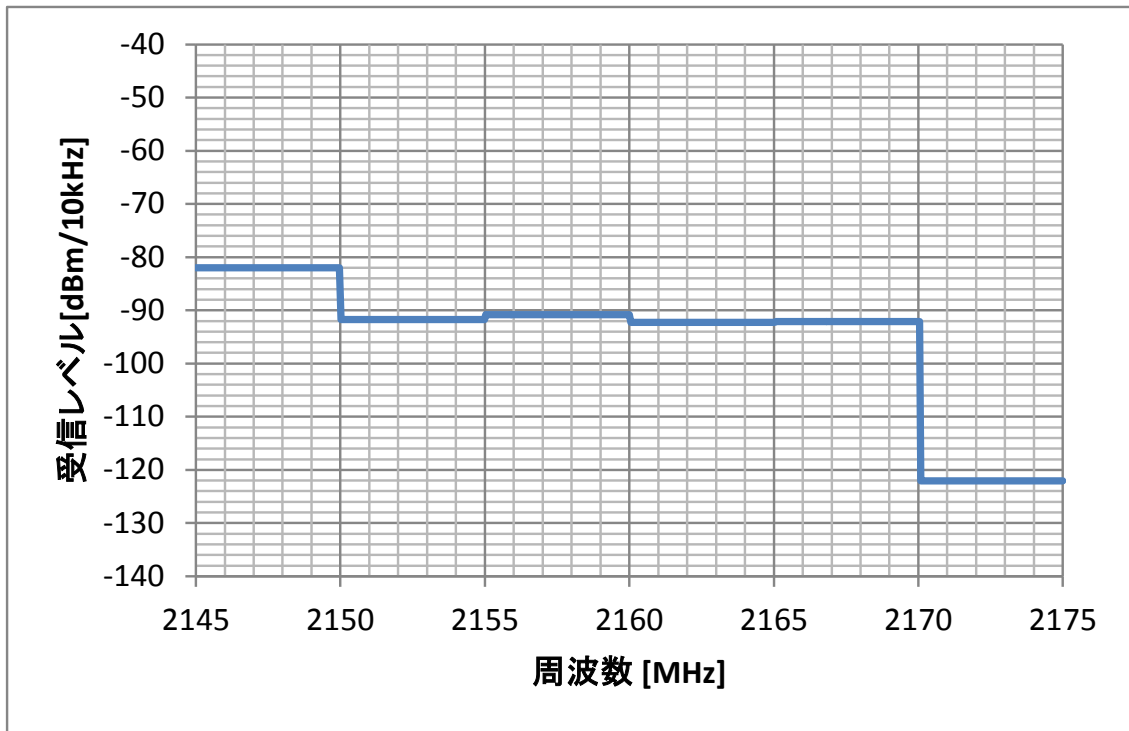
スプリアス帯域



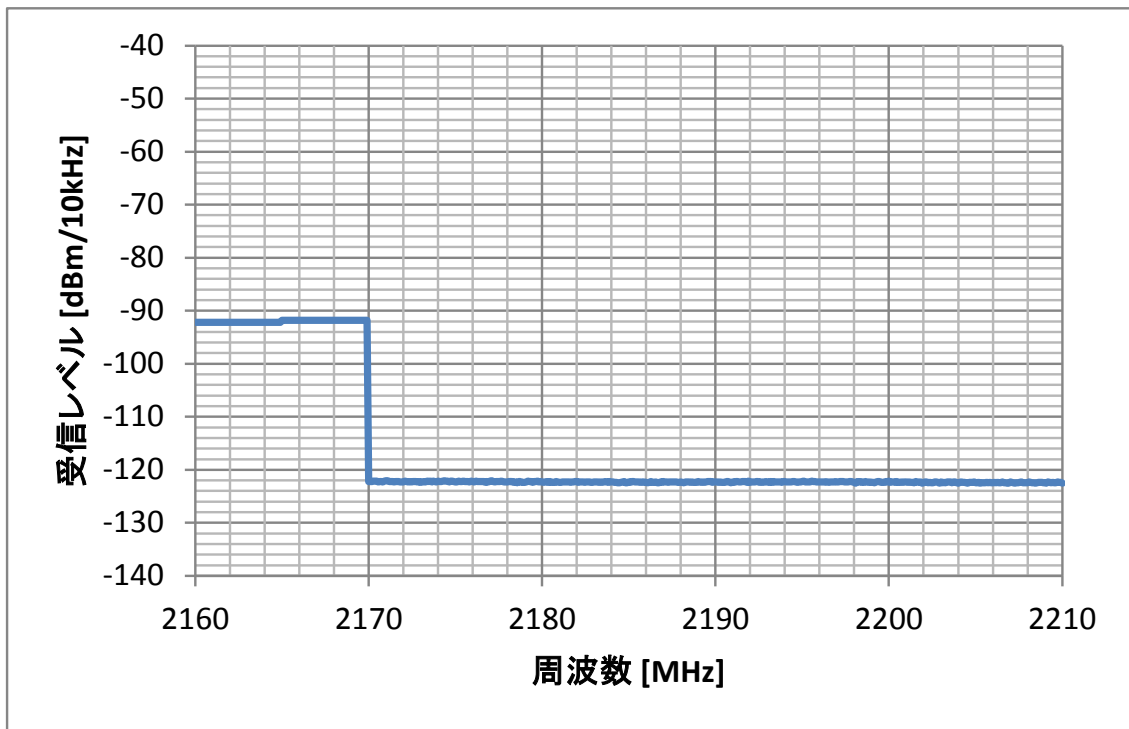
図参 5- 3-23 本測定結果：記録地点⑤ 九段／時間帯 2

③ 府中市周辺ルート

感度抑圧帯域

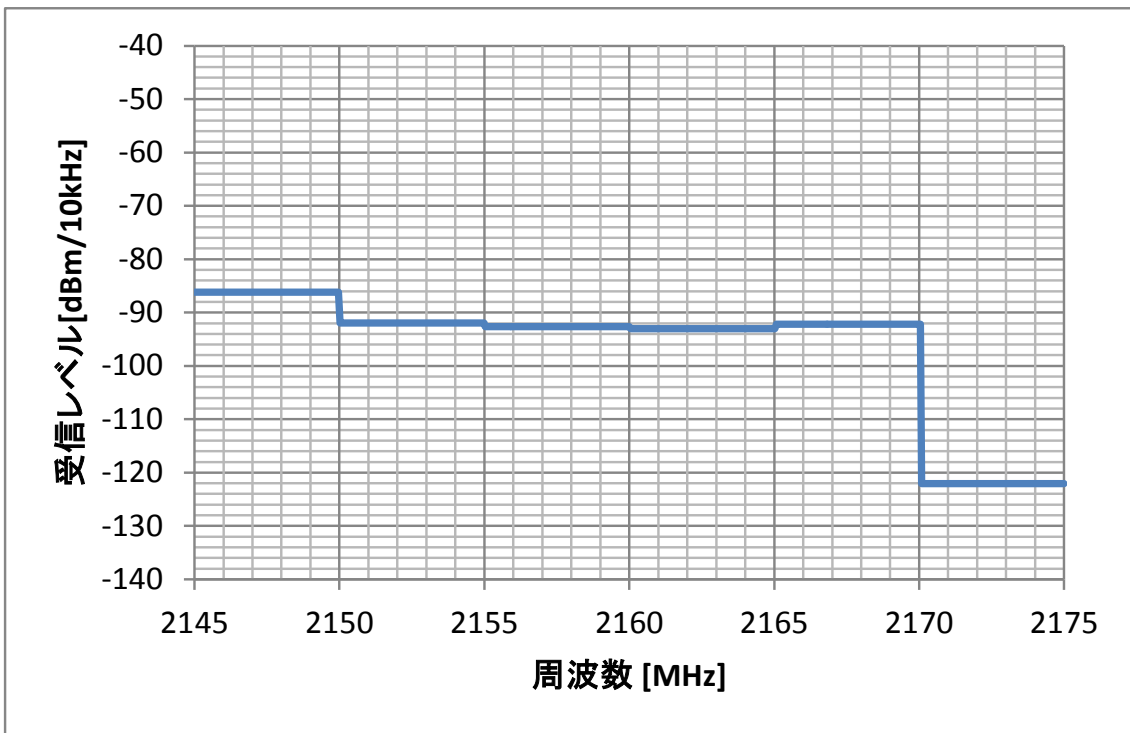


スプリアス帯域

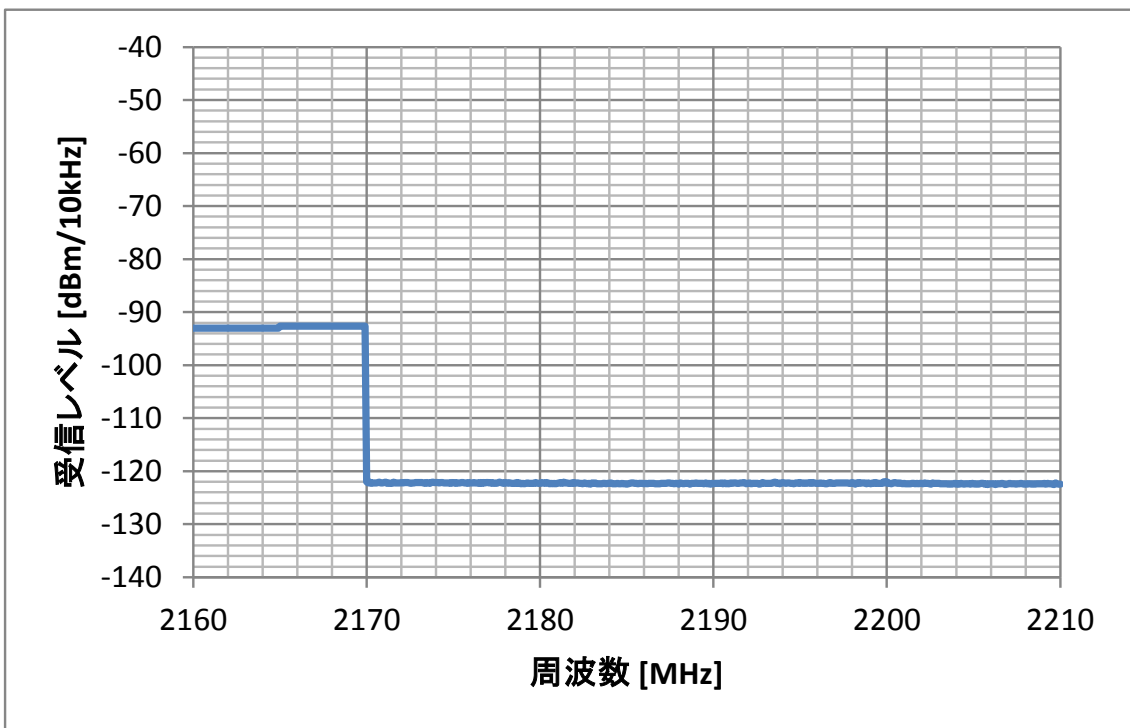


図参 5- 3-24 本測定結果：記録地点① 住吉町／時間帯 1

感度抑圧帯域

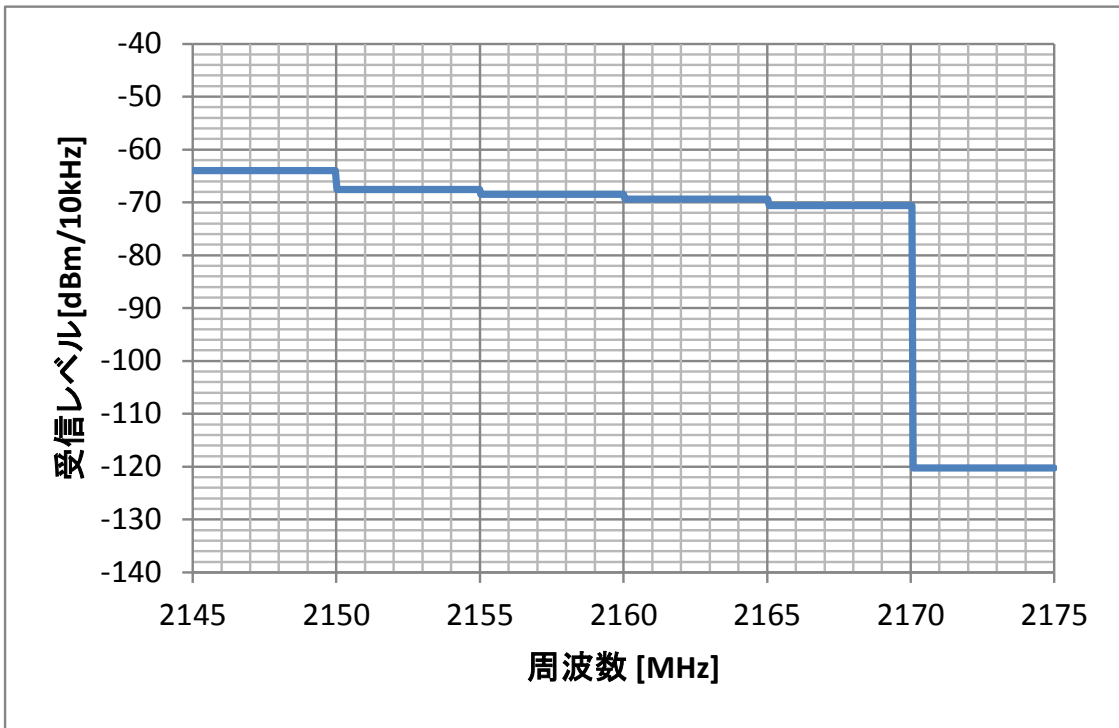


スプリアス帯域

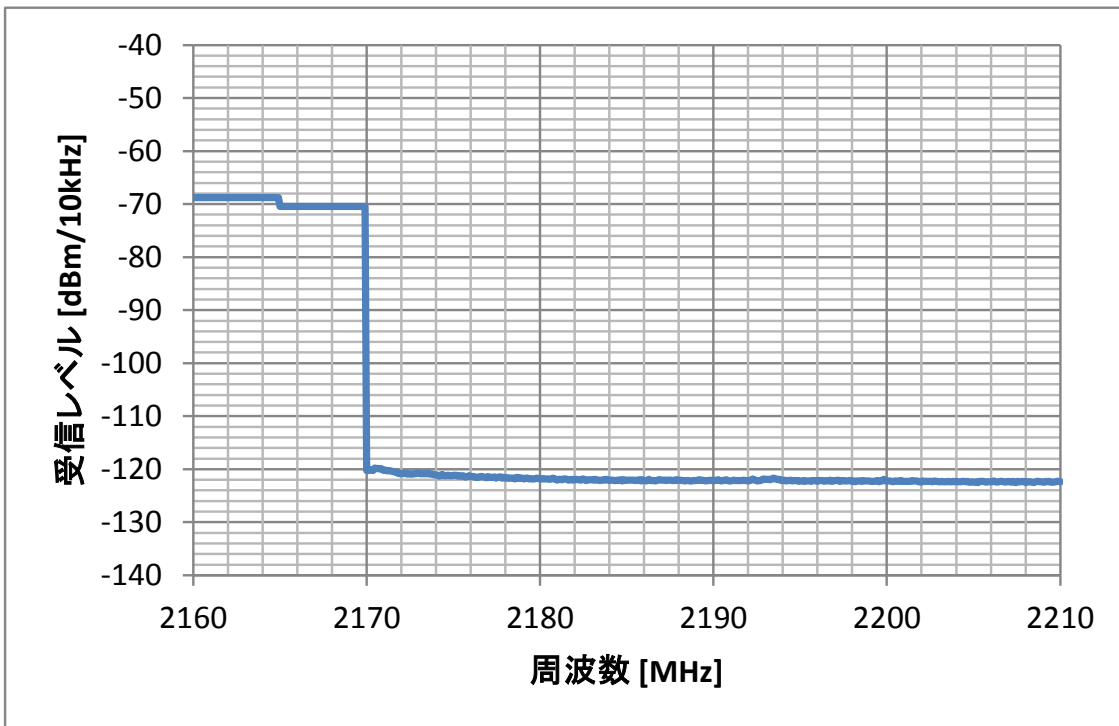


図参 5- 3-25 本測定結果：記録地点① 住吉町／時間帯 2

感度抑圧帯域

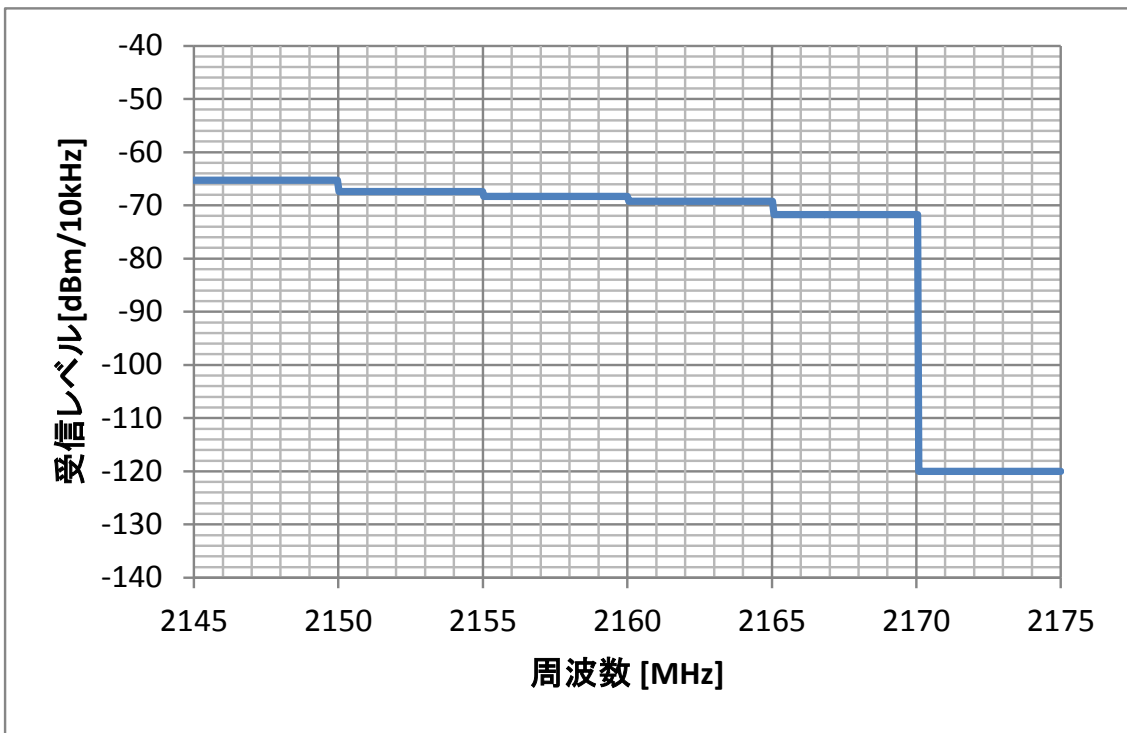


スプリアス帯域

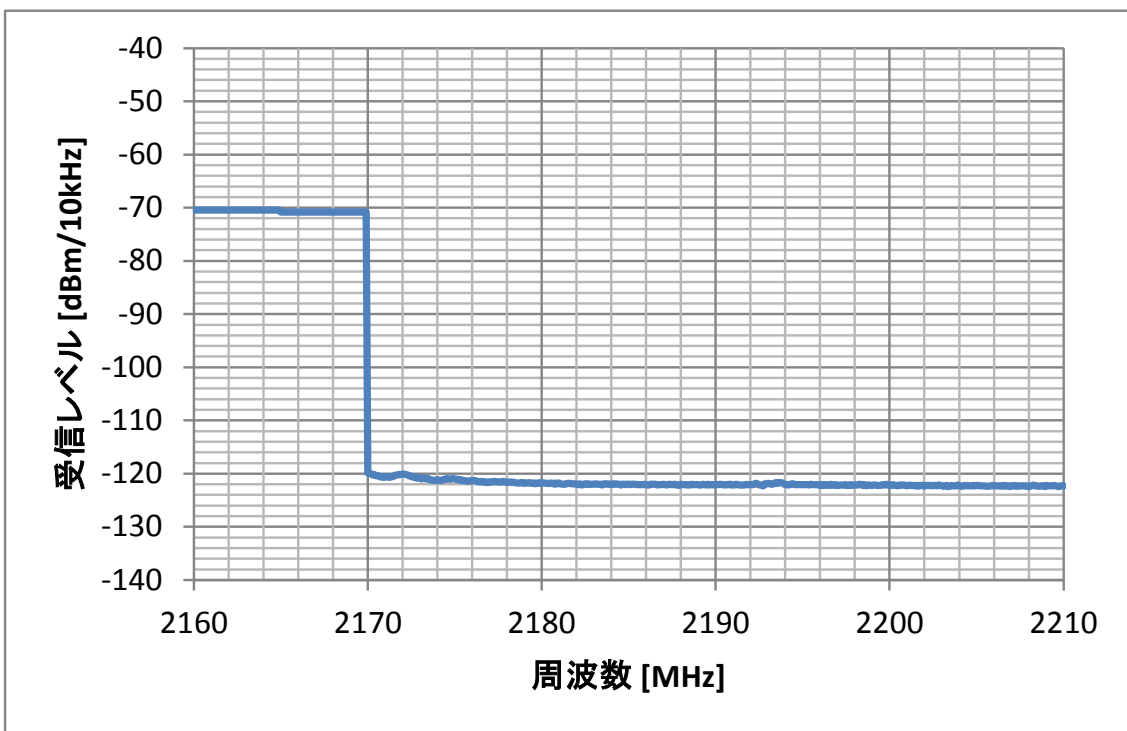


図参 5- 3-26 本測定結果：記録地点② 是政／時間帯 1

感度抑圧帯域

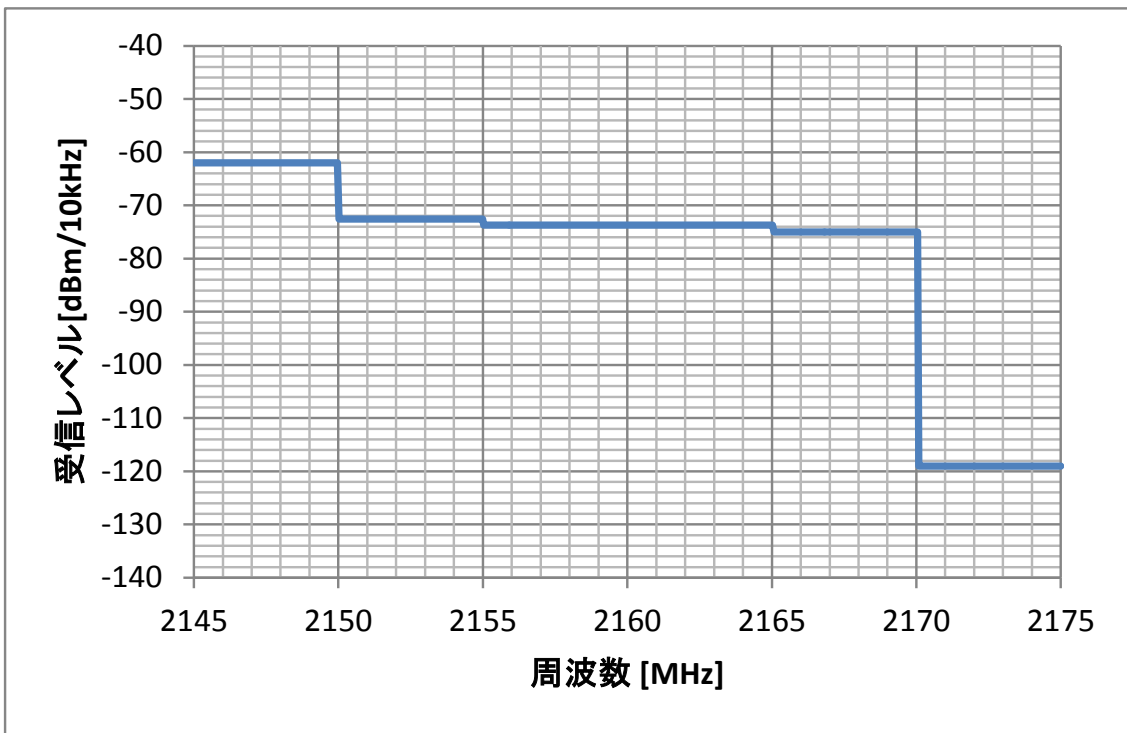


スプリアス帯域

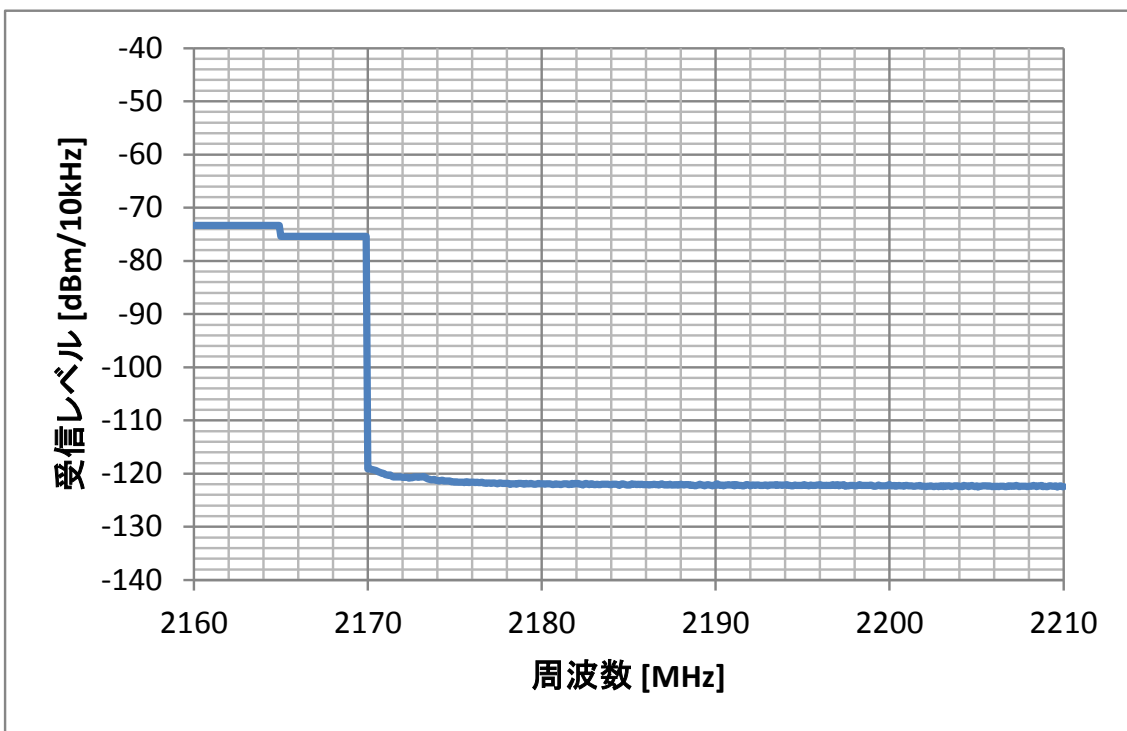


図参 5- 3-27 本測定結果：記録地点② 是政／時間帯 2

感度抑圧帯域

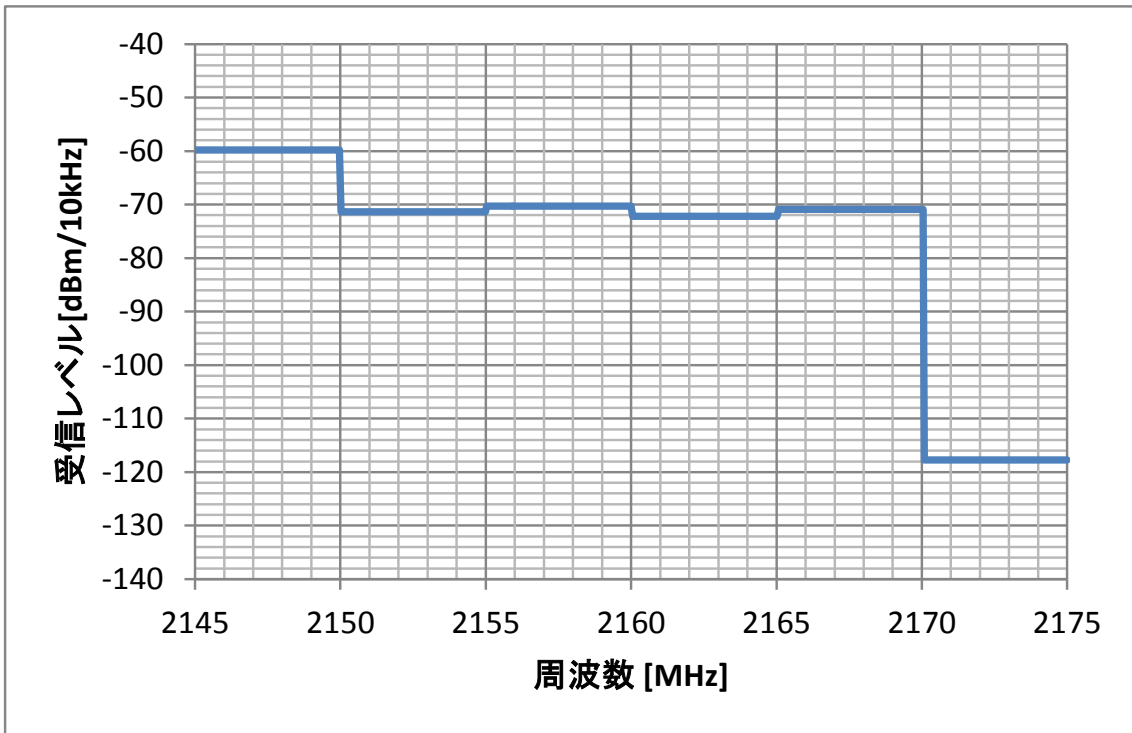


スプリアス帯域

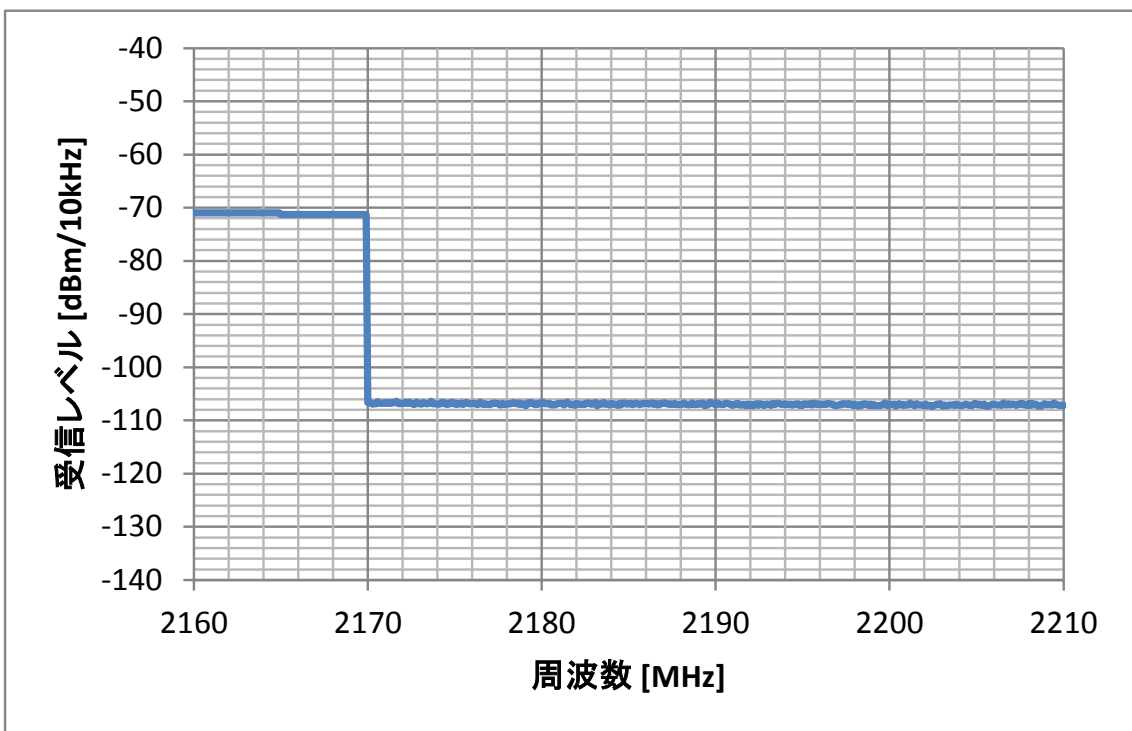


図参 5- 3-28 本測定結果：記録地点③ 紅葉丘／時間帯 1

感度抑圧帯域

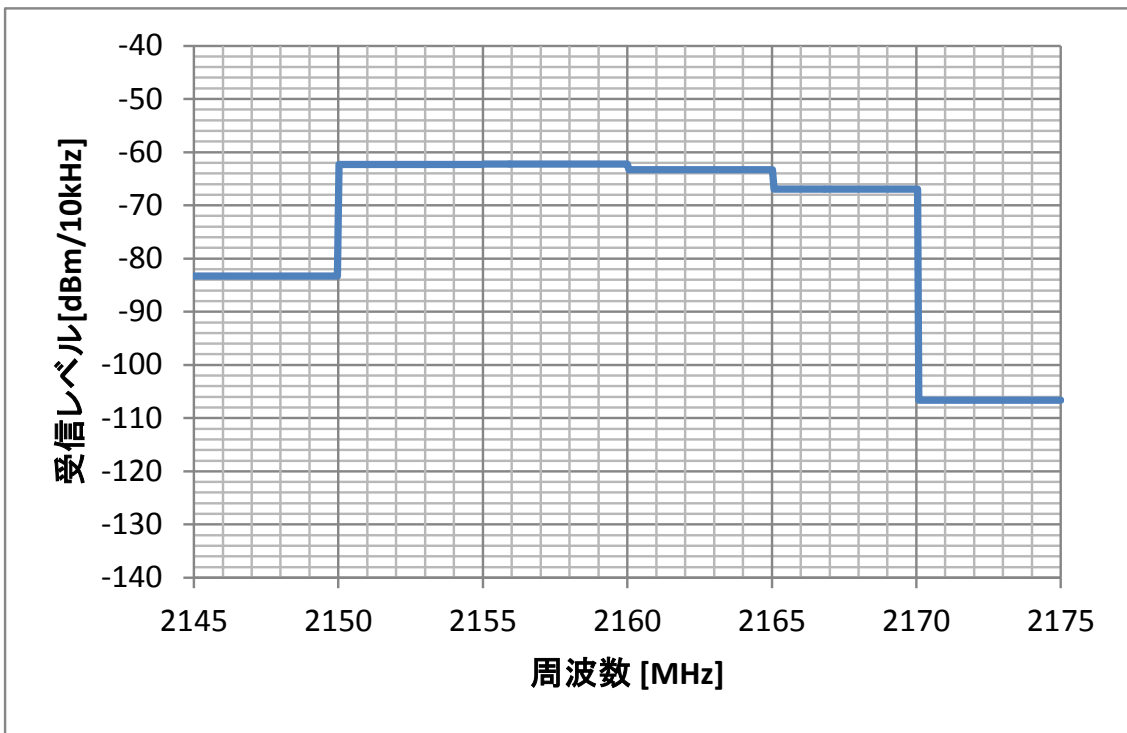


スプリアス帯域

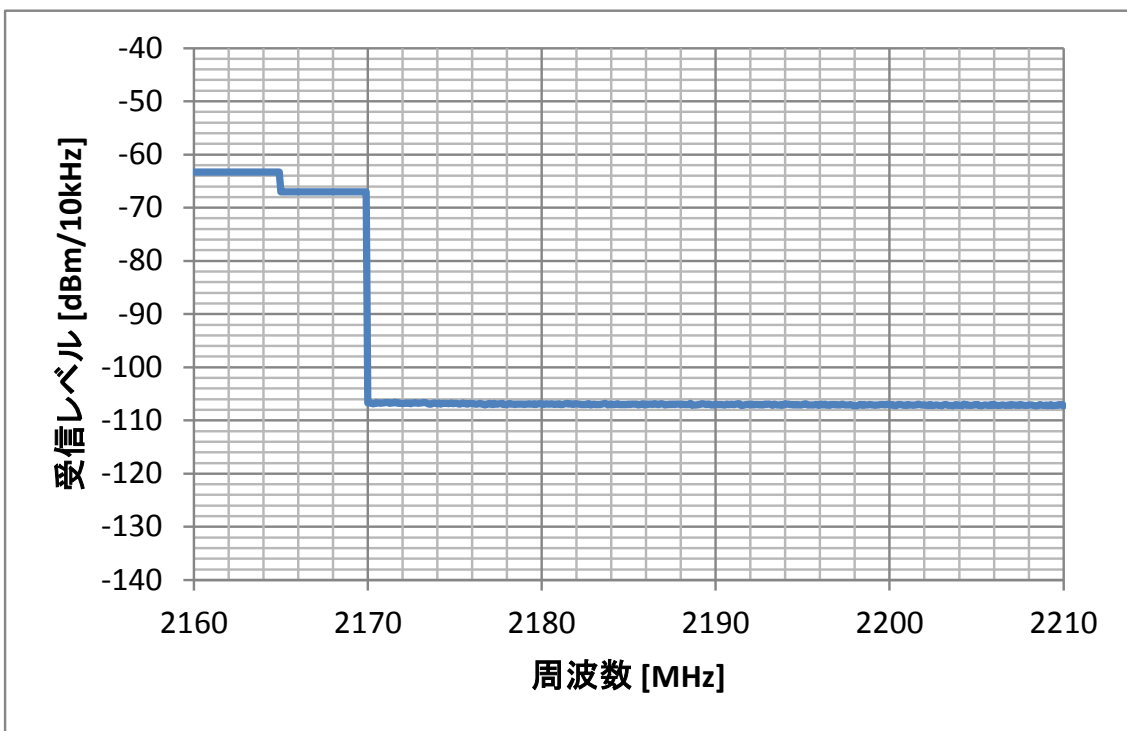


図参 5- 3-29 本測定結果：記録地点③ 紅葉丘／時間帯 2

感度抑圧帯域

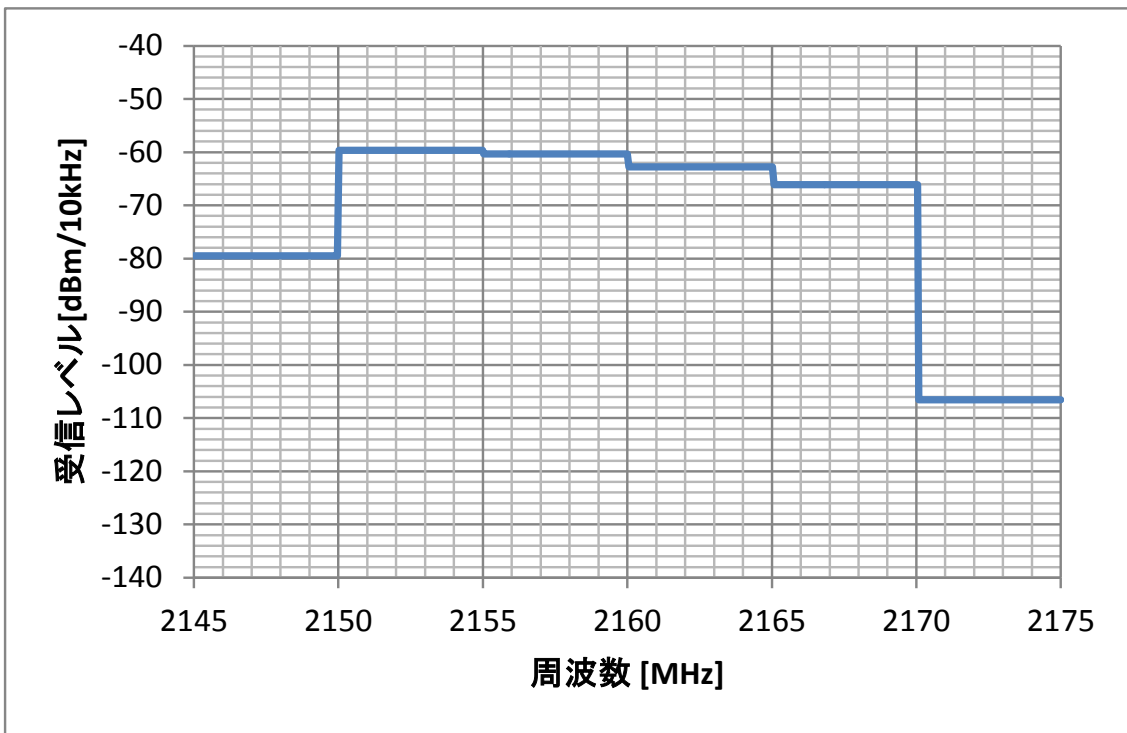


スプリアス帯域

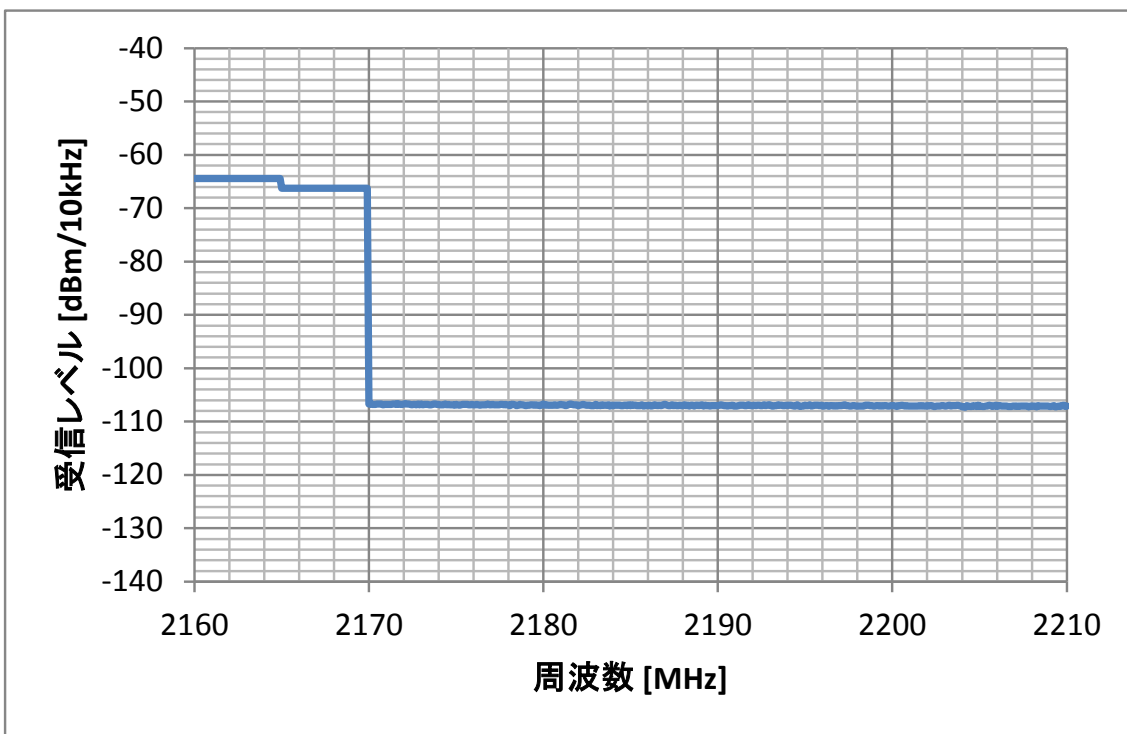


図参 5- 3-30 本測定結果：記録地点④ 緑町／時間帯 1

感度抑圧帯域

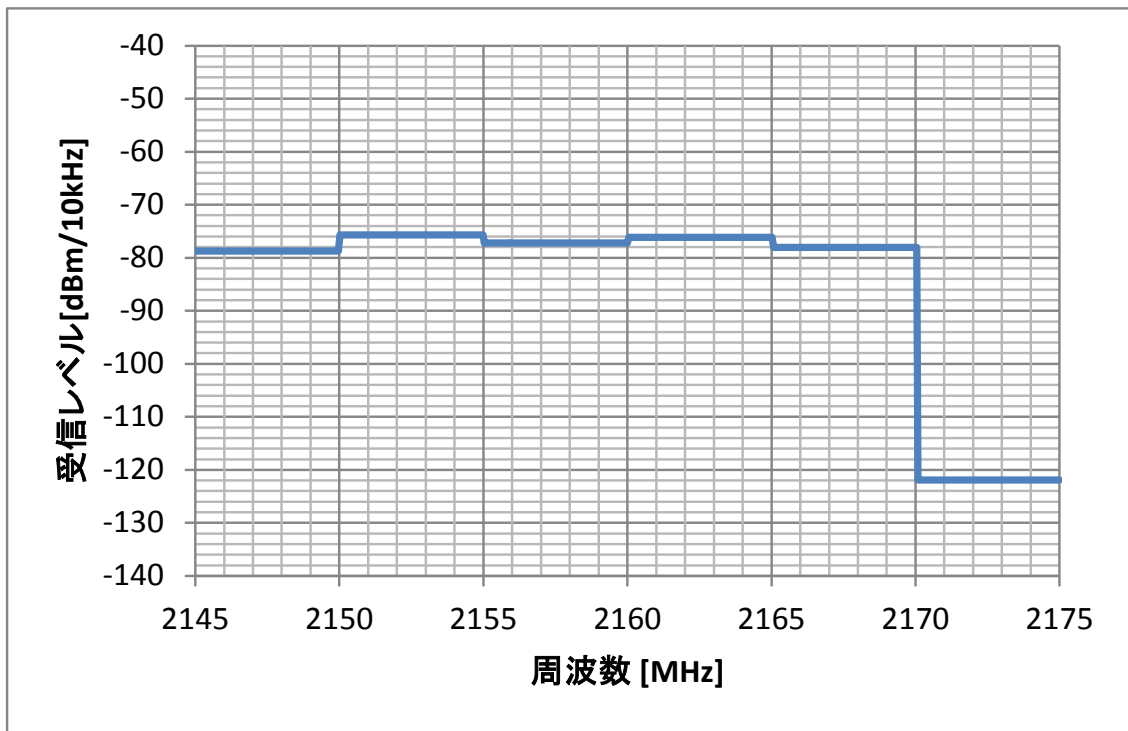


スプリアス帯域

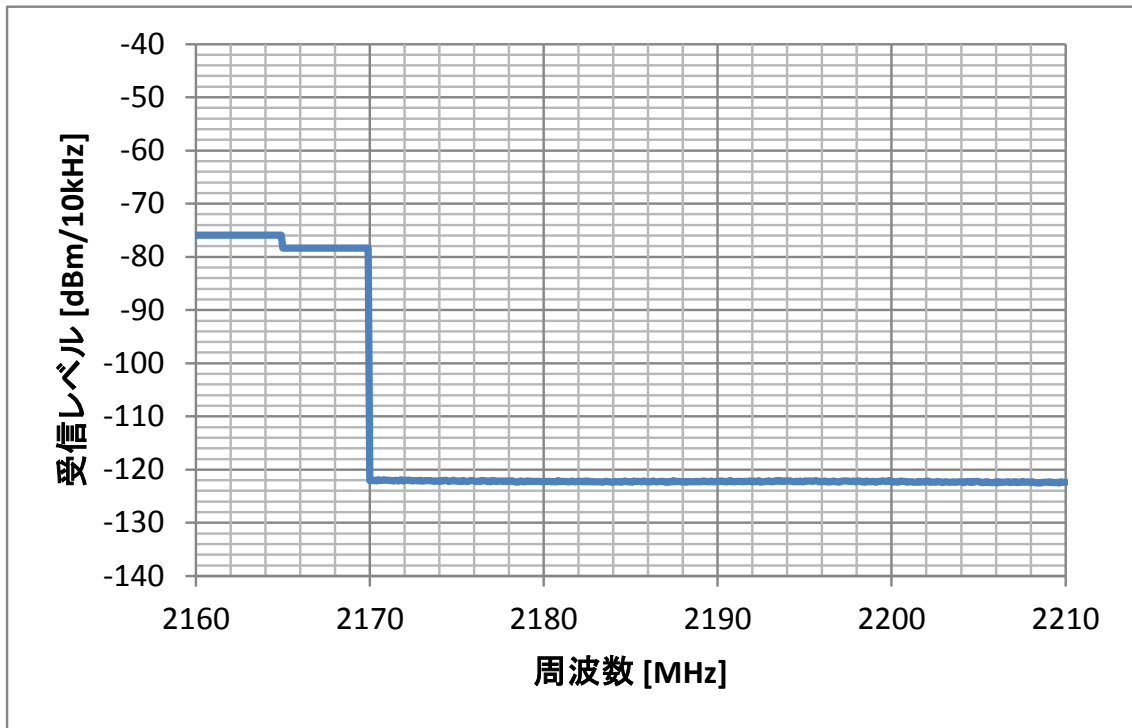


図参 5- 3-31 本測定結果：記録地点④ 緑町／時間帯 2

感度抑圧帯域

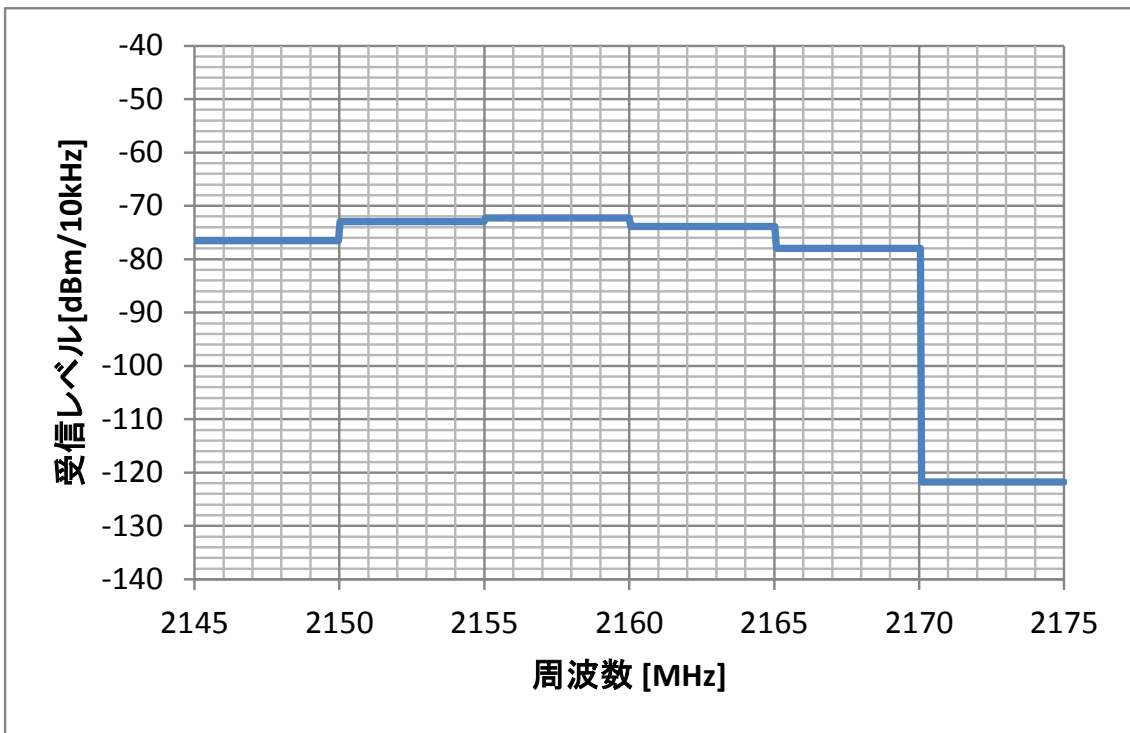


スプリアス帯域

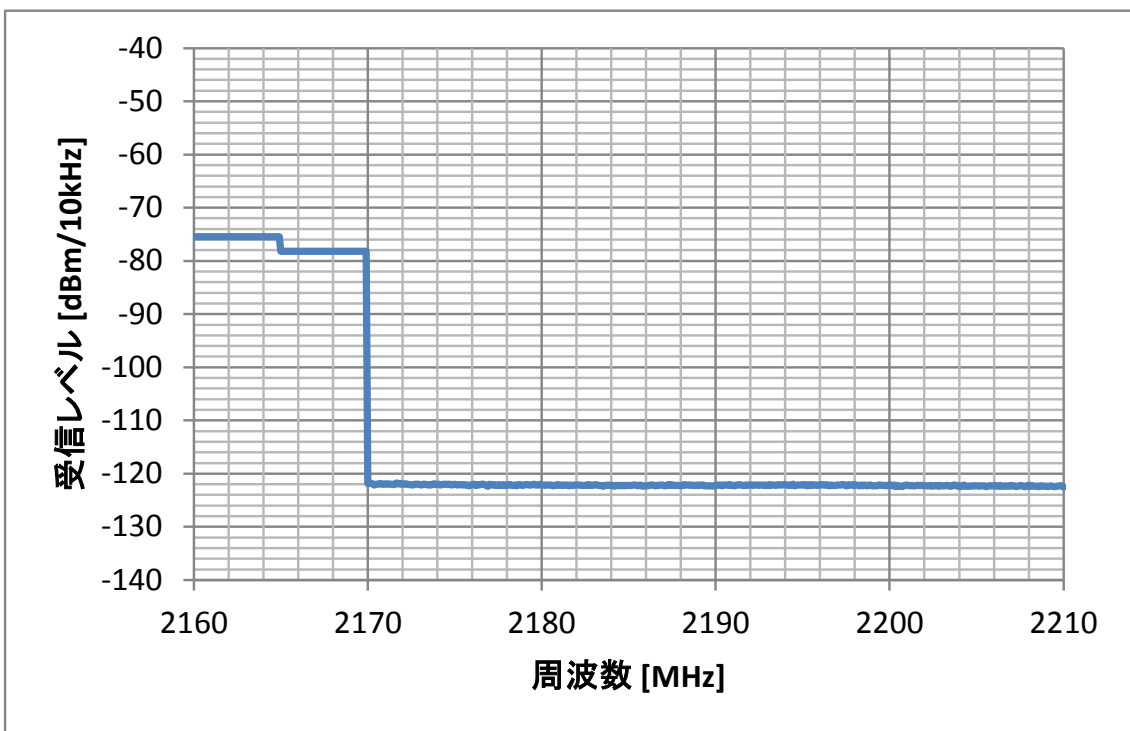


図参 5- 3-32 本測定結果：記録地点⑤ 東芝町／時間帯 1

感度抑圧帯域



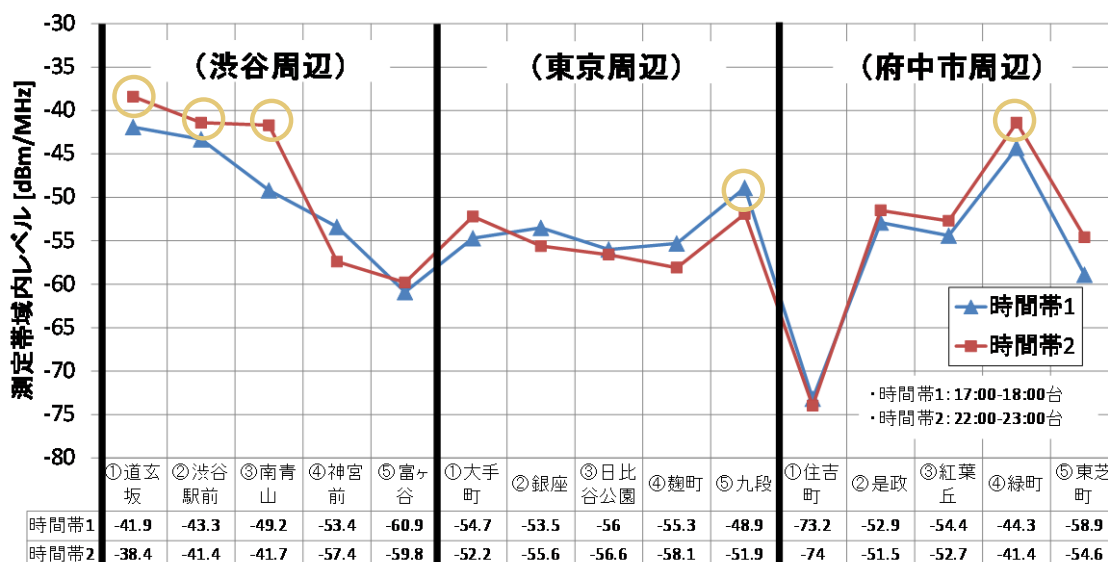
スプリアス帯域



図参 5- 3-33 本測定結果：記録地点⑤ 東芝町／時間帯 2

4 結果のまとめ

各周回ルート・記録地点及び時間帯における測定結果より、スペクトラムアナライザの1weap（1秒）毎に2150-2170MHz帯域の全電力を積分し、1MHzあたりの電力密度に換算した平均値について、記録地点間及び時間帯間の傾向を図参5-4-1に示す。



図参5-4-1 本測定結果：周回ルート・記録地点・時間帯間の傾向

今回測定した3地域（渋谷駅周辺・東京駅周辺・府中市周辺）においては、渋谷駅周辺（都市部）が総じて受信レベルが高く、東京駅周辺（都市部）と府中市周辺（郊外）では、東京が平均的に高受信レベルであるのに対して、府中市は測定ポイント間の受信レベルの差異が大きい。また、測定結果の時間的特性については、時間帯2の受信レベルが時間帯1を上回る記録地点は15地点中9地点であり、時間帯によりやや相関する傾向が見られる。一方、地理的特性については、時間帯1と時間帯2の間で記録地点間の受信レベルに相関傾向が見られる。

図参5-4-1において、各地域ごとに高い受信レベルを示している測定地点・時間帯（図中丸印）は以下の通りである。

- 渋谷駅周辺：①道玄坂／時間帯2、②渋谷駅前／時間帯2、③南青山／時間帯2
- 東京駅周辺：④九段／時間帯1
- 府中市周辺：⑤緑町／時間帯2

参考資料6 周波数共用検討

1 周波数共用検討の概要

現在進められている実用準天頂衛星システムの総合システム設計等の検討状況を踏まえ、ガードバンド検討を実施した。新衛星局の被干渉については、カバーエリア内の干渉源からの総雑音が影響することから、国内及び近接国からのアウトバンド及びインバンドの干渉雑音量の計算を行った。

伝搬路条件や干渉相手方システムの送受信条件等は、情報通信審議会一部答申時に実施されたガードバンド検討の条件を踏襲した。

また、干渉量の大きい携帯電話基地局からの被干渉については、実環境における被干渉強度測定試験を実施し、得られた被干渉強度をもとに、机上検討結果から得られたガードバンド幅の妥当性を検証した。

表参 6- 1-1 情通審一部答申から変更されたパラメータ

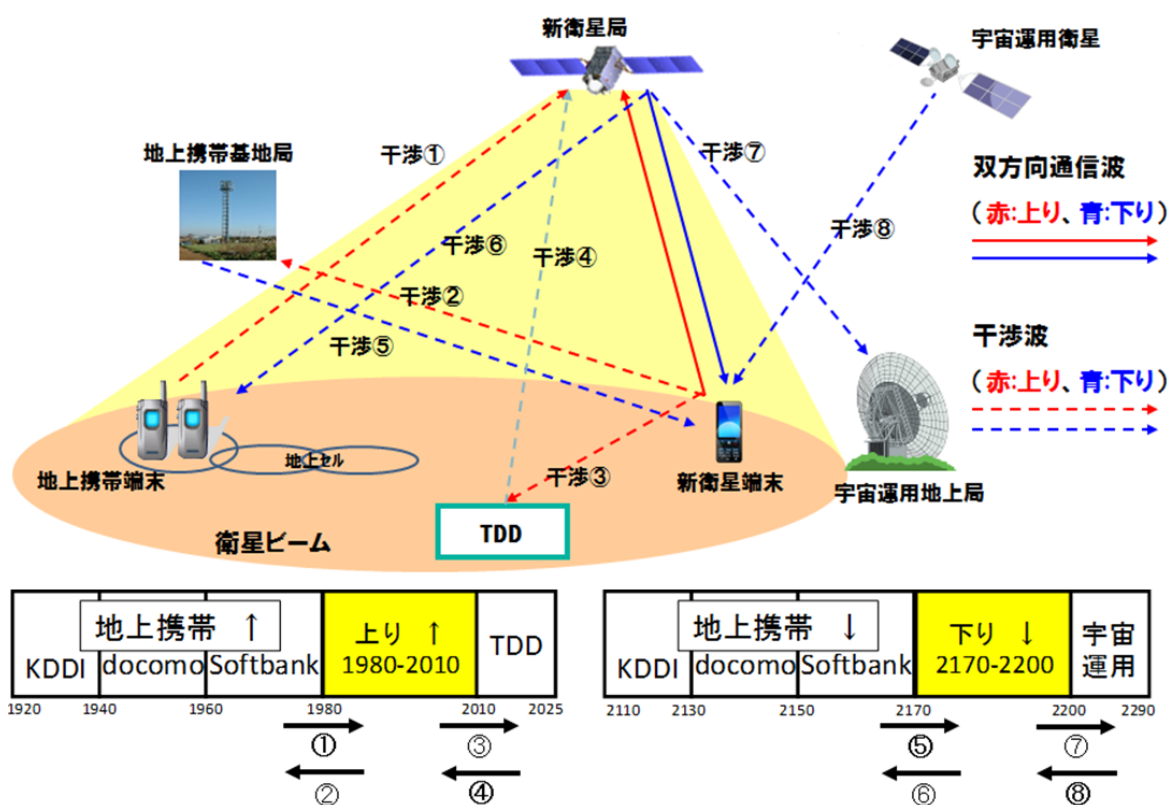
パラメータ	一部答申時の値	現状の値	変更理由
端末アンテナ利得	3dBi	送信：2dBi 受信：2.6dBi	設計の進捗による。 アンテナ形状、放射パターンについて想定するアンテナの検討を行った結果。
衛星送信電力 (アンテナ入力端)	19.8dBW (49.8dBm)	18.2dBW (48.2dBm)	設計の進捗による。
衛星アンテナ利得	30dBi	31.5dBi	国際周波数調整により変更。 本検討に際しては、現状値 27.5～31.5dBi の最大値を使用。
人体吸収損	-8dB	-1.5dB	設計の進捗による。 総合システム設計の中で、アンテナ形状、端末保持方法等の検討を行った結果。
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。
送信スペクトラム特性	3MHz 離調で -108dBc	3MHz 離調で -95.0dBc 5MHz 離調で -100.0dBc	設計の進捗による。

2 机上検討の実施

2.1 検討条件

ガードバンド検討の対象システムと干渉ケースを図参 6- 2-1 に示す。隣接周波数帯を使用するシステムとの与干渉・被干渉は、8 ケースが対象となる。干渉ケース①④については、新衛星局の被干渉であるが、これは後述の通り、国内システムに加え近接国で運用される地上システムを含めたアウトバンド干渉を対象に検討することとした。

なお、地上携帯電話の無線局特性は、最悪条件に相当する LTE 規格とした。



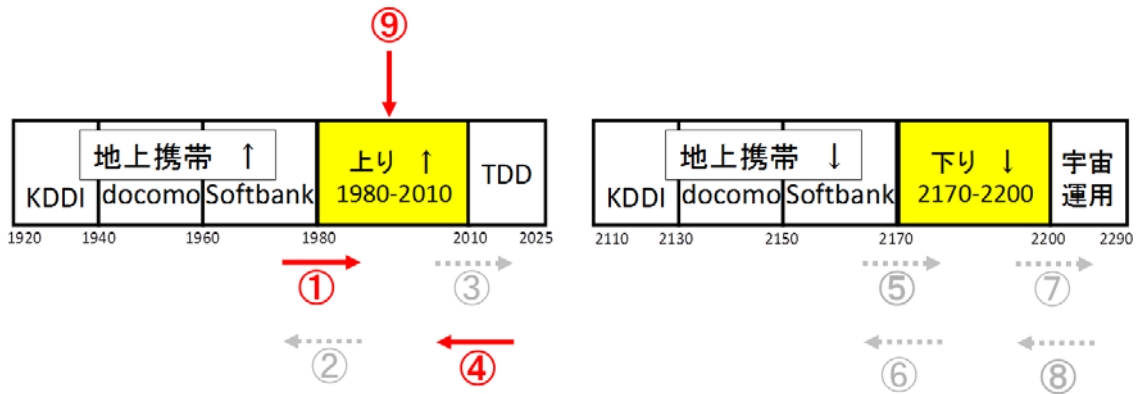
図参 6- 2-1 ガードバンド検討の対象システム

インバンド、アウトバンドの干渉雑音量の検討対象を図参 6- 2-2 に示す。インバンドについては、図参 6- 2-2 中の干渉ケース⑨として示す。

具体的には、以下の干渉源からの被干渉を対象に、総干渉雑音量を算定する。

- 干渉ケース①：アウトバンド
 - ✓ 国内と近接国（中国、韓国、台湾、フィリピン、ロシア）での地上携帯端末による、隣接 ch からの漏れ込みの干渉雑音
- 干渉ケース④：アウトバンド
 - ✓ 国内と近接国（中国）での TDD による、隣接 ch からの漏れ込みの干渉雑音
- 干渉ケース⑨：インバンド

- ✓ 近接国（韓国、台湾、フィリピン、ロシア）からの地上携帯端末によるインバンド干渉
- ✓ 中国で予定されている衛星携帯端末によるインバンド干渉（中国での衛星携帯端末台数については、許容可能な運用台数を算出）



図参 6- 2-2 インバンドおよびアウトバンド干渉検討

出典) 平成 27 年度 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 第 3 回調査検討会資料

2.2 ガードバンド検討

2.2.1 干渉ケース①（地上携帯端末⇒新衛星局⁸）

地上携帯端末から新衛星局への被干渉については、ガードバンド無しで共存可能であることを確認した。

⁸ 地球～静止衛星間距離は、干渉ケースごとのシステムの利用地域等により異なるが、本検討では全干渉ケース一律に赤道直下の距離である 36,000km とし、実際より厳しい条件（近距離）での評価を行った。

表参 6- 2-1 干渉ケース①（地上携帯端末⇒新衛星局）

番号	大項目	項目	数値		単位	備考
			国内端末	近隣国端末		
	全般条件					
①		周波数	1980.0	1980.0	MHz	
	送信側条件					
②		送信電力	10.0	10.0	dBm	参考文献1 P68 図3.2.1-6
③		アンテナ利得	0.0	0.0	dBi	参考文献1 P62 表3.2.1-1
④		帯域幅	20.0	20.0	MHz	
⑤		EIRP密度	-3.0	-3.0	dBm/MHz	
⑥		隣接チャネル漏洩電力	-30.0	-30.0	dBc	参考文献1 P.137
⑦		不要輻射電力	-33.0	-33.0	dBm/MHz	(⑤)+(⑥)
⑧		地上携帯端末台数	1.3	1.3	億台	国内:1.3億台、国外:1.3億台
⑨		帯域割合を考慮した端末台数	0.127	0.049	億台	国内端末帯域割合20MHz/205MHz、近隣国端末帯域割合20MHz/530MHzを考慮。
⑩		通話率	2.5	2.5	%	
⑪		人体吸収損失	-8.0	-8.0	dB	参考文献1 P62 表3.2.1-1
⑫		干渉雑音量	14.0	9.9	dBm/MHz	(7)+10*log ₁₀ ((9)*10 ⁻⁸ *(⑩/100)+⑪)
⑬		総和雑音量	15.4		dBm/MHz	10*log ₁₀ (10 ^{(⑫[国内]/10)+10^(⑫[近隣国]/10))}
	伝搬路条件					
		地球～静止衛星間距離	36000.0		km	静止衛星軌道高度による。
⑭		地球～静止衛星間減衰量	-189.5		dB	RR appendix-8 annex IIIによる。
⑮		大気吸収損失	-0.2		dB	参考文献8 P110 表参3-1-6
⑯		偏波損失	-3.0		dB	参考文献8 P110 表参3-1-6
	受信側条件					
⑰		静止衛星受信アンテナ利得	31.5		dBi	静止衛星アンテナ利得
⑱		給電損失	-2.2		dB	静止衛星側設計値
⑲		受信機入力端干渉雑音	-148.0		dBm/MHz	(⑬)+(⑭)+(⑮)+(⑯)+(⑰)+(⑱)
			-238.0		dBW/Hz	単位換算
⑳		許容干渉雑音レベル	-118.4		dBm/MHz	
		マージン	29.6		dB	(⑳)-(⑲)

出典) 平成 27 年度 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 第 3 回調査検討会資料

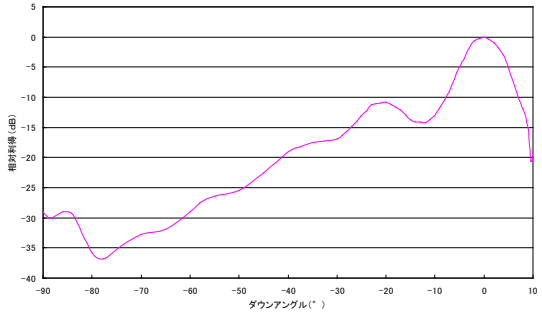
2.2.2 干渉ケース②（新衛星端末⇒地上携帯基地局）

新衛星端末から移動（地上携帯基地局）への与干渉については、基地局アンテナ指向減衰量と空間伝搬損失の合計が最悪条件となる離隔距離で評価を行い、ガードバンド 3MHz で共存可能であることを確認した。

表参 6- 2-2 干渉ケース②（新衛星端末⇒地上携帯基地局）

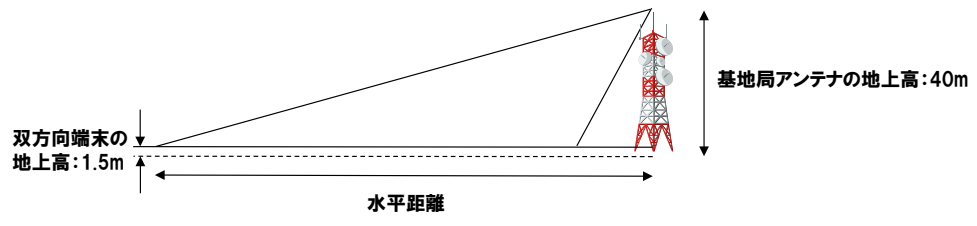
番号	大項目	項目	数値		単位	備考
			自由空間	Walfisch-池上		
	全般条件					
①		周波数	1980.0		MHz	
	送信側条件					
②		最大送信電力	30.0		dBm/0.3MHz	設計値
③		スペクトラム特性	-95.0		dBc	3.15MHz離調(周波数中心から)での性能値
④		送信アンテナ利得	2.0		dBi	性能値
⑤		送信給電線損失	0.0		dB	
		人体吸収損失	-1.5		dB	実測による評価結果
⑦		総和雑音量	-64.5		dBm/0.3MHz	
	伝搬路条件					
⑧		基地局～衛星携帯端末間距離	0.0852		km	相対減衰量最小条件時の距離
⑨		基地局～衛星携帯端末間減衰量	-77.0	-93.6	dB	
	受信側条件					
⑩		基地局受信アンテナ利得	17.0		dBi	参考文献1 P62 表3.2.1-1
⑪		アンテナ指向減衰	-10.6		dB	相対減衰量最小条件時に対応した低下分(23°)
⑫		基地局受信系給電損失	-5.0		dB	
⑬		許容干渉雑音レベル	-119.0		dBm/MHz	
⑭		受信機入力端干渉雑音	-140.1	-156.7	dBm/0.3MHz	ガードバンド3MHz (7)+(9)+(10)+(11)+(12)
⑮			-134.9	-151.5	dBm/MHz	ガードバンド3MHz 単位換算
		マージン	15.9	32.5	dB	(⑬)-(⑮)

出典) 平成 27 年度 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 第 3 回調査検討会資料



前提条件

- 基地局アンテナ: 40m
- 衛星携帯アンテナ: 1.5m
- 基地局アンテナパターン (垂直面):
 携帯電話等周波数有効利用方策委員会報告
 (平成18年12月21日) 図3.2-2を引用



図参 6- 2-3 新衛星端末ー地上携帯電話基地局の干渉モデル

出典) 平成 27 年度 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 第 3 回調査検討会資料

2.2.3 干渉ケース③（新衛星端末⇒TDD 基地局/端末）

新衛星端末から TDD 基地局への与干渉については、TDD 基地局の受信パラメータは、地上携帯基地局と同等となるため、干渉ケース②と同様に干渉検討結果はマージンを有し、共存可能であることを確認した。

新衛星端末から TDD 端末へのスプリアス発射による与干渉については、ガードバンド5MHzで共存可能であることを確認した。

表参 6- 2-3 干渉ケース③（新衛星端末⇒TDD 端末、スプリアス）

番号	大項目	項目	数値	単位	備考
	全般条件				
①		周波数	2010.0	MHz	
	送信側条件				
②		最大送信電力	30.0	dBm/0.3MHz	設計値
③		スペクトラム特性	-100.0	dBc	5.55MHz離調(周波数中心から)での性能値
④		アンテナ利得	2.0	dBi	性能値
⑤		人体吸収損失	-1.5	dB	実測による評価結果
⑥		総和雑音量	-69.5	dBm/MHz	②+③+④+⑤
	伝搬路条件				
⑦		TDD端末～双方向端末間距離	0.0015	km	最近隣距離として1.5mを設定
⑧		TDD端末～双方向端末間減衰量	-42.0	dB	$-20(\log(①)+\log(⑦))-32.45$
	受信側条件				
⑨		TDD端末アンテナ利得	0.0	dBi	参考文献3 P46 表2.2-10
⑩		給電線損失	0.0	dB	参考文献3 P46 表2.2-10
⑪		人体吸収損失	-8.0	dB	参考文献3 P46 表2.2-10
⑫					
⑬		許容干渉雑音レベル	-114.0	dBm/MHz	参考文献3 P46 表2.2-10
⑭		受信機入力端干渉雑音	-119.5	dBm/0.3MHz	⑥+⑧+⑨+⑩+⑪
⑮		マージン	-114.3	dBm/MHz	帯域換算
			0.3	dB	⑬-⑮

出典) 平成 27 年度 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 第 3 回調査検討会資料

表参 6- 2-3 ではマージンが少なくなっているが、端末間の干渉であることから、モンテカルロシミュレーションにより干渉発生確率 3%以下の場合の干渉レベルを算定し、マージンの確認を行った。シミュレーションソフトは SEAMCAT4.0.0 を用いた。設定パラメータは表参 6- 2-5 の通りである。

表参 6- 2-4 干渉ケース③（新衛星端末⇒TDD 端末、スプリアス）におけるモンテカルロシミュレーション結果

許容干渉レベル	到来干渉レベル	マージン
-114.0dBm/MHz	-154.5dBm/MHz	40.5dB

出典) 平成 27 年度 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 第 3 回調査検討会資料

表参 6- 2-5 干渉ケース③（新衛星端末⇒TDD 端末、スプリアス）におけるモンテカルロシミュレーションの設定パラメータ

項目	設定値	備考
シミュレーション試行回数	200000回	
シミュレーション半径	430m	参考文献1参照
最大同時接続数	1400局	
衛星携帯端末の1km ² あたりの集中率	0.12%	参考文献5参照(携帯電話端末の集中率)
衛星携帯端末、TDD端末高	1.5m	
伝搬モデル	Extended Hataモデル	

出典) 平成 27 年度 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 第 3 回調査検討会資料

新衛星端末から TDD 端末への感度抑圧による与干渉については、モンテカルロシミュレーションを実施し、干渉発生確率 3%以下の場合の干渉レベルを算定した結果、ガードバンド 5MHz で共存可能であることを確認した。シミュレーションソフトは SEAMCAT4.0.0 を用いた。設定パラメータは表参 6- 2-7 の通りである。

表参 6- 2-6 干渉ケース③（新衛星端末⇒TDD 端末、感度抑圧）におけるモンテカルロシミュレーション結果

許容干渉レベル	到来干渉レベル	マージン
-56dBm	-67.8dBm	11.8dB

出典) 平成 27 年度 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 第 3 回調査検討会資料

表参 6- 2-7 干渉ケース③（新衛星端末⇒TDD 端末、感度抑圧）におけるモンテカルロシミュレーションの設定パラメータ

項目	設定値	備考
シミュレーション試行回数	200000回	
シミュレーション半径	430m	参考文献1参照
最大同時接続数	1400局	
衛星携帯端末の1km ² あたりの集中率	0.12%	参考文献5参照(携帯電話端末の集中率)
衛星携帯端末、TDD端末高	1.5m	
伝搬モデル	Extended Hataモデル	

出典) 平成 27 年度 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 第 3 回調査検討会資料

2.2.4 干渉ケース④ (TDD 基地局/端末⇒新衛星局)

国内 TDD 携帯端末から新衛星局への被干渉については、ガードバンド無しで共存可能であることを確認した。

表参 6- 2-8 干渉ケース④ (国内 TDD 携帯端末⇒新衛星局)

番号	大項目	項目	数値	単位	備考
	全般条件				
①		周波数	2010.0	MHz	
	送信側条件				
②		TDD 端末からの干渉雑音レベル (衛星側アンテナ入射端)	-239.5	dBW/kHz	参考文献3 表2.3-6 p53 フィルタの対称性原理により、宇宙運用上りと同じ干渉信号レベルを適用。
	受信側条件				
③		静止衛星受信アンテナ利得	31.5	dBi	設計値
④		給電損失	-2.2	dB	
⑤		受信機入力端干渉雑音	-210.2	dBW/kHz	②+③+④
			-150.2	dBm/MHz	単位換算
			-240.2	dBW/Hz	単位換算
⑦		許容干渉雑音レベル マージン	-118.4	dBm/MHz	
			31.8	dB	

出典) 平成 27 年度 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 第 3 回調査検討会資料

国内 TDD 基地局から新衛星局への被干渉については、ガードバンド無しで共存可能であることを確認した。参考文献 3 では、E-UTRA TDD 基地局の送信アンテナ利得は平均値 (9.5dBi) が適用されていたことから、さらに衛星方向への指向性減衰量の追加分を見込めるものと考えられる。

表参 6- 2-9 干渉ケース④ (国内 TDD 基地局⇒新衛星局)

番号	大項目	項目	数値	単位	備考
	全般条件				
①		周波数	2010.0	MHz	
	送信側条件				
②		TDD 基地局からの干渉雑音レベル (衛星側アンテナ入射端)	-212.9	dBW/kHz	参考文献3 表2.3-5 p53 フィルタの対称性原理により、宇宙運用上りと同じ干渉信号レベルを適用。
③		TDD 基地局側の 「隣接チャネル漏えい電力の実力」 「フィルタ減衰」による改善量	-50.0	dB	参考文献3 p54 TDD 側の、隣接チャネル漏えい電力の実力、 フィルタ減衰を考慮。
	受信側条件				
④		静止衛星受信アンテナ利得	31.5	dBi	設計値
⑤		給電損失	-2.2	dB	
⑥		受信機入力端干渉雑音	-233.6	dBW/kHz	②+③+④+⑤
			-173.6	dBm/MHz	単位換算
			-263.6	dBW/Hz	単位換算
⑦		許容干渉雑音レベル マージン	-118.4	dBm/MHz	
			55.2	dB	

出典) 平成 27 年度 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 第 3 回調査検討会資料

海外 TDD 携帯端末から新衛星局の被干渉については、ガードバンド 5MHz で共存可能であることを確認した。

表参 6- 2-10 干渉ケース④ (海外 TDD 携帯端末⇒新衛星局)

番号	大項目	項目	数値	単位	備考
	全般条件				
①		周波数	2010.0	MHz	
	送信側条件				
②		送信電力	15.0	dBm	参考文献4 P29 (3)平均設定
③		アンテナ利得	0.0	dBi	参考文献4 P27 表3.2-3
④		帯域幅	1.6	MHz	参考文献4 P27 表3.2-3
⑤		スペクトラム特性	—		
⑥		離調5MHzの低減量	-43.0	dBc	参考文献4 P27 表3.2-3 ±3.2MHz漏洩電力
⑦		地上携帯台数	1360	万台	
⑧		時間効率	0.405		
⑨		電力制御による低減量	1.0		
⑩		通話率	2.5	%	
⑪		人体吸収損失	-8.0	dB	
		総和雑音量	15.4	dBm/1.6MHz	
	伝搬路条件				
⑫		地球～静止衛星間距離	36000.0	km	静止衛星軌道高度による。
⑬		地球～静止衛星間減衰量	-189.6	dB	RR appendix-8 annex IIIによる。 $-20(\log(⑪)+\log(⑫))-32.45$
⑭		大気吸収損失	-0.2	dB	参考文献8 P110 表参3-1-6
⑮		偏波損失	-3.0	dB	参考文献8 P110 表参3-1-6
	受信側条件				
⑯		静止衛星受信アンテナ利得	31.5	dBi	設計値
⑰		給電損失	-2.2	dB	
⑱		受信機入力端干渉雑音	-148.2	dBm/1.6MHz	ガードバンド5MHzでの解析結果
⑲			-150.2	dBm/MHz	ガードバンド5MHzでの解析結果。1MHz換算。
⑳		許容干渉雑音レベル	-118.4	dBm/MHz	
		マージン	31.8	dB	

出典) 平成 27 年度 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 第 3 回調査検討会資料

海外 TDD 携帯基地局からの新衛星局への被干渉については、ガードバンド 5MHz で共存可能であることを確認した。

表参 6- 2-11 干渉ケース④ (海外 TDD 携帯基地局⇒新衛星局)

番号	大項目	項目	数値	単位	備考
	全般条件				
①		周波数	2010.0	MHz	
	送信側条件				
②		送信電力	43.0	dBm	参考文献4 P27 表3.2-3
③		アンテナ利得	-13.0	dBi	参考文献4 P27 表3.2-3の17dBiに対し、-30dBを考慮
④		帯域幅	1.6	MHz	参考文献4 P27 表3.2-3
⑤		スペクトラム特性	—		
⑥		離調5MHzの低減量	-45.0	dBc	参考文献4 P27 表3.2-3 ±3.2MHz漏洩電力
⑦		基地局台数	3772	台	1360万台/3606
⑧		時間効率	0.54		
⑨		電力制御による低減量	1.0		低減なしを前提
⑩		通話率	1.000		⑧で考慮済み
		総和雑音量	18.1	dBm/1.6MHz	
	伝搬路条件				
⑪		地球～準天頂衛星間距離	36000.0	km	準天頂衛星軌道高度による。
⑫		地球～準天頂衛星間減衰量	-189.6	dB	RR appendix-8 annex IIIによる。 $-20(\log((⑪))+\log((⑩)))-32.45$
⑬		大気吸収損失	-0.2	dB	参考文献8 P110 表参3-1-6
⑭		偏波損失	-3.0	dB	参考文献8 P110 表参3-1-6
	受信側条件				
⑮		準天頂衛星受信アンテナ利得	31.5	dBi	設計値
⑯		給電損失	-2.2	dB	
⑰		受信機入力端干渉雑音	-145.5	dBm/1.6MHz	ガードバンド5MHzでの解析結果
⑱			-147.5	dBm/MHz	ガードバンド5MHzでの解析結果。1MHz換算。
⑲		許容干渉雑音レベル	-118.4	dBm/MHz	
		マージン	29.1	dB	

出典) 平成 27 年度 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 第 3 回調査検討会資料

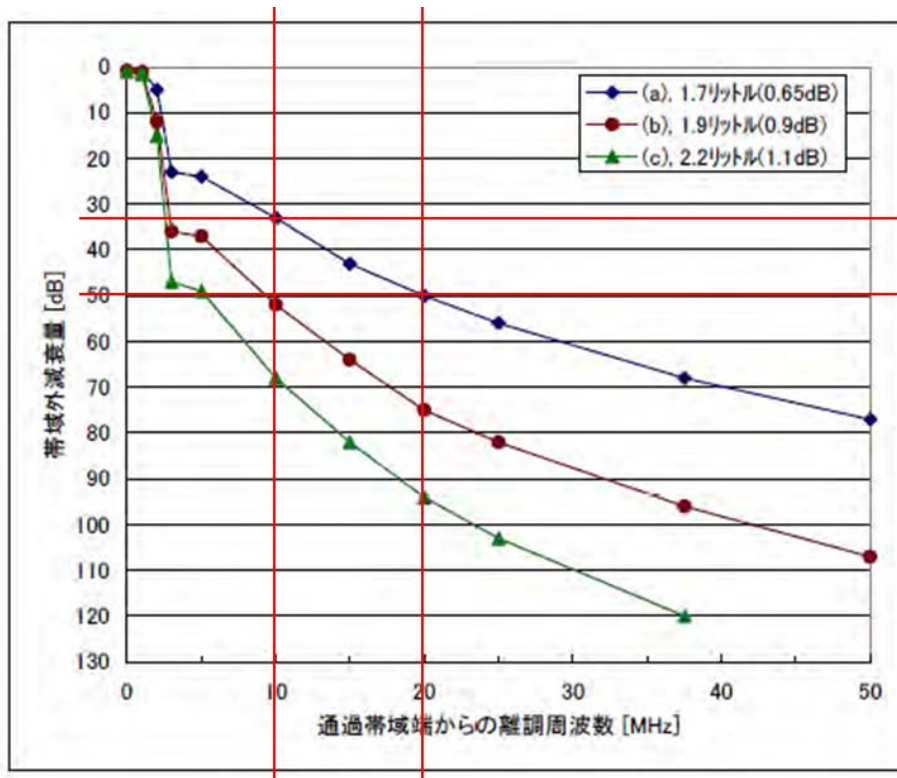
2.2.5 干渉ケース⑤（地上携帯基地局⇒新衛星端末、スプリアス）

地上携帯基地局から新衛星端末へのスプリアス発射による被干渉については、LTE 基地局の送信フィルタ減衰特性から、20MHz 離調で 50dB の減衰を実現可能である。これを踏まえ、ガードバンド 20MHz で共存可能であることを確認した。

表参 6- 2-12 干渉ケース⑤（地上携帯基地局⇒新衛星端末、スプリアス）

番号	大項目	項目	数値	単位	備考
	全般条件				
①		周波数	2170.0	MHz	
	送信側条件				
②		送信電力	49.0	dBm	参考文献1 P62 表3.2.1-1
③		送信アンテナ利得	17.0	dBi	参考文献1 P62 表3.2.1-1
④		送信給電線損失	-5.0	dB	参考文献1 P62 表3.2.1-1
⑤		基地局送信フィルタ減衰特性(20MHz離調)	-50.0	dB	参考文献1 P62 表3.2.1-1およびP67 図3.2.1-4
⑥		帯域幅	20.0	MHz	参考文献1 P62 表3.2.1-1
⑦		EIRP密度	-2.0	dBm/MHz	
⑧		帯域外減衰量	-44.2	dB	参考文献1 P62 表3.2.1-1
		アンテナ指向減衰	-10.6	dB	
⑨					
⑩		総和雑音量	-56.8	dBm/MHz	
⑪					
	伝搬路条件				
⑫		基地局～衛星携帯端末間距離	0.0852	km	相対減衰量最小条件時の距離
⑬		基地局～衛星携帯端末間減衰量	-77.8	dB	
	受信側条件				
⑭		衛星携帯端末アンテナ利得	2.6	dBi	性能値
⑮		人体吸収損失	-1.5	dB	実測による評価結果
⑯		給電損失	-1.7	dB	設計結果
⑰					
⑱		許容干渉雑音レベル	-120.7	dBm/MHz	
⑲		受信機入力端干渉雑音 マージン	-135.2 14.5	dBm/MHz dB	

出典) 平成 27 年度 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 第 3 回調査検討会資料



図参 6- 2-4 LTE 基地局の送受信フィルタ特性

出典) 情報通信審議会 情報通信技術分科会 携帯電話等周波数有効利用方策委員会報告 諮問第 81 号
「携帯電話等の周波数有効利用方策」のうち「第 3 世代移動通信システム (IMT-2000) の高度化のための技術的方策」平成 20 年 12 月 11 日 資料 62-1-2(P.67 図 3.2.1-4)

表参 6- 2-13 LTE 基地局の送受信フィルタ

通過帯域端からの離調 周波数[MHz]	帯域外減衰量[dB]		
	(a) 1.7 リットル (0.65dB)	(b) 1.9 リットル (0.9dB)	(c) 2.2 リットル (1.1dB)
0	0.7	0.9	1.1
1	0.9	1.2	1.5
2	5.0	12.0	15.0
2.9	21.2	33.6	43.8
3	23.0	36.0	47.0
4	23.5	36.5	48.0
5	24.0	37.0	49.0
6	25.8	40.0	52.8
7	27.6	43.0	56.6
8	29.4	46.0	60.4
9	31.2	49.0	64.2
10	33.0	52.0	68.0
11	35.0	54.4	70.8
12	37.0	56.8	73.6
13	39.0	59.2	76.4
14	41.0	61.6	79.2
15	43.0	64.0	82.0
16	44.4	66.2	84.4
17	45.8	68.4	86.8
18	47.2	70.6	89.2
19	48.6	72.8	91.6
20	50.0	75.0	94.0
21	51.2	76.4	95.8
22	52.4	77.8	97.6
23	53.6	79.2	99.4
24	54.8	80.6	101.2
25	56.0	82.0	103.0
26	57.0	83.1	104.4
27	57.9	84.2	105.7
28	58.9	85.4	107.1
29	59.8	86.5	108.4
30	60.8	87.6	109.8
37.5	68.0	96.0	120.0

50	77.0	107.0	
----	------	-------	--

出典) 情報通信審議会 情報通信技術分科会 携帯電話等周波数有効利用方策委員会報告 諮問第 81 号
「携帯電話等の周波数有効利用方策」のうち「第 3 世代移動通信システム (IMT-2000) の高度化の
ための技術的方策」平成 20 年 12 月 11 日 資料 62-1-2P.65-66 表 3.2.1-4)

地上携帯基地局から新衛星端末への感度抑圧による被干渉については、ガードバンド
20MHz で共存可能であることを確認した。

表参 6- 2-14 干渉ケース⑤ (地上携帯基地局⇒新衛星端末、感度抑圧)

番号	大項目	項目	数値	単位	備考
	全般条件				
①		周波数	2170.0	MHz	
	送信側条件				
②		送信電力	49.0	dBm	参考文献1 P62 表3.2.1-1
③		送信アンテナ利得	17.0	dBi	参考文献1 P62 表3.2.1-1
④		送信給電線損失	-5.0	dB	参考文献1 P62 表3.2.1-1
⑤		帯域幅	20.0	MHz	参考文献1 P62 表3.2.1-1
		アンテナ指向減衰	-10.6	dB	
⑥		EIRP	50.4	dBm	
	伝搬路条件				
⑦		基地局～衛星携帯端末間距離	0.0852	km	相対減衰量最小条件時の距離
⑧		基地局～衛星携帯端末間減衰量	-77.8	dB	
	受信側条件				
⑨		衛星携帯端末アンテナ利得	2.6	dBi	性能値
⑩		人体吸収損失	-1.5	dB	実測による評価結果
⑪		実装フィルタ減衰量	-30.0	dB	20MHz離調での減衰量設計結果
⑫		給電損失	-1.7	dB	設計結果
⑬		許容干渉雑音レベル	-56.0	dBm	設計結果
⑭		受信機入力端干渉雑音 マージン	-58.0 2.0	dBm dB	⑥-⑧+⑨+⑩+⑪

出典) 平成 27 年度 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 第 3 回調
査検討会資料

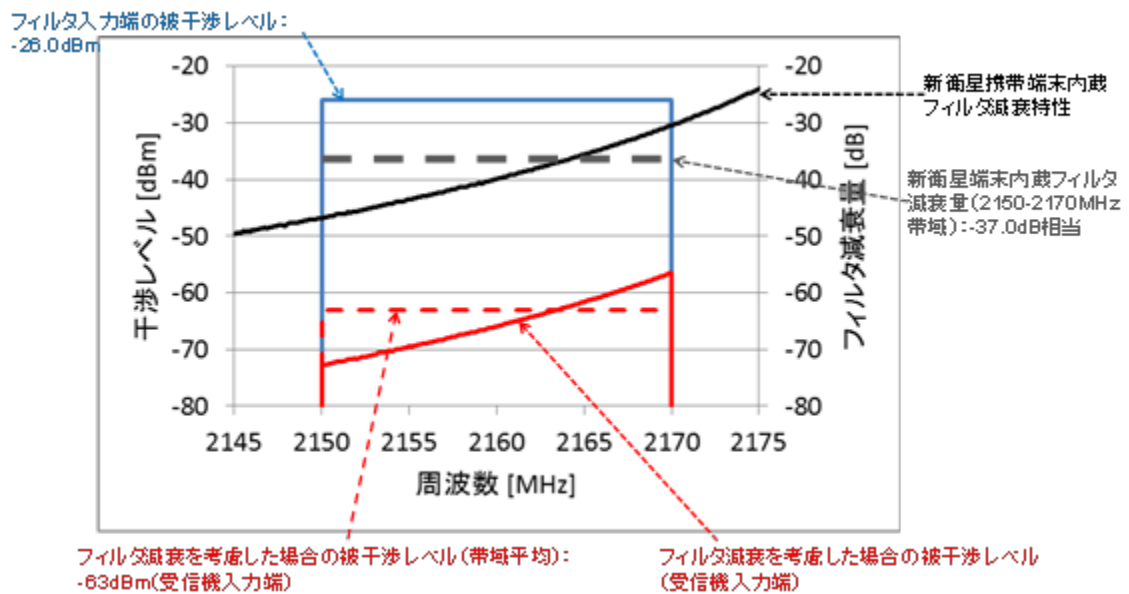
マージンの妥当性については、平成 26 年度に実施した携帯電話基地局からの被干渉レベ
ルの実測により確認を行った。

表参 6- 2-15 に、実測結果に基づく被干渉レベルと許容干渉レベルとの対比を示す。感
度抑圧干渉 (2,150~2,170MHz) について、渋谷周辺での実測結果の被干渉レベル-24.8dBm
に対し、帯域幅 20MHz における新衛星端末フィルタ特性を考慮すると、受信機入力端にお
ける被干渉レベルは-63dBm 相当となり、許容干渉レベル-56dBm に対して十分なマージンが
得られることを確認した。

表参 6-2-15 感度抑圧帯域における実測結果に基づく被干渉レベルと許容干渉レベルの対比

感度抑圧帯域における被干渉レベル (渋谷周辺における測定値レベル：アンテナ入力端)	-24.8dBm
感度抑圧帯域における被干渉レベル (渋谷周辺における測定値レベル：フィルタ入力端)	-26.0dBm
新衛星端末のフィルタ減衰量 (2150~2170MHz の減衰特性を考慮)	37dB 相当 (↓)
受信機入力端での被干渉レベル (20MHz 帯域)	-63.0dBm 相当
許容干渉レベル (20MHz 帯域)	-56.0dBm
マージン	7.0dB

出典) 平成 27 年度 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 第 3 回調査検討会資料



図参 6-2-5 新衛星端末のフィルタ減衰量と干渉レベルイメージ

出典) 平成 27 年度 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 第 3 回調査検討会資料

2.2.6 干渉ケース⑥（新衛星局⇒地上携帯端末）

新衛星局から地上携帯端末への与干渉については、ガードバンド 10MHz で共存可能であることを確認した。

表参 6- 2-16 干渉ケース⑥（新衛星局⇒地上携帯端末）

番号	大項目	項目	数値	単位	備考
	全般条件				
①		周波数	2170.0	MHz	
	送信側条件				
②		送信電力(アンテナ入力端)	48.2	dBm	設計値
③		離調10MHzのスプリアスレベル	12.2	dBm/MHz	電波法規定(60dBc/4kHz)による。
④		アンテナ利得	31.5	dBi	設計値
⑤		総和雑音量	43.7	dBm/MHz	
	伝搬路条件				
⑥		地球～静止衛星間距離	36000.0	km	静止衛星軌道高度による。
⑦		地球～静止衛星間減衰量	-190.3	dB	RR appendix-8 annex IIIによる。
⑧		大気吸収損失	-0.2	dB	参考文献8 P110 表.参3-1-6
⑨		偏波損失	-3.0	dB	参考文献8 P110 表.参3-1-6
	受信側条件				
⑩		地上携帯アンテナ利得	0.0	dBi	参考文献1 P63 表3.2.1-2による。
⑪		人体吸収損失	-8.0	dB	参考文献1 P63 表3.2.1-2による。
⑫		許容干渉雑音レベル	-110.8	dBm/MHz	参考文献1 P63 表3.2.1-2による。
⑬		受信機入力端干渉雑音 マージン	-157.8 47.0	dBm/MHz dB	⑤+⑦+⑧+⑨+⑩+⑪

出典) 平成 27 年度 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 第 3 回調査検討会資料

2.2.7 干渉ケース⑦（新衛星局⇒宇宙運用地上局、電波天文局）

新衛星局から宇宙運用地上局及び電波天文局への与干渉については、ガードバンド 5MHz で共存可能であることを確認した。

表参 6- 2-17 干渉ケース⑦（新衛星局⇒宇宙運用地上局、電波天文局）設計値ベース

番号	大項目	項目	数値	単位	備考
	送信側条件				
①		送信電力(アンテナ入力端)	48.2	dBm	設計値
②		帯域幅	3.549376	MHz	設計値(3.549376Mcps、BPSK変調)
③		最大電力密度	-17.3	dBm/Hz	
④		抑圧フィルタ減衰量(離調5MHz)	-60.0	dB	ベースバンドフィルタ30dB、RFフィルタ30dB
⑤		アンテナ利得	31.5	dBi	設計値
⑥		EIRP密度	-45.8	dBm/Hz	

出典) 平成 27 年度 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 第 3 回調査検討会資料

表参 6- 2-18 干渉ケース⑦（新衛星局⇒宇宙運用地上局、電波天文局）一部答申時

番号	大項目	項目	数値	単位	備考
	送信側条件				
①		送信電力(アンテナ入力端)	49.8	dBm	設計値
②		帯域幅	3.56	MHz	設計値(3.549376Mcps、BPSK変調)
③		最大電力密度	-15.7	dBm/Hz	
④		抑圧フィルタ減衰量(離調5MHz)	-60.0	dB	ベースバンドフィルタ30dB、RFフィルタ30dB
⑤		アンテナ利得	30.0	dBi	設計値
⑥		EIRP密度	-45.7	dBm/Hz	

出典) 平成 27 年度 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 第 3 回調査検討会資料

情通審一部答申時では、EIRP 密度-45.7dBm/Hz を前提に JAXA 殿宇宙運用局および電波天文局側と調整した経緯がある。与干渉である測位衛星側で、一部答申時から、送信電力、帯域幅、アンテナ利得が変更となっているが、EIRP 密度としては減少方向にあり、干渉検討への影響は無い。

2.2.8 干渉ケース⑧（宇宙運用衛星⇒新衛星端末）

宇宙運用衛星から新衛星端末への被干渉については、ガードバンドなしで共存可能であることを確認した。

表参 6- 2-19 干渉ケース⑧ (宇宙運用衛星⇒新衛星端末)

番号	大項目	項目	数値	単位	備考
	全般条件				
①		周波数	2200.0	MHz	
	送信側条件				
②		スプリアスレベル	-13.0	dBm/4kHz	電波法規定(-13dBm/4kHz)
③			11.0	dBm/MHz	換算値
④		衛星アンテナ利得	8.0	dBi	国産機器実績値
⑤					
		総和雑音量	19.0	dBm/MHz	
	伝搬路条件				
⑥		地球～衛星間距離	36000.0	km	衛星軌道高度による。
⑦		地球～衛星間減衰量	-190.4	dB	RR appendix-8 annex IIによる。
⑧		大気吸収損失	-0.2	dB	参考文献8 P110 表.参3-1-6
⑨		偏波損失	-3.0	dB	参考文献8 P110 表.参3-1-6
	受信側条件				
⑩		衛星携帯端末アンテナ利得	2.6	dBi	性能値
⑪		人体吸収損失	-1.5	dB	実測による評価結果
⑫		給電損失	-1.7	dB	設計結果
⑬		許容干渉雑音レベル	-120.7	dBm/MHz	
⑭		受信機入力端干渉雑音	-175.2	dBm/MHz	
		マージン	54.5	dB	

出典) 平成 27 年度 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 第 3 回調査検討会資料

2.2.9 ガードバンド検討結果

以上の検討の結果、隣接周波数帯システムとのガードバンドは以下の通りとなった。

表参 6- 2-20 ガードバンド検討結果

周波数帯	与干渉	被干渉	検討結果
1980-2010 MHz (↑)	地上携帯端末	新衛星局	ガードバンド無しで許容可能
	新衛星端末	地上携帯基地局	ガードバンド 3MHz で許容可能
	新衛星端末	TDD 基地局、端末	ガードバンド 5MHz で許容可能
	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 (↓)	地上携帯基地局	新衛星端末	ガードバンド 20MHz で許容可能
	新衛星局	地上携帯端末	ガードバンド 10MHz で許容可能
	新衛星局	宇宙運用地上局	ガードバンド 5MHz で許容可能
	宇宙運用衛星	新衛星端末	ガードバンド無しで許容可能

3 周波数共用条件の検討

上記検討結果を踏まえ、周波数共用条件として、ガードバンド幅および前提とする技術的条件を表参 6- 3-1 に示す。

表参 6- 3-1 周波数共用条件

周波数帯	ケース	与干渉	被干渉	ガードバンド	必要な技術的条件
1980-2010 MHz (↑)	①	地上携帯端末	人工衛星局	無し	—
	②	新衛星端末	地上携帯基地局	3MHz	<ul style="list-style-type: none"> ・ 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 (3MHz 離調-111.8dBW (-95dBc))
	③	新衛星端末	TDD 基地局 / 端末	5MHz	<ul style="list-style-type: none"> ・ 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 (5MHz 離調-116.8dBW (-100dBc))
	④	TDD 基地局 / 端末	人工衛星局	5MHz	—
2170-2200 MHz (↓)	⑤	地上携帯基地局	新衛星端末	20MHz	<ul style="list-style-type: none"> ・ 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	人工衛星局	地上携帯端末	10MHz	<ul style="list-style-type: none"> ・ 不要発射の強度の許容値 : <ul style="list-style-type: none"> - (スプリアス領域) 50 μW 以下又は -60dBc/4kHz - (帯域外領域) $40\log(2F/BN+1)$ dB/4kHz
	⑦	人工衛星局	宇宙運用地上局	5MHz	<ul style="list-style-type: none"> ・ 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	無し	—

4 参考文献

参考文献 1

平成 20 年 情報通信審議会 情報通信技術分科会 携帯電話等高度化委員会報告 諮問第 81 号
「携帯電話等の周波数有効利用方策」のうち「第 3 世代移動通信システム（IMT-2000）の
高度化のための技術的方策」

参考文献 3

平成 20 年度 情報通信審議会 情報通信技術分科会 携帯電話等周波数有効利用方策委員会
報告諮問第 81 号「携帯電話等の周波数有効利用方策」のうち「2GHz 帯における TDD 方式を
活用した移動通信システムの技術的条件

参考文献 4

情報通信審議会 情報通信技術分科会 携帯電話等周波数有効利用方策委員会報告 平成 17
年 5 月 30 日

参考文献 5

平成 11 年 9 月 27 日 電気通信技術審議会 次世代移動通信方式委員会報告

参考文献 6

資料「平成 23 年度 通信量からみた我が国の通信利用状況」

出典①：P49, 50（時間帯別通信回数 17-18 時、1 年間の累積値）

出典①：P49, 51（時間帯別通信時間 17-18 時、1 年間の累積値）

出典②：P 1 （平成 23 年度末の国内の携帯電話契約数）

参考文献 8

資料 大規模災害等緊急事態における通信確保の在り方に関する検討会ネットワークイン
フラ WG（第 2 回）

平成 25 年 情報通信審議会 情報通信技術分科会 携帯電話等高度化委員会報告 諮問第 2021
号「2.5GHz 帯を使用する広帯域移動無線アクセスシステムの技術的条件」のうち「広帯域
移動無線アクセスシステムの高度化に関する技術的条件」

参考資料7 特性試験結果

1 特性試験の概要

地上端末試作機を用いた特性試験を実施した。対象とする技術的条件項目と試験系との対応を表参 7- 1-1 に示す。

表参 7- 1-1 特性試験対象項目と試験系との対応

区分1	区分2	技術的条件項目	実測等の検討方法	試験系
一般的条件	キャリア周波数間隔	キャリア周波数間隔	隣接チャンネル漏洩電力を実測し、チャンネル間干渉を検証する	特性試験 1
移動局の条件	送信装置	等価等方輻射電力 (EIRP)	空中線電力及び空中線電力の許容偏差を実測する。また利得の実測結果より EIRP を求め、ガードバンド検討で使用された値を満足することを検証する。	特性試験 2
		空中線電力		
		空中線電力の許容偏差		
		周波数の許容偏差 (周波数安定度)	地上端末試作機の偏差を実測し、机上検討された許容偏差を満足するか検証する。	特性試験 1
		不要発射の強度の許容値 (送信スプリアス)	スプリアス発射等を実測し、ガードバンド検討で使用された値を満足することを検証する。	特性試験 3
		占有周波数帯幅の許容値	占有周波数帯幅を実測し、回線設計で使用された値を満足することを検証する。	特性試験 4
		隣接チャンネル漏えい電力	隣接チャンネル漏洩電力を実測し、チャンネル間干渉を検証する。	特性試験 4
		キャリアオフ時漏えい電力	キャリアオフ時の漏洩電力の適切な制約値を検討するとともに、実測による検証を行う。	特性試験 4
		筐体輻射	筐体輻射レベルを実測し、他システムへの与干渉を検証する。	特性試験 5 (暗室)
	受信装置	副次的に発射する電波等の強度	副次的に発射される電波の実測を行い、規定値を満足することを検証する。	特性試験 4
筐体輻射		筐体輻射レベルを実測し、他システムへの与干渉を検証する。	特性試験 5 (暗室)	

特性試験結果の概要を表参 7- 1-2 に示す。

表参 7- 1-2 特性試験結果の概要

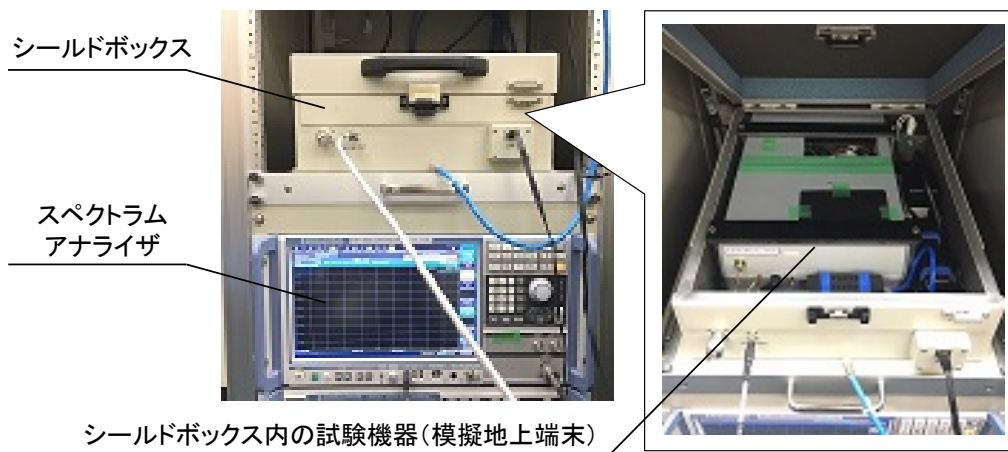
区分 1	区分 2	技術的条件項目	試験系	試験結果概要
一般的条件	キャリア周波数間隔	キャリア周波数間隔	特性試験 1	システム成立のための仕様値である 300kHz を満足する。
移動局の条件	送信装置	等価等方輻射電力 (EIRP)	特性試験 2	ガードバンド検討を踏まえた共用条件 2dBW 以下を満足する。
		空中線電力		システム成立のための仕様値である 1W 程度。
		空中線電力の許容偏差		空中線電力 1W に対して偏差 1~3% 程度。
		周波数の許容偏差	特性試験 1	設備規則 5 条の規定値 20ppm を満足する。また、システム成立のための仕様値である 0.51ppm を満足する。
		不要発射の強度の許容値	特性試験 3	ガードバンド検討を踏まえた共用条件 (スペクトラム特性) を満足する。
		占有周波数帯幅の許容値	特性試験 4	システム成立のための仕様値である 288kHz を満足する。
		隣接チャネル漏えい電力	特性試験 4	システム成立のための仕様値である 300kHz 離調-33dB 以下、600kHz 離調-43dB 以下を満足する。
		キャリアオフ時漏えい電力	特性試験 4	システム成立のための仕様値である搬送波送信時の平均電力に対して-60dB 以下を満足する。
		筐体輻射	特性試験 5 (暗室)	システム成立のための仕様値である送信時 2.5 μ W、受信時 4nW を満足する。
	受信装置	副次的に発射する電波等の強度	特性試験 4	設備規則 24 条の規定値 4nW 以下を満足する。
筐体輻射		特性試験 5 (暗室)	システム成立のための仕様値である 4nW 以下を満足する。	

2 一般試験条件

各特性試験に共通の一般試験条件を以下に示す。

- 試験場所の環境
室内の温湿度は JISZ8703 による常温及び常湿の範囲内とする。
- 電源電圧
外部電源から試験機器への入力電圧は定格電圧とする。
- 試験周波数
測定を実施するために周波数帯を設定する必要があることより、2,000~2,005MHz の 5MHz と仮定し、その上限、中間、下限の周波数を用いて測定する。
- 測定器の精度と校正
測定器は校正されたものを使用する。
- その他
 - 試験機器は試験対象となる端末（移動局）である。外部からの制御により、端末信号の送信と対向する外部試験装置からの信号を受信する機能を持つ。信号送信は単発送信のほか、連続送信とすることが可能である。送信する変調波の変調方法は、以下の通りである。
 - データ : 疑似ランダム符号 (PN9 符号)
 - 変調方式 : BPSK+符号拡散 (PN27 段 M 系列 1600chip)
 - 外部試験装置は試験機器の対向となる装置であり、衛星局と地上基地局を合わせた機能を模擬する。基地局信号を S 帯で送信し、対向する試験機器からの S 帯信号を受信する機能を持つ。
 - 外部試験装置（模擬衛星局）は試験機器と回線接続ができる。
 - 外部試験装置を接続しなくても送信可能なものは、フリーランの状態で測定することができる。
 - 試験機器の疑似負荷は特性インピーダンスを 50Ω とする。

試験系統例写真を下図に示す。

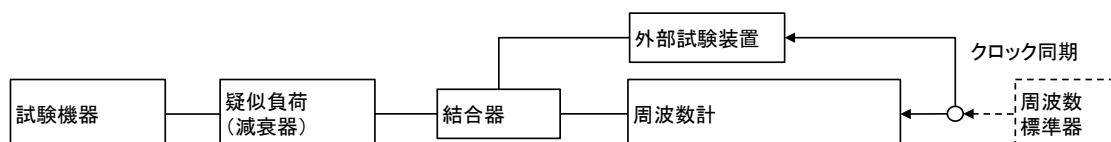


図参 7- 2-1 試験系統例写真

3 特性試験 1

3.1 試験系統

特性試験 1 の試験系統を図参 7- 3-1 に、機器構成（試験機器、外部試験装置を除く）を表参 7- 3-1 に示す。



図参 7- 3-1 特性試験 1：試験系統

表参 7- 3-1 特性試験 1：機器構成

機器名	型番	数量
疑似負荷 (減衰器)	ROHDE & SCHWARZ 社	1
	RSC Step Attenuator	
周波数計	KEYSIGHT 社 53210A RF Counter	1

3.2 キャリア周波数間隔の測定

隣接チャネル漏洩電力を実測し、チャネル間干渉を検証した。

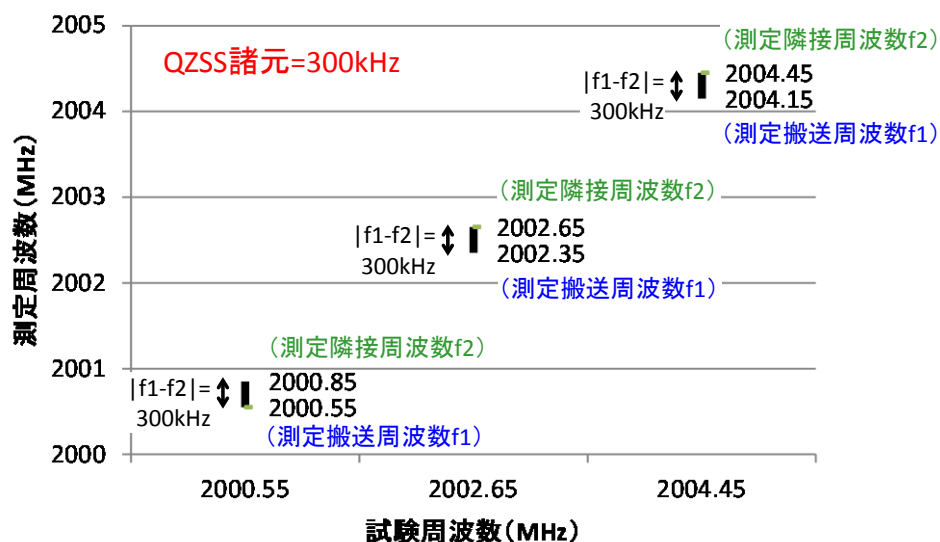
3.2.1 試験手順

- 測定器の設定
 - (ア) 周波数計としては周波数カウンタを使用する。
 - (イ) 周波数計の測定確度は、規定する許容値の 1/10 以下とする。
 - (ウ) 周波数計と外部試験装置は周波数計のタイムベース出力により同期を行う。
 - (エ) 周波数計のタイムベース出力による確度が不十分な場合は、高確度な周波数標準器を使用する。
- 試験機器の設定
 - (ア) 外部試験装置を用いて回線接続を行い、試験周波数を設定し、無変調波の連続送信状態とする。
- 結果の取得
 - (ア) 設定した周波数帯における任意の周波数 f_1 を測定
周波数計を用いて周波数を測定する。
 - (イ) 上記で設定した周波数の隣接チャネルで周波数 f_2 を測定
周波数計を用いて周波数を測定する。
- 結果の表示

(ア) 結果は、任意の周波数 f_1 - 隣接周波数 f_2 を記載する。

3.2.2 試験結果

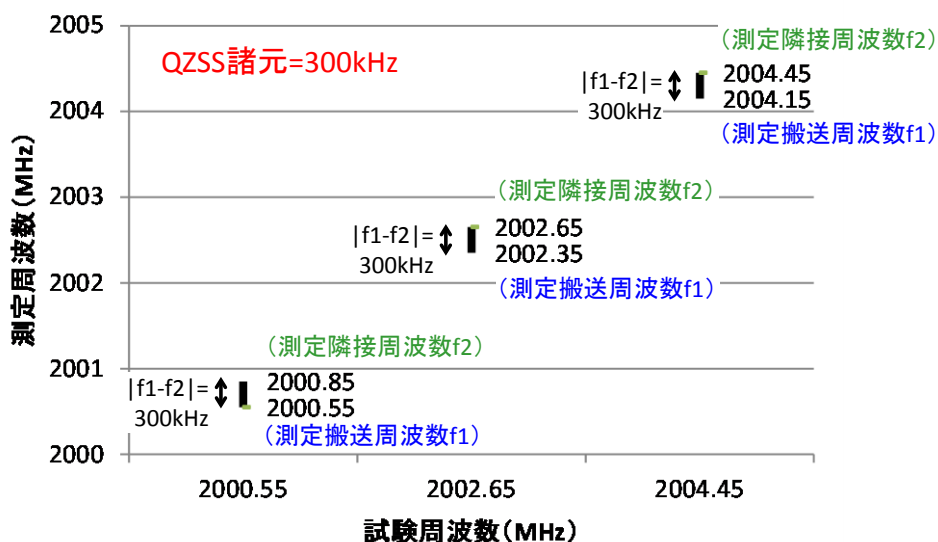
キャリア周波数間隔の測定結果を以下に示す。測定結果は、システム成立のための仕様値である 300kHz を満足した。



図参 7- 3-2 特性試験 1 : 測定結果 キャリア周波数間隔 (常温/常圧 (DC 7.4V))

表参 7- 3-2 特性試験 1 : 測定結果 キャリア周波数間隔 (常温/常圧 (DC 7.4V))

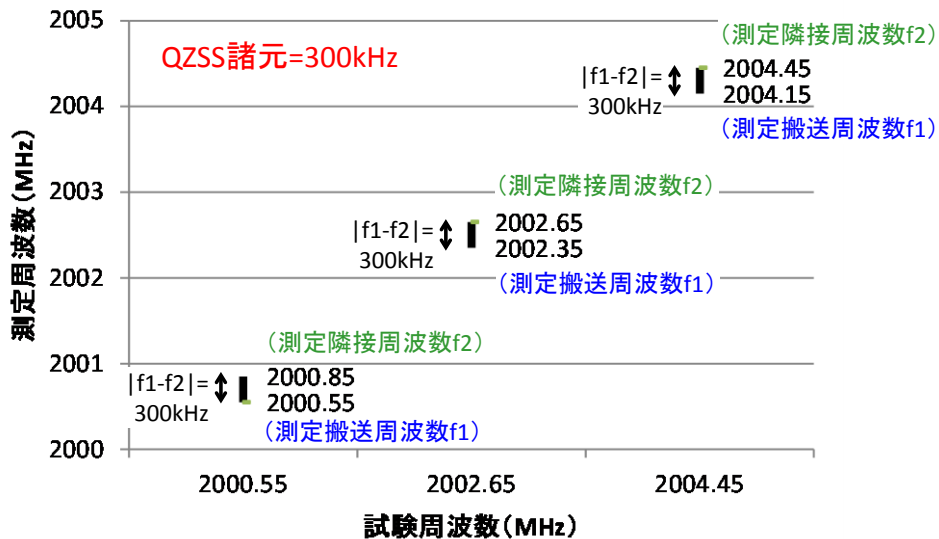
測定値 (MHz)			QZSS諸元 (kHz)
搬送周波数 f_1 (MHz)	隣接周波数 f_2 (MHz)	$ f_1 - f_2 $ (kHz)	
2000.55	2000.85	300.00	300
2002.35	2002.65	300.00	300
2004.15	2004.45	300.00	300



図参 7- 3-3 特性試験 1：測定結果 キャリア周波数間隔（常温／常圧－10%（DC 6.8V））

表参 7- 3-3 特性試験 1:測定結果 キャリア周波数間隔測定(常温／常圧－10%(DC 6.8V))

測定値 (MHz)			QZSS諸元 (kHz)
搬送周波数f1 (MHz)	隣接周波数f2 (MHz)	$ f1 - f2 $ (kHz)	
2000.55	2000.85	300.00	300
2002.35	2002.65	300.00	300
2004.15	2004.45	300.00	300



図参 7- 3-4 特性試験 1：測定結果 キャリア周波数間隔（常温／常圧+10%（DC 8.4V））

表参 7- 3-4 特性試験 1:測定結果 キャリア周波数間隔測定(常温／常圧+10%(DC 8.4V))

測定値			QZSS諸元 (kHz)
搬送周波数f1 (MHz)	隣接周波数f2 (MHz)	f1 - f2 (kHz)	
2000.55	2000.85	300.00	300
2002.35	2002.65	300.00	300
2004.15	2004.45	300.00	300

3.3 周波数許容偏差の測定

地上端末試作機の周波数の偏差を実測し、机上検討された許容偏差を満足するか検証した。

3.3.1 試験手順

- 測定器の設定

- (ア) 周波数計としては周波数カウンタを使用する。
- (イ) 周波数計の測定確度は、規定する許容値の 1/10 以下とする。
- (ウ) 周波数計と外部試験装置は周波数計のタイムベース出力により同期を行う。

周波数計のタイムベース出力による確度が不十分な場合は、高確度な周波数標準器を使用する。

- 試験機器の設定

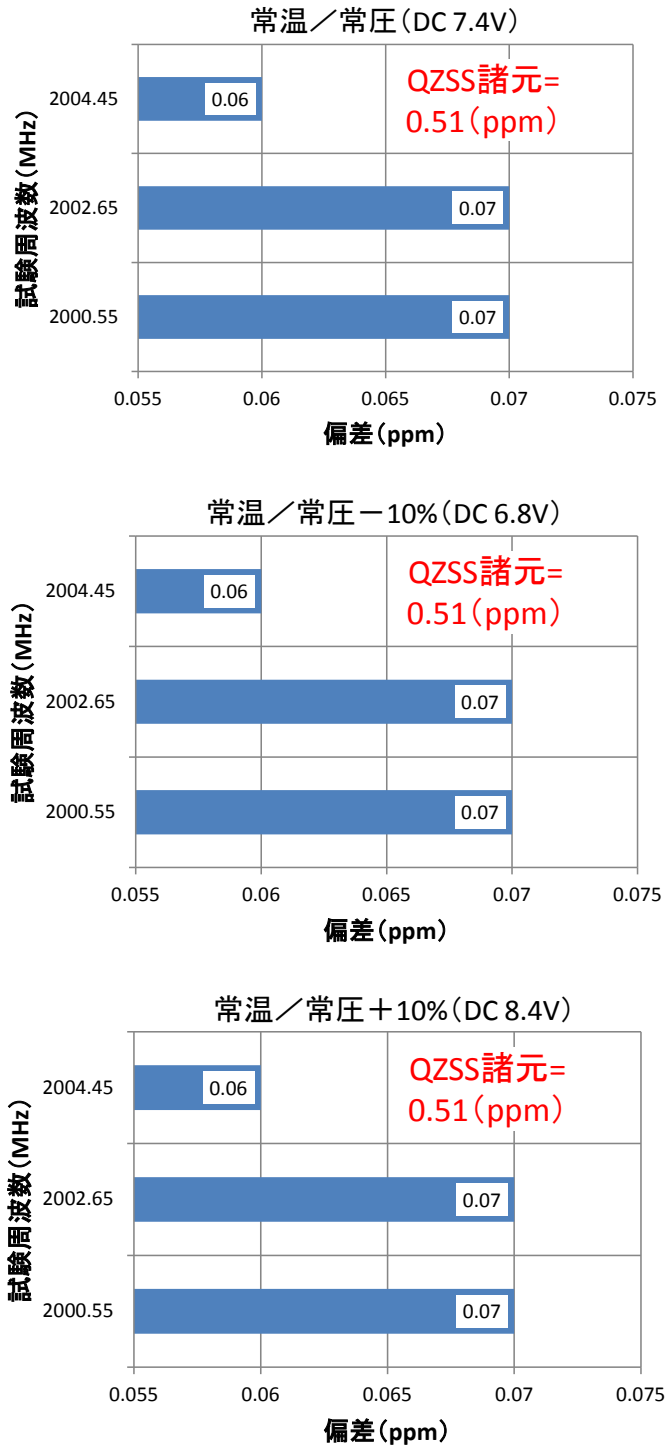
- (ア) 外部試験装置を用いて回線接続を行い、試験周波数を設定し、無変調波の連続送信状態とする。

- 結果の取得
 - (ア) 周波数計を用いて周波数を測定する。

- 結果の表示
 - (ア) 結果は、測定値を MHz 単位で記載するとともに、測定値の割当周波数に対する偏差を百万分率の単位で+又は-の符号を付けて記載する。

3.3.2 試験結果

周波数許容偏差の測定結果を以下に示す。周波数許容偏差の測定結果は、設備規則 5 条の規定値 20ppm を満足した。また、システム成立のための仕様値である 0.51ppm を満足した。



図参 7- 3-5 特性試験 1 : 測定結果 周波数許容偏差

表参 7- 3-5 特性試験 1 : 測定結果 周波数許容偏差 (常温/常圧 (DC 7.4V))

試験周波数 (MHz)	測定値 (MHz)	偏差 (ppm)	QZSS諸元 (ppm)
2000.55	2000.55	0.07	0.51
2002.65	2002.65	0.07	0.51
2004.45	2004.45	0.06	0.51

表参 7- 3-6 特性試験 1 : 測定結果 周波数許容偏差 (常温/常圧-10% (DC 6.8V))

試験周波数 (MHz)	測定値 (MHz)	偏差 (ppm)	QZSS諸元 (ppm)
2000.55	2000.55	0.07	0.51
2002.65	2002.65	0.07	0.51
2004.45	2004.45	0.06	0.51

表参 7- 3-7 特性試験 1 : 測定結果 周波数許容偏差 (常温/常圧+10% (DC 8.4V))

試験周波数 (MHz)	測定値 (MHz)	偏差 (ppm)	QZSS諸元 (ppm)
2000.55	2000.55	0.07	0.51
2002.65	2002.65	0.07	0.51
2004.45	2004.45	0.06	0.51

4 特性試験 2

4.1 試験系統

特性試験 2 の試験系統を図参 7- 4-1 に、機器構成（試験機器、外部試験装置を除く）を表参 7- 4-1 に示す。



図参 7- 4-1 特性試験 2：試験系統

表参 7- 4-1 特性試験 2：機器構成

機器名	型番	数量	備考
擬似負荷（減衰器）	ROHDE & SCHWARZ 社 RSC Step Attenuator	1	—
高周波電力計	ROHDE& SCHWARZ NRP-Z211 PowerMeter	1	—

4.2 等価等方輻射電力・空中線電力・空中線電力の許容偏差の測定

衛星安否確認サービスイメージの変更を受け、今後様々な種類の端末形状が出現することが考えられる。空中線電力とアンテナ利得の個別の測定結果から EIRP を算出し、回線設計、ガードバンド検討で使用された値を満足することを検証した。

4.2.1 試験手順

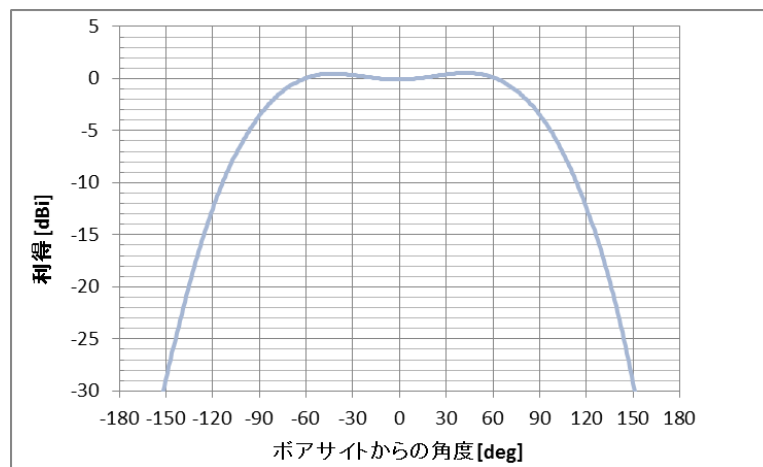
- 測定器の設定
 - (ア) 高周波電力計の型式は、熱電対、サーミスタ等による熱電変換型又はこれらと同等の性能を有するものとする。
 - (イ) 高周波電力計の零点調整を行う。
- 試験機器の設定
 - (ア) キー操作、制御器又は外部試験装置を用いて試験周波数を設定し、最大送信電力で変調波の連続送信状態とする。
- 結果の取得
 - (ア) 最大送信電力の測定
高周波電力計で最大送信電力 P を測定する。
 - (イ) アンテナ利得の測定
アンテナ製造者により実測された最新のアンテナパターン上の数値を用いることとする。

● 結果の表示

(ア)高周波電力計で測定した最大送信電力 P [W]と個別に測定されたアンテナ利得 G [dBi]を用いて、 $EIRP=P \times G$ により計算する。単位は dBW で記載する。

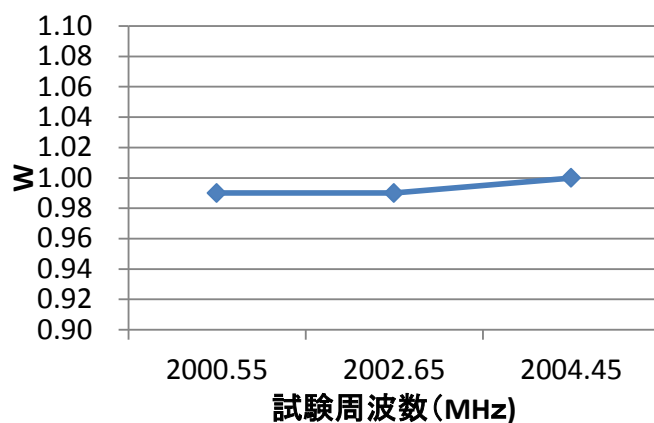
4.2.2 試験結果

まず、使用した試験機器のアンテナパターン（シミュレーション結果）を図参 7- 4-2 に示す。本アンテナは、送信帯域、受信帯域それぞれの帯域内における設計上の利得変動幅はごく小さい。また、本シミュレーション結果は、実測時に生じる部品や製造のばらつきに起因するアンテナ特性そのもののばらつきや、アンテナをマウントする筐体の干渉、測定環境等によるばらつきを考慮したものとなっている。



図参 7- 4-2 地上端末試作機のアンテナパターン（シミュレーション：2002.5MHz）

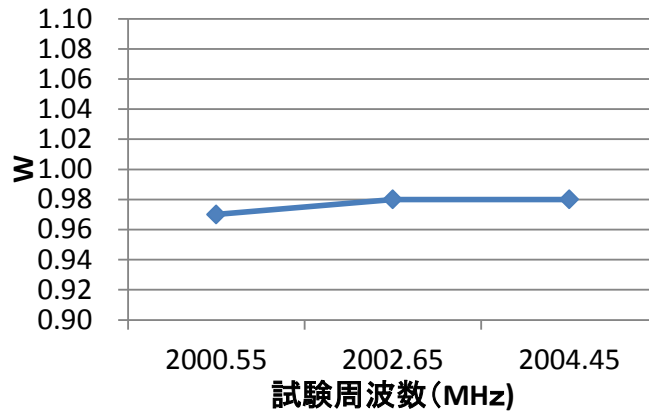
空中線電力・空中線電力の許容偏差の測定結果を以下に示す。空中線電力の測定結果は、1W 程度であり、1W に対して偏差 1~3%程度であった。



図参 7- 4-3 特性試験 2 : 測定結果 空中線電力・空中線電力の許容偏差 (常温/常圧 (DC 7.4V))

表参 7- 4-2 特性試験 2 : 測定結果 空中線電力・空中線電力の許容偏差 (常温/常圧 (DC 7.4V))

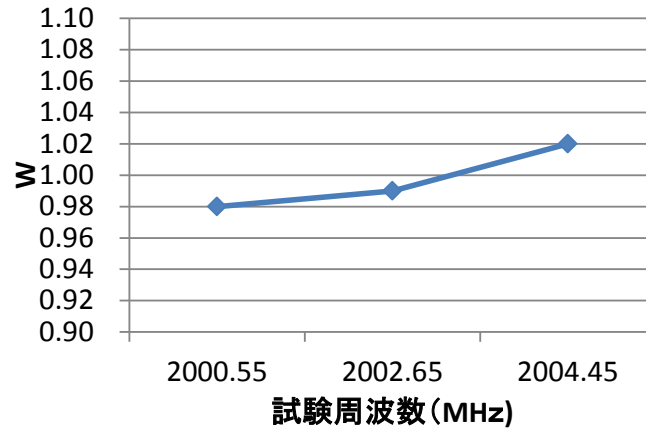
試験周波数 (MHz)	空中線電力: 測定値 (dBm)	空中線電力: 換算値 (W)	偏差 (%)
2000.55	29.97	0.99	1
2002.65	29.95	0.99	1
2004.45	29.99	1.00	0



図参 7- 4-4 特性試験 2 : 測定結果 空中線電力・空中線電力の許容偏差
(常温/常圧-10% (DC 6.8V))

表参 7- 4-3 特性試験 2 : 測定結果 空中線電力・空中線電力の許容偏差
(常温/常圧-10% (DC 6.8V))

試験周波数 (MHz)	空中線電力: 測定値 (dBm)	空中線電力: 換算値 (W)	偏差 (%)
2000.55	29.87	0.97	3
2002.65	29.92	0.98	2
2004.45	29.92	0.98	2



図参 7- 4-5 特性試験 2 : 測定結果 空中線電力・空中線電力の許容偏差
(常温/常圧+10% (DC 8.4V))

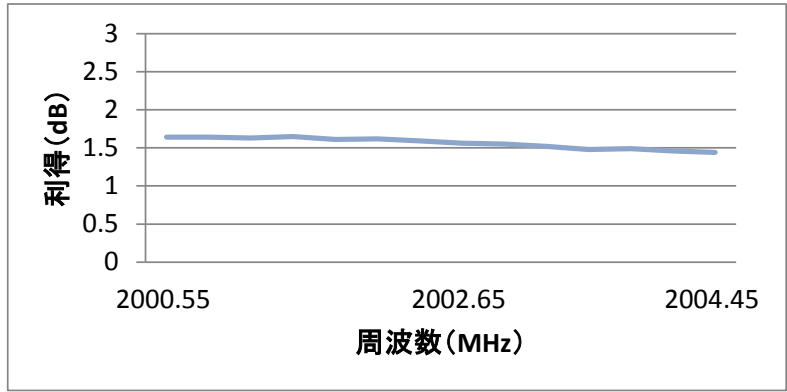
表参 7- 4-4 特性試験 2 : 測定結果 空中線電力・空中線電力の許容偏差
(常温/常圧+10% (DC 8.4V))

試験周波数 (MHz)	空中線電力: 測定値 (dBm)	空中線電力: 換算値 (W)	偏差 (%)
2000.55	29.90	0.98	2
2002.65	29.97	0.99	1
2004.45	30.10	1.02	2

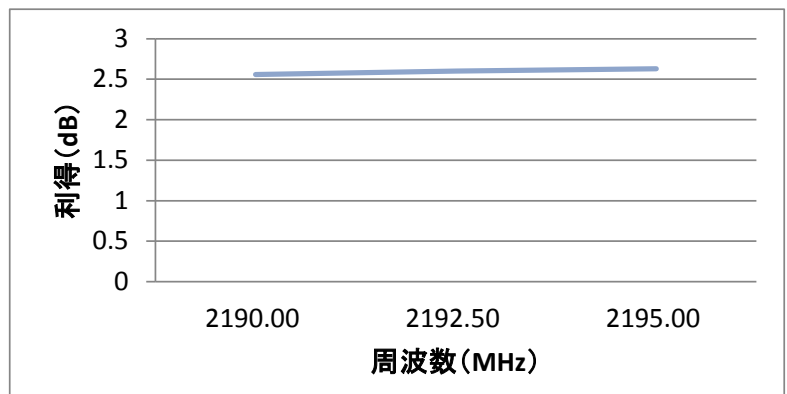
等価等方輻射電力の測定結果を以下に示す。アンテナ送信利得の測定結果より、空中線電力 1W の下では、EIRP はガードバンド検討結果に基づく共用条件 2dBW を満足した。

表参 7- 4-5 特性試験 2 : 測定結果 等価等方輻射電力

試験周波数 (MHz)	空中線電力: 測定値 (W)	アンテナ利得	EIRP 計算値 (dBW)	QZSS諸元: EIRP (dBW)
2000.55	0.99	1.64	1.61	2~-2
2000.85	0.98	1.64	1.55	2~-2
2001.15	0.99	1.63	1.60	2~-2
2001.45	1.00	1.65	1.63	2~-2
2001.75	0.99	1.61	1.57	2~-2
2002.05	1.00	1.62	1.60	2~-2
2002.35	0.99	1.59	1.55	2~-2
2002.65	0.99	1.56	1.51	2~-2
2002.95	0.99	1.55	1.52	2~-2
2003.25	1.01	1.52	1.54	2~-2
2003.55	1.00	1.48	1.49	2~-2
2003.85	1.01	1.49	1.52	2~-2
2004.15	1.01	1.46	1.50	2~-2
2004.45	1.00	1.44	1.43	2~-2



図参 7- 4-6 特性試験 2：等価等方輻射電力（送信利得）



図参 7- 4-7 特性試験 2：等価等方輻射電力（受信利得）

アンテナ受信利得特性の測定結果より、受信アンテナ利得のピークが 2.63dB となったことから、これに合わせてガードバンド検討を再度実施し、共用が成立することを確認した。お、技術的条件に変更はない。

5 特性試験 3

不要発射強度の許容値は、ガードバンド検討結果及び総務省告示 1228 号を踏まえた、以下の条件を満足することが必要である。

ガードバンド検討結果

送信 EIRP 2dBW (-16.8dBW/4kHz) からの減衰量から得られた以下の条件を満足することが必要である。

- (割当帯域の上端から) 5MHz 離調 -116.8dBW/4kHz (-100dBc)
- (割当帯域の下端から) 3MHz 離調 -111.8dBW/4kHz (-95dBc)

総務省告示 1228 号

平成 17 年 総務省告示 1228 号「無線設備規則別表第三号の 41 の規定に基づく宇宙無線通信を行う無線局の送信設備のスプリアス発射又は不要発射の強度の許容値」では、以下の条件が規定されている。

- スプリアス領域：50 μ W 以下又は基本周波数の平均電力より 60dB 低い値 (4kHz の周波数帯域幅における電力)
- 帯域外領域：40log(2F/BN+1)dB 以下 (必要周波数帯域内における 4kHz の周波数帯域幅当たりの最大電力密度から、4kHz の周波数帯域幅当たりの当該式より求められる値)

※ 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

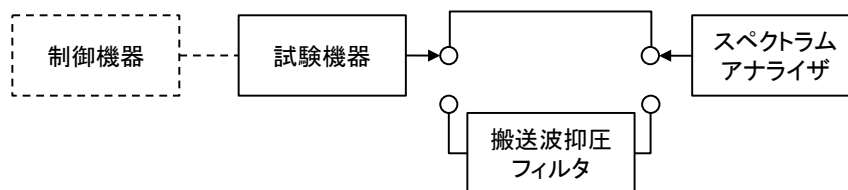
BN：必要周波数帯幅

不要発射強度の測定値は、上記の告示 1228 号の条件に、アンテナ利得 2dB を加算した値との比較を行うこととした。具体的には、以下の通りである。

- スプリアス領域：-41dBW/4kHz (50 μ W に 2dB を加算)
- 帯域外領域：-15.1-40log(2F[MHz]/0.288+1)
 - ✓ 最大電力密度は、送信電力 (2dBW) を拡散周波数 (204.8kHz) で除した -15.1dBW/4kHz
 - ✓ 当該式から得られる曲線と-41dBW/4kHz との交点は、割当帯域の端から 0.09MHz 離れた周波数

5.1 試験系統

特性試験 3 の試験系統を図参 7- 5-1 に、機器構成 (試験機器、外部試験装置を除く) を表参 7- 5-1 に示す。



図参 7- 5-1 特性試験 3：試験系統

表参 7- 5-1 特性試験 3：機器構成

機器名	型番	数量
スペクトラムアナライザ	ROHDE & SCHWARZ 社 FSW8	1

5.2 不要発射強度の許容値の測定

スプリアス発射等を実測し、ガードバンド検討結果及び総務省告示 1228 号を踏まえた値を満足することを検証する。

5.2.1 試験手順

- 測定器の設定

(ア) 搬送波抑圧フィルタを用いて送信帯域付近の電力入力を抑える。またスペクトラムアナライザの内部アッテネータ量を過入力とにならないよう調整し最小 (0dB) に設定する。

(イ) 不要発射の強度

① ガードバンド検討結果を踏まえた不要発射振幅測定時のスペクトラムアナライザは次のように設定する。

中心周波数 表参 7- 5-2 に示す測定点周波数

掃引周波数幅 中心周波数±5kHz

表参 7- 5-2 ガードバンド検討結果を踏まえた不要発射測定点

1	割当帯域の下端から 7MHz 離れ
2	割当帯域の下端から 5MHz 離れ
3	割当帯域の下端から 3MHz 離れ
4	割当帯域の下端から 0.09MHz 離れ
5	割当帯域の下端
6	割当帯域の上端
7	割当帯域の上端から 0.09MHz 離れ
8	割当帯域の上端から 3MHz 離れ
9	割当帯域の上端から 5MHz 離れ
10	割当帯域の上端から 7MHz 離れ

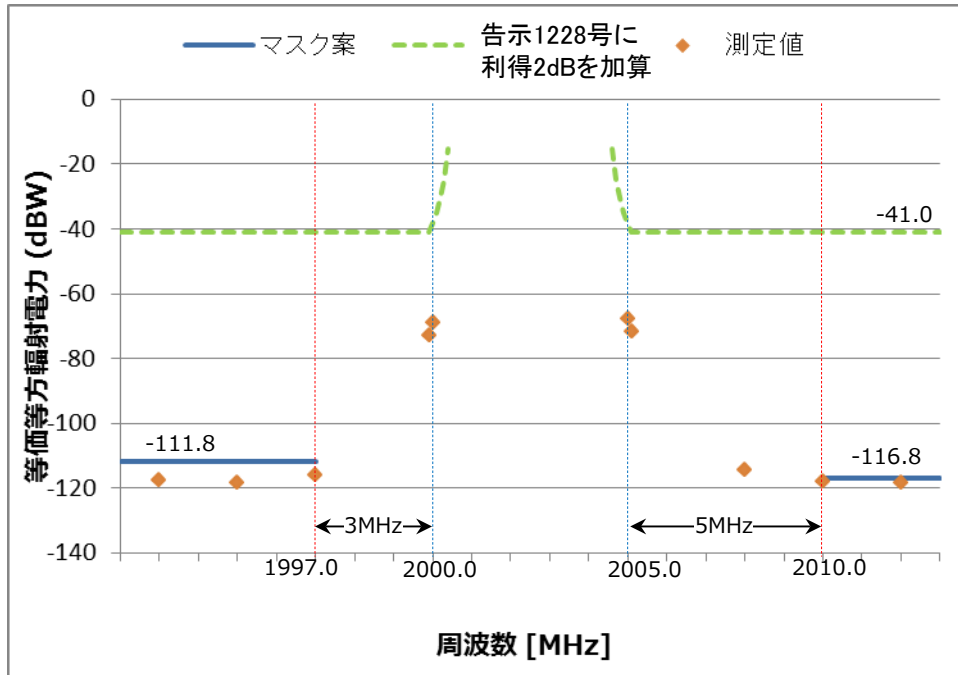
- 試験機器の設定
 - (ア) キー操作、制御器又は外部試験装置を用いて試験周波数を設定し、最大送信電力で変調波の連続送信状態とする。
 - (イ) 本試験に限り、試験周波数は、測定点 1～5 に対しては 2000～2005MHz の下限の周波数、測定点 6～10 に対しては 2000～2005MHz の上限の周波数を使用する。

- 結果の取得
 - (ア) ガードバンド検討結果を踏まえた不要発射の強度
 - ① スペクトル分析器を各測定点周波数において□(イ)①のように設定する。
 - ② 掃引終了後、全データ点の値をコンピュータに取り込み、dBm 値を電力次元の真数に換算し、全データ個数から平均値を求める。

- 結果の表示
 - (ア) スプリアス領域、帯域外領域の不要発射レベルを dBW/4kHz 単位に換算して周波数とともに記載する。

5.2.2 試験結果

不要発射強度の許容値の測定結果を以下に示す。不要発射強度の許容値の測定結果は、ガードバンド検討結果及び総務省告示 1228 号の条件を満足した。



図参 7- 5-2 特性試験 3：測定結果 不要発射強度の許容値

※平成 17 年 総務省告示 1228 号

スプリアス領域：50 μ W 以下又は-60dBc/4kHz 以下、帯域外領域：40log(2F/BN+1)dB/4kHz 以下

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

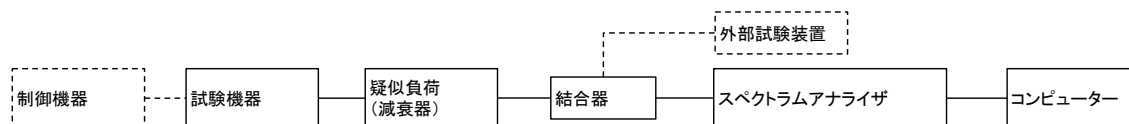
表参 7- 5-3 特性試験 3：測定結果 不要発射強度の許容値

試験周波数	1993	1995	1997	1999.91	2000	2005	2005.09	2008	2010	2012
離調(MHz)	-7	-5	-3	-0.09	帯域下端	帯域上端	0.09	3	5	7
EIRP(dBW)	-117.5	-118.4	-115.8	-72.8	-68.8	-67.8	-71.8	-114.2	-117.9	-118.1
QZSS諸元(dBW)	-111.8	-111.8	-111.8	-41.0	-38.4	-38.4	-41.0	-41.0	-116.8	-116.8

6 特性試験 4

6.1 試験系統

特性試験 4 の試験系統を図参 7- 6-1 に、機器構成（試験機器、外部試験装置を除く）を表参 7- 6-1 に示す。



図参 7- 6-1 特性試験 4：試験系統

表参 7- 6-1 特性試験 4：機器構成

機器名	型番	数量	備考
擬似負荷（減衰器）	ROHDE & SCHWARZ 社 RSC Step Attenuator	1	—
スペクトラムアナライザ	KEYSIGHT 社 N9030A Signal Analyzer	1	各特性項目における設定は表参 7- 6-2 を参照

表参 7- 6-2 特性試験 4：スペクトラムアナライザ設定

スペクトラムアナライザ設定		RBW:分解能帯域幅 (Hz)	VBW:ビデオ帯域幅 (Hz)	内部アッテネータ (dB)	掃引時間 (ms)	検波モード	
特性項目							
占有周波数帯幅の許容値		3.9k	3.9k	14	78.6	Average	
隣接チャンネル漏洩電力		1.3k	1.3k	10	215.5	Average	
キャリアオフ時の漏洩電力		3.9k	3.9k	10	78.6	Average	
副次的に発射する電波等の強度	30MHz-1GHz	探索時	100k	100k	10	3.333	Peak
		測定時					Average
	1GHz-1.99GHz	探索時	1M	1M	10	1.333	Peak
		測定時					Average
2.015GHz-6.585GHz	探索時	1M	1M	10	8	Peak	
	測定時					Average	

6.2 占有周波数帯幅の許容値の測定

占有周波数帯幅を実測し、回線設計で使用された値を満足することを検証した。

6.2.1 試験手順

- 測定器の設定

(ア) スペクトラムアナライザは次のように設定する。

中心周波数 搬送波周波数

掃引周波数幅 許容値の約2倍～3.5倍

(イ) スペクトラムアナライザによって得られた測定値は、外部又は内部のコンピュータで処理する。

- 試験機器の設定

(ア) キー操作、制御器又は外部試験装置を用いて試験周波数を設定し、最大送信電力で変調波の連続送信状態とする。

- 結果の取得

(ア) スペクトラムアナライザによって取得した全データをコンピュータに取り込む。

(イ) 全データについて dB 値を電力次元の真数に変換する。

(ウ) 全データの電力総和を算出し、「全電力」とする。

(エ) 最低周波数のデータから順次上に電力の加算を行い、この値が「全電力」の0.5%となる限界データ点を算出する。その限界点を周波数に変換して「下限周波数」とする。

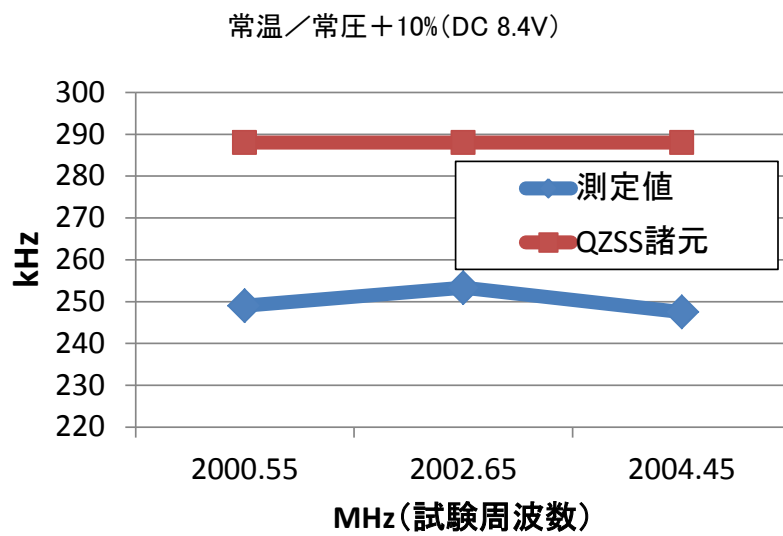
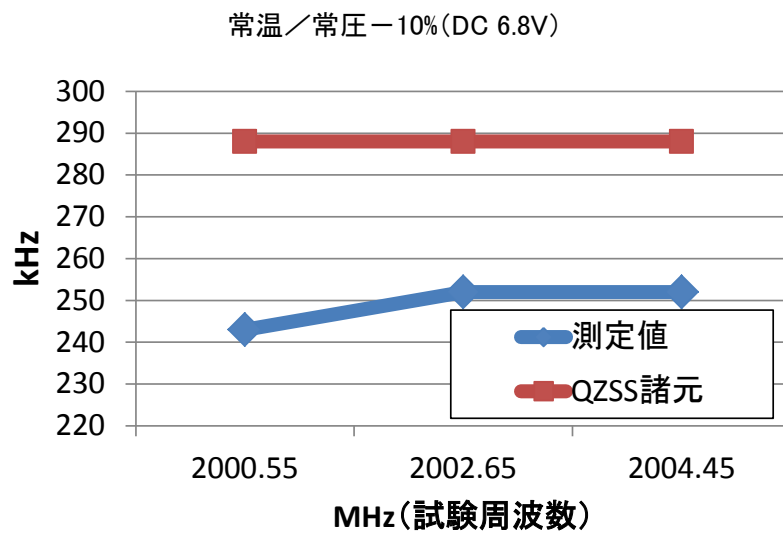
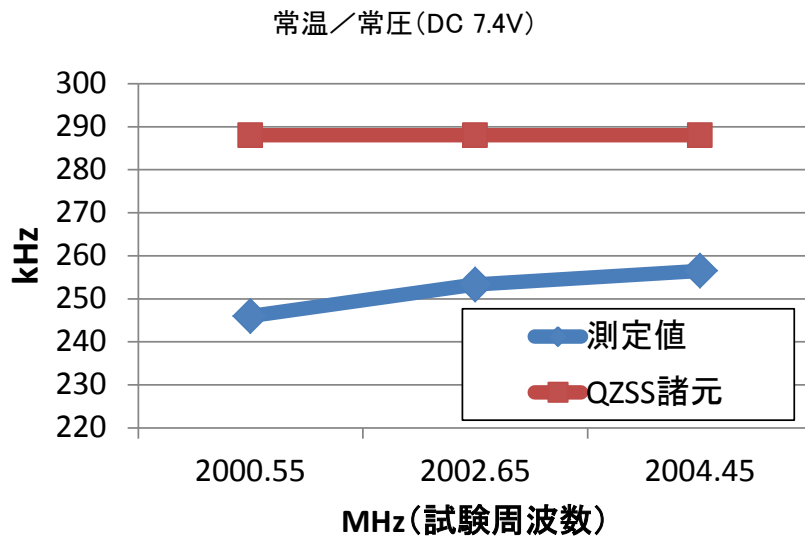
(オ) 最高周波数のデータから順次下に電力の加算を行い、この値が「全電力」の0.5%となる限界データ点を算出する。その限界点を周波数に変換して「上限周波数」とする。

- 結果の表示

(ア) 占有周波数帯幅は、「上限周波数」と「下限周波数」の差として算出し、kHz 単位で記載する。

6.2.2 試験結果

占有周波数帯幅の許容値の測定結果を以下に示す。占有周波数帯幅の許容値の測定結果は、システム成立のための仕様値である 288kHz を満足した。



図参 7- 6-2 特性試験 4 : 測定結果 占有周波数帯幅の許容値

表参 7- 6-3 特性試験 4 : 測定結果 占有周波数帯幅の許容値 (常温/常圧 (DC 7. 4V))

試験周波数 (MHz)	測定値 (kHz)	QZSS諸元 (kHz)
2000.55	246.0	≤288
2002.65	253.3	≤288
2004.45	256.5	≤288

表参 7- 6-4 特性試験 4:測定結果 占有周波数帯幅の許容値(常温/常圧-10%(DC 6. 8V))

試験周波数 (MHz)	測定値 (kHz)	QZSS諸元 (kHz)
2000.55	243.0	≤288
2002.65	252.0	≤288
2004.45	252.0	≤288

表参 7- 6-5 特性試験 4:測定結果 占有周波数帯幅の許容値(常温/常圧+10%(DC 8. 4V))

試験周波数 (MHz)	測定値 (kHz)	QZSS諸元 (kHz)
2000.55	249.0	≤288
2002.65	253.3	≤288
2004.45	247.5	≤288

6. 3 隣接チャネル漏洩電力の測定

隣接チャネル漏洩電力を実測し、チャネル間干渉を検証する。

6. 3. 1 試験手順

- 測定器の設定

(ア) スペクトラムアナライザは次のように設定する。

中心周波数 結果の取得手順に示す周波数

掃引周波数幅 300kHz

(イ) スペクトラムアナライザによって得られた測定値は、外部又は内部のコンピュータで処理する。

- 試験機器の設定

(ア) キー操作、制御器又は外部試験装置を用いて試験周波数を設定し、最大送信電力で変調波の連続送信状態とする。

- 結果の取得

(ア) 搬送波電力 P_c の測定

① 搬送波周波数を中心周波数にして掃引する。

② 全データ点の値をコンピュータに取り込む。

③ 全データについて、dBm 値を電力次元の真数に換算する。

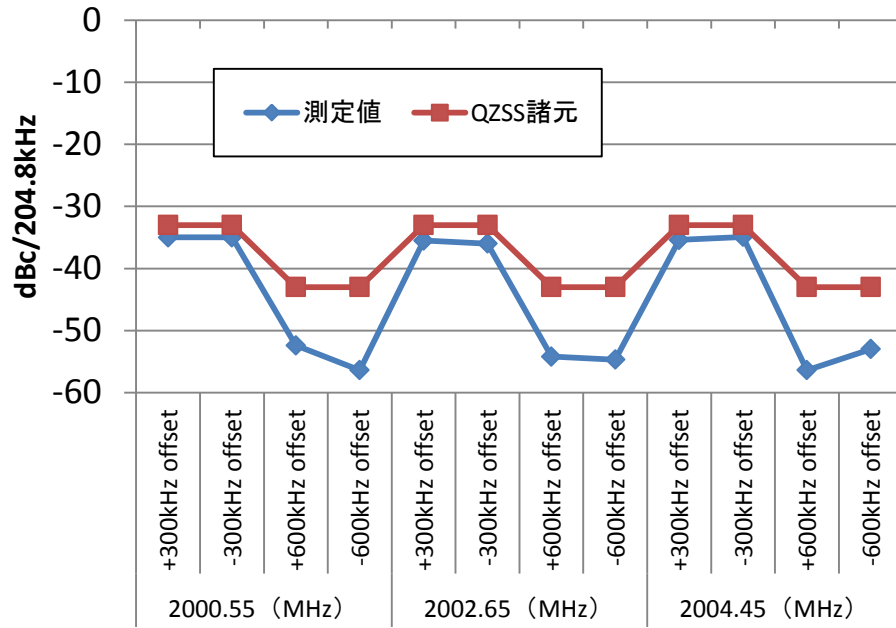
- ④ 204.8kHz の帯域幅の RRC (Root Raised Cosine) フィルタ (ロールオフ率 0.3) の特性により各データに補正をかける。
 - ⑤ 全データの電力総和を求め、204.8kHz 幅の全電力を P_c とする。
- (イ) 隣接チャネル漏えい電力 P_a の測定
- ① 搬送波周波数+300kHz を中心周波数にして掃引する。
 - ② 全データ点の値をコンピュータに取り込む。
 - ③ データ点ごとに電力真数に換算し、204.8kHz の帯域幅の RRC フィルタ (ロールオフ率 0.3) の特性により各データに補正をかける。
 - ④ このデータ値の総和を求め、これを P_a とする。
 - ⑤ 搬送波周波数+600kHz、-300kHz、-600kHz を中心周波数に設定して掃引し、終了後②から④までの手順を繰り返す。

● 結果の表示

- (ア) 結果は、次式により計算する：隣接チャネル漏洩電力比 $=10\log(P_c/P_a)$ 単位は dB で記載する。

6.3.2 試験結果

隣接チャネル漏洩電力の測定結果を以下に示す。隣接チャネル漏洩電力の測定結果は、システム成立のための仕様値である 300kHz 離調-33dB 以下、600kHz 離調-43dB 以下を満足した。

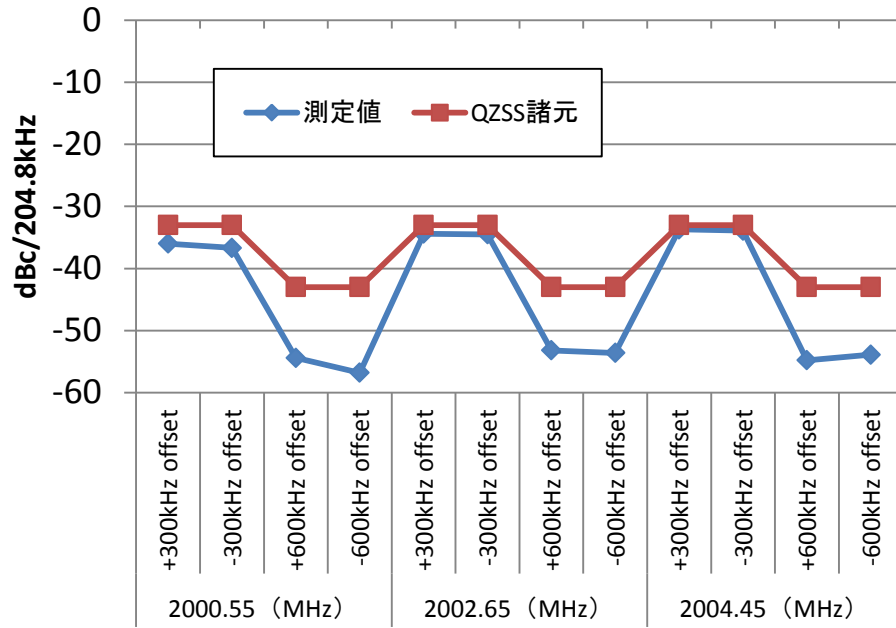


試験周波数・offset

図参 7- 6-3 特性試験 4 : 測定結果 隣接チャネル漏洩電力 (常温/常圧 (DC 7.4V))

表参 7- 6-6 特性試験 4 : 測定結果 隣接チャネル漏洩電力 (常温/常圧 (DC 7.4V))

試験周波数 (MHz)	offset (kHz)	測定値 (dBc/204.8kHz)	QZSS諸元 (dBc/204.8kHz)
2000.55	+300kHz offset	-35	≤ -33
	-300kHz offset	-35	≤ -33
	+600kHz offset	-52.4	≤ -43
	-600kHz offset	-56.4	≤ -43
2002.65	+300kHz offset	-35.5	≤ -33
	-300kHz offset	-36.0	≤ -33
	+600kHz offset	-54.2	≤ -43
	-600kHz offset	-54.7	≤ -43
2004.45	+300kHz offset	-35.4	≤ -33
	-300kHz offset	-34.9	≤ -33
	+600kHz offset	-56.4	≤ -43
	-600kHz offset	-53.0	≤ -43

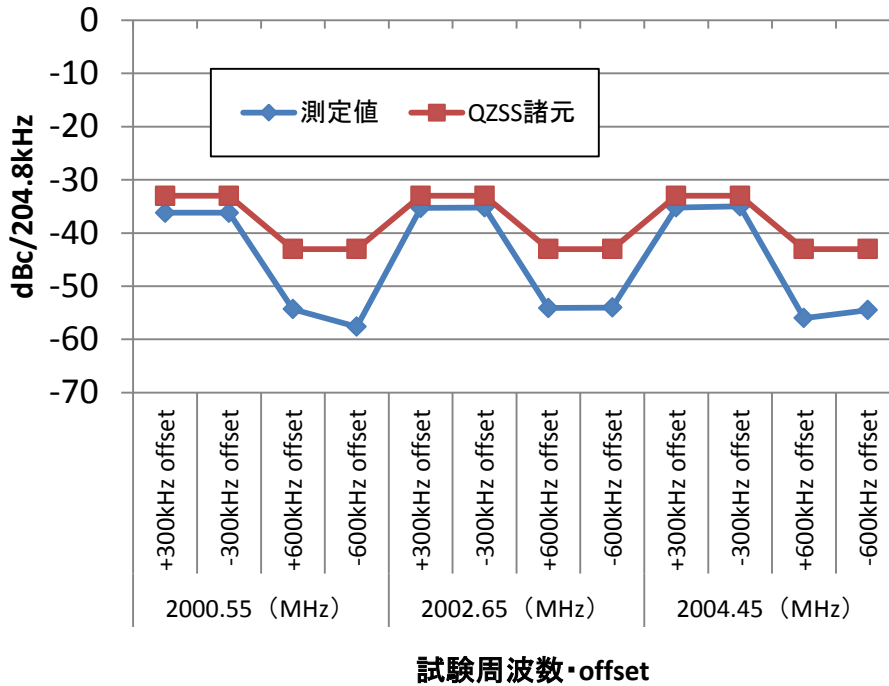


試験周波数・offset

図参 7-6-4 特性試験 4 : 測定結果 隣接チャネル漏洩電力 (常温/常圧-10% (DC 6.8V))

表参 7-6-7 特性試験 4 : 測定結果 隣接チャネル漏洩電力 (常温/常圧-10% (DC 6.8V))

試験周波数 (MHz)	offset (kHz)	測定値 (dBc/204.8kHz)	QZSS諸元 (dBc/204.8kHz)
2000.55	+300kHz offset	-36.0	≦-33
	-300kHz offset	-36.7	≦-33
	+600kHz offset	-54.4	≦-43
	-600kHz offset	-56.8	≦-43
2002.65	+300kHz offset	-34.4	≦-33
	-300kHz offset	-34.5	≦-33
	+600kHz offset	-53.2	≦-43
	-600kHz offset	-53.6	≦-43
2004.45	+300kHz offset	-33.7	≦-33
	-300kHz offset	-33.9	≦-33
	+600kHz offset	-54.8	≦-43
	-600kHz offset	-53.9	≦-43



図参 7-6-5 特性試験 4 : 測定結果 隣接チャネル漏洩電力 (常温/常圧+10% (DC 8.4V))

表参 7-6-8 特性試験 4 : 測定結果 隣接チャネル漏洩電力 (常温/常圧+10% (DC 8.4V))

試験周波数 (MHz)	offset (kHz)	測定値 (dBc/204.8kHz)	QZSS諸元 (dBc/204.8kHz)
2000.55	+300kHz offset	-36.2	≤ -33
	-300kHz offset	-36.2	≤ -33
	+600kHz offset	-54.3	≤ -43
	-600kHz offset	-57.6	≤ -43
2002.65	+300kHz offset	-35.3	≤ -33
	-300kHz offset	-35.2	≤ -33
	+600kHz offset	-54.1	≤ -43
	-600kHz offset	-54.0	≤ -43
2004.45	+300kHz offset	-35.2	≤ -33
	-300kHz offset	-35.0	≤ -33
	+600kHz offset	-56.0	≤ -43
	-600kHz offset	-54.5	≤ -43

6.4 キャリアオフ時の漏洩電力の測定

「H26 年度 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報告書」における測定結果に対し、本年度の特性試験では、TDMA 動作を想定し、試験機器の送信を停止した状態における漏洩電力の測定を追加実施した。

なお、設計進捗等を踏まえ、キャリアオフ時の漏洩電力の仕様値の見直しを行い、既存システムの技術的条件を参考に、「搬送波を送信しているときの平均電力に対して-60dB 以下」(空中線電力 1W の場合-30dBm)を設定した。本変更によるガードバンドへの影響は無い。特性試験においては、本仕様値を満足することを検証した。

6.4.1 試験手順

- 測定器の設定

- (ア) スペクトラムアナライザは次のように設定する。

- 中心周波数 割当周波数帯の中心

- 掃引周波数幅 300kHz

- (イ) スペクトラムアナライザによって得られた測定値は、外部または内部のコンピュータで処理する。

- 試験機器の設定

- (ア) キー操作、制御器又は外部試験装置を用いて TDMA 動作を想定して試験機器の送信を停止した状態とする。

- 結果の取得

- (ア) 全データ点の値をコンピュータに取り込む。

- (イ) 全データについて、dBm 値を電力次元の真数に換算する。

- (ウ) 全データポイント数について加算し、その区間のデータ点数で除し平均電力を求める。これを測定分解能帯域幅で除して平均電力密度 (W/Hz) を求め、これに帯域幅 204.8kHz を乗じる。

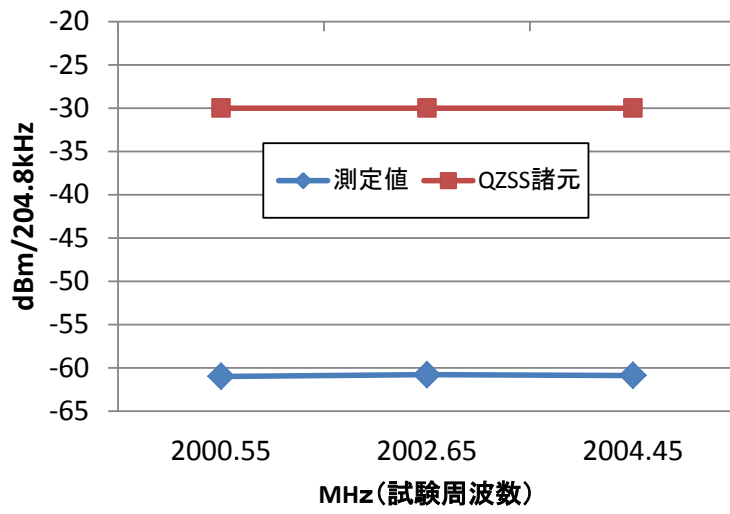
- 結果の表示

- (ア) 結果は dBm/204.8k で記載する。

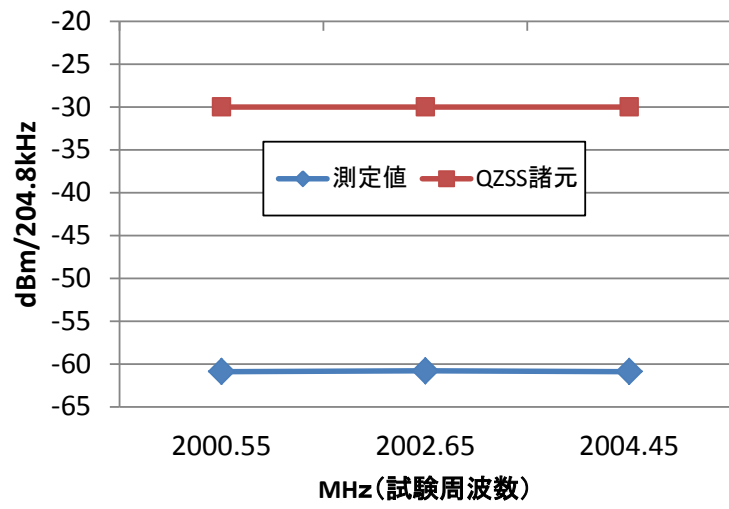
6.4.2 試験結果

キャリアオフ時の漏洩電力の測定結果を以下に示す。キャリアオフ時の漏洩電力の測定結果は、システム成立のための仕様値である搬送波を送信しているときの平均電力に対し -60dB 以下を満足した。

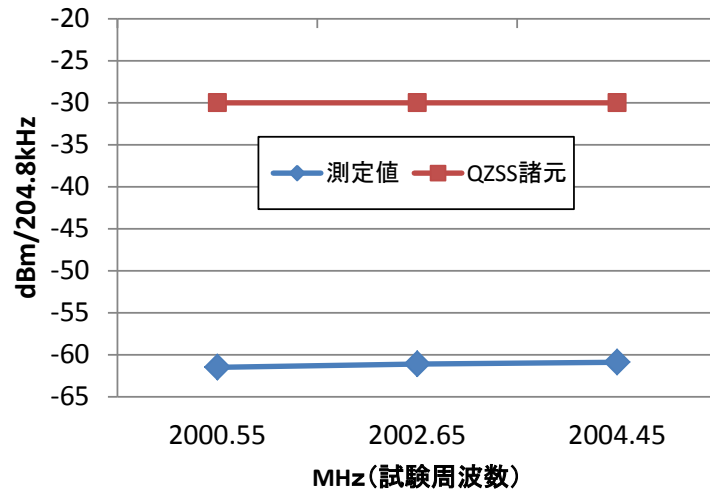
常温／常圧(DC 7.4V)



常温／常圧-10%(DC 6.8V)



常温／常圧+10%(DC 8.4V)



図参 7- 6-6 特性試験 4：測定結果 キャリアオフ時の漏洩電力

表参 7- 6-9 特性試験 4：測定結果 キャリアオフ時の漏洩電力（常温／常圧（DC 7.4V））

試験周波数 (MHz)	測定値 (dBm/204.8kHz)	QZSS諸元 (dBm/204.8kHz)
2000.55	-61.0	≤-30
2002.65	-60.8	≤-30
2004.45	-60.9	≤-30

表参 7- 6-10 特性試験 4：測定結果 キャリアオフ時の漏洩電力（常温／常圧-10%（DC 6.8V））

試験周波数 (MHz)	測定値 (dBm/204.8kHz)	QZSS諸元 (dBm/204.8kHz)
2000.55	-60.9	≤-30
2002.65	-60.8	≤-30
2004.45	-60.9	≤-30

表参 7- 6-11 特性試験 4：測定結果 キャリアオフ時の漏洩電力（常温／常圧+10%（DC 8.4V））

試験周波数 (MHz)	測定値 (dBm/204.8kHz)	QZSS諸元 (dBm/204.8kHz)
2000.55	-61.5	≤-30
2002.65	-61.1	≤-30
2004.45	-60.9	≤-30

6.5 副次的に発射する電波等の強度の測定

副次的に発射される電波等の強度の実測を行い、規定値を満足することを検証した。

6.5.1 試験手順

- 測定器の設定

- (ア) 擬似負荷（減衰器）の減衰量は、20dB 程度以下とする。
- (イ) スペクトラムアナライザは次のように設定する。
 - ① 副次発射探索時
掃引周波数幅 30MHz から搬送周波数の 3 倍以上まで
 - ② 副次発射測定時
中心周波数 測定する副次発射周波数（探索された周波数）
掃引周波数幅 0Hz
- (ウ) スペクトラムアナライザによって得られた測定値は、外部又は内部のコンピューターで処理する。

- 試験機器の設定

- (ア) キー操作、制御器又は外部試験装置を用いて試験機器の送信を停止し試験周波数を連続受信する状態とする。

- 結果の取得

- (ア) スペクトラムアナライザを(1)(イ) ①のように設定して掃引し、副次発射の振幅の最大値を探索する。
- (イ) 探索した結果が規定する許容値以下の場合は、探索値を測定値とする。
- (ウ) 探索した結果が規定する許容値を超えた場合は、スペクトラムアナライザの中心周波数の設定精度を高めるために周波数掃引幅を順次狭くして、副次発射の周波数を測定し、スペクトラムアナライザを(1)(イ) ②のように設定し、平均化処理を行って平均電力を測定する。

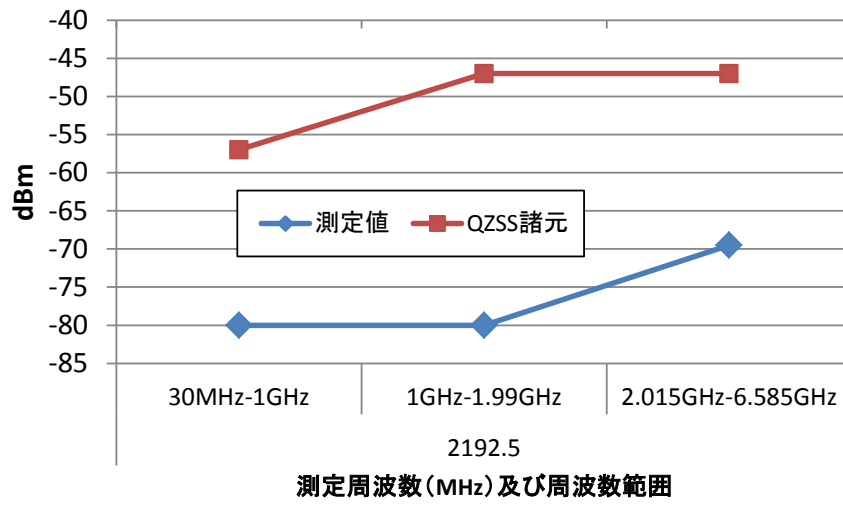
- 結果の表示

- (ア) 結果は、規定値の帯域ごとに振幅の最大値の 1 波を dBm 単位で、周波数とともに記載する。

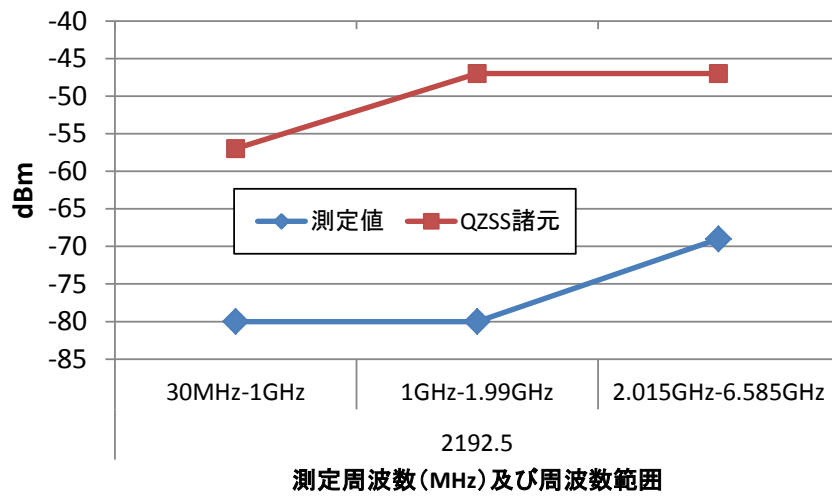
6.5.2 試験結果

副次的に発射される電波等の強度の測定結果を以下に示す。副次的に発射される電波等の強度は、設備規則 24 条の規定値 4nW (= -57dBm/100kHz、-47dBm/1MHz) 以下を満足した。

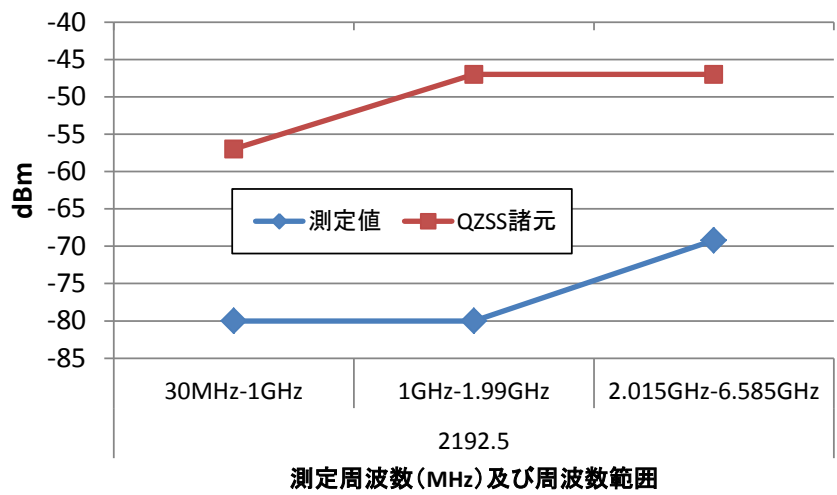
常温／常圧 (DC 7.4V)



常温／常圧 -10% (DC 6.8V)



常温／常圧 +10% (DC 8.4V)



図参 7- 6-7 特性試験 4 : 測定結果 副次的に発射される電波等の強度

表参 7- 6-12 特性試験 4 : 測定結果 副次的に発射される電波等の強度 (常温/常圧 (DC 7.4V))

試験周波数 (MHz)	周波数範囲	測定値		QZSS諸元
		周波数	電力	
2192.5	30MHz-1GHz	*1	-80以下 (dBm/100kHz)	≤-57 (dBm/100kHz)
	1GHz-1.99GHz	*1	-80以下 (dBm/1MHz)	≤-47 (dBm/1MHz)
	2.015GHz-6.585GHz	3816.1	-69.5 (dBm/1MHz)	≤-47 (dBm/1MHz)

*1) 周波数にピークなし。ノイズレベルのみ

表参 7- 6-13 特性試験 4 : 測定結果 副次的に発射される電波等の強度 (常温/常圧-10% (DC 6.8V))

試験周波数 (MHz)	周波数範囲	測定値		QZSS諸元
		周波数	電力	
2192.5	30MHz-1GHz	*1	-80以下 (dBm/100kHz)	≤-57 (dBm/100kHz)
	1GHz-1.99GHz	*1	-80以下 (dBm/1MHz)	≤-47 (dBm/1MHz)
	2.015GHz-6.585GHz	4318.8	-69.0 (dBm/1MHz)	≤-47 (dBm/1MHz)

*1) 周波数にピークなし。ノイズレベルのみ

表参 7- 6-14 特性試験 4 : 測定結果 副次的に発射される電波等の強度 (常温/常圧+10% (DC 8.4V))

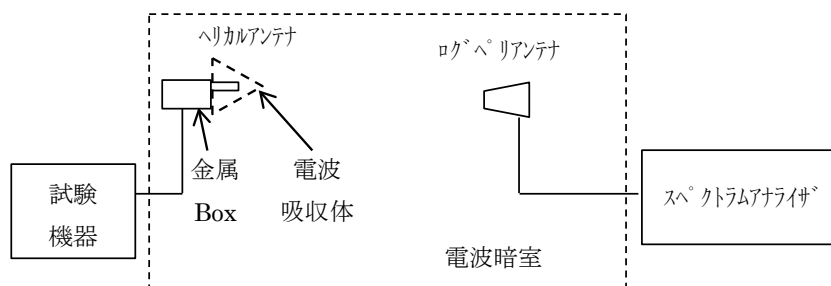
試験周波数 (MHz)	周波数範囲	測定値		QZSS諸元
		周波数	電力	
2192.5	30MHz-1GHz	*1	-80以下 (dBm/100kHz)	≤-57 (dBm/100kHz)
	1GHz-1.99GHz	*1	-80以下 (dBm/1MHz)	≤-47 (dBm/1MHz)
	2.015GHz-6.585GHz	3724.7	-69.2 (dBm/1MHz)	≤-47 (dBm/1MHz)

*1) 周波数にピークなし。ノイズレベルのみ

7 特性試験 5

7.1 試験系統

特性試験 5 の試験系統を図参 7- 7-1 に、機器構成（試験機器、外部試験装置を除く）を表参 7- 7-1 に示す。



図参 7- 7-1 特性試験 5：試験系統

表参 7- 7-1 特性試験 5：機器構成

機器名	型番	数量	備考
スペクトラムアナライザ	ADVANTEST 社 U3751 Spectrum Analyzer	1	RBW:300Hz VBW:300Hz

7.2 筐体輻射の測定

筐体輻射レベルを実測し、他システムへの与干渉を検証する。

7.2.1 試験手順

- 測定器の設定
 - (ア) スペクトラムアナライザの設定は送信スプリアス測定と同じにする。
- 試験機器の設定
 - (ア) 外部試験装置を用いて回線接続を行い、試験周波数を設定し、最大送信電力で変調波の連続送信状態とする。
- 結果の取得
 - (ア) 送信を停止した状態での筐体輻射
 - ① 試験機器を回転台の上に設定し、筐体輻射のスペクトラムを確認する。
 - ② 送信周波数：2002.65MHz (ch7) を設定して送信、ヘリカルアンテナを設置した回転台を 0.6ppm で 360 度回転させ、スペクトラムアナライザにおいて TraceDetector の MaxHold で測定する。
 - (イ) 最大送信電力の筐体輻射
 - (3) (ア) ①～②の手順を実施する。

- 結果の表示

(ア) 筐体輻射レベルを dBm 単位で周波数とともに記載する。

7.2.2 試験結果

スペクトラムアナライザの測定結果を図参 7- 7-2 に、またスペクトラムアナライザの測定結果より算出した筐体輻射測定結果を表参 7- 7-2 および表参 7- 7-3 に示す。

送信時筐体輻射については、スペクトラムアナライザの測定結果をもとに、受信アンテナ利得やケーブルロス、自由空間伝搬損失等を逆算することで、筐体周辺の電力値を算出した。受信時筐体輻射については、送信時筐体輻射測定結果に対して、受信動作時に筐体内を伝送する最大信号(電気設計における一般値:10dBm)と試験機器の送信出力(1W:30dBm)の差より算出した。

上記の筐体輻射の測定結果は、システム成立のための仕様値である送信時 2.5 μ W、受信時 4nW を満足した。



図参 7- 7-2 特性試験 5 : スペクトラムアナライザの測定結果

表参 7- 7-2 特性試験 5 : 筐体輻射測定結果

筐体輻射	測定値(dBm)	QZSS諸元(dBm)
送信時	-44.3	≤ -26 (2.5 μ W)
受信時	-64.43	≤ -54 (4nW)

表参 7- 7-3 特性試験 5 : 筐体輻射測定結果

No	項目	値
1	スペクトラムアナライザの測定結果	-109.71dBm/300Hz
2	受信側ケーブルロス	1.99dB
3	受信アンテナ利得	5dB
4	受信アンテナ電力値 (4=1+2-3)	-112.72dBm/300Hz
5	送受信アンテナ間(1m)の自由空間伝搬損失	38.46dB
6	筐体周辺電力値 (6=4+5)	-74.26dBm/300Hz
7	RBW300Hz を送信帯域幅 288kHz 当りに換算	29.82dB
8	送信時筐体輻射 (8=6+7)	-44.43dBm
QZSS 諸元 : 筐体輻射 (送信時) (25uW)		-16dBm
9	受信動作時に筐体内を伝送する最大信号 (電気設計における一般値 : 10dBm) と試験機器送信出力 (1W : 30dBm) 差 10dBm - 30dBm = -20dB	-20dB
10	受信時筐体輻射 (10=8+9)	-64.43dBm
QZSS 諸元 : 筐体輻射 (受信時) (4nW)		-54dBm

参考資料 8 通信品質試験結果

1 通信品質試験の概要

通信品質試験においては、QZSS 諸元として規定された、変調方式、通信速度、フレーム長／フレーム周期の各規定値設定のもと、所定の電波伝搬環境における伝送品質が規定値を満足することを確認した。通信品質試験を通して検証する技術的条件項目を表参 8- 1-1 に示す。

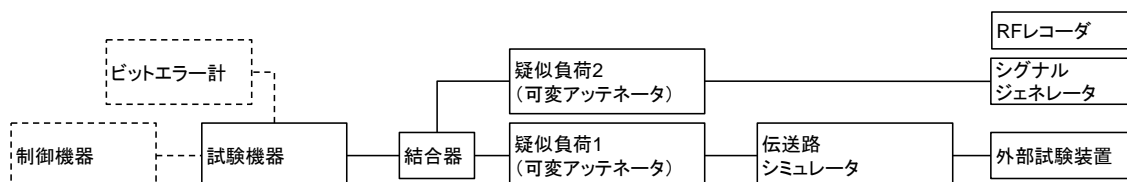
表参 8- 1-1 通信品質試験と技術的条件項目との対応

区分 1	区分 2	技術的条件項目	実測等の検討方法
一般的 条件	変調方式	変調方式	通信品質試験により、所定の変調方式を用いた場合の伝送品質を検証する。
	通信速度	通信速度	通信品質試験により、所定の送信速度における伝送品質を検証する。
	フレーム長／フレーム周期	フレーム長／フレーム周期	通信品質試験により、所定のフレーム仕様の伝送可否を検証する。
	伝送品質 (BER)	伝送品質 (BER)	通信品質試験により、所定の電波伝搬環境における伝送品質を検証する。

2 試験系統

2.1 試験系統図

通信品質試験の試験系統を図参 8- 2-1 に示す。



図参 8- 2-1 通信品質試験：試験系統

2.2 試験機器

通信品質試験の機器構成（試験機器、外部試験装置を除く）を表参 8- 2-1 に示す。

表参 8- 2-1 通信品質試験：機器構成

機器名	型番	数量	備考
疑似負荷（可変アッテネータ）	ROHDE & SCHWARZ 社 RSC Step Attenuator	2	—
伝送路シミュレータ	JRC 社 Multi-path Fading Simulator NJZ-1600D	1	—
RF レコーダ	EIDEN 社 4417A 外付け HDD BIOS 製 BR256E	1	—
シグナルジェネレータ	KEYSIGHT 社 E8247C	1	—

3 試験条件

3.1 送受信条件

希望波レベルについては、「H26年度 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報告書」と同じ-117.8dBm で設定する。

3.2 伝送路条件

衛星-地上端末間のフェージング環境の再現について、伝送路シミュレータにおいて、「H26年度 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報告書」と同じ4パスモデルと2パスモデルの2種類を用いる。各モデルの電力遅延プロファイルを以下に示す。なお、双方のモデルとも、移動速度=0km/h、ドップラー周波数=0Hz、とする。

表参 8- 3-1 通信品質試験：フェージングモデル（4パスモデル）

パス	相対遅延	相対電力
パス 0	0ns	0dB
パス 1	110ns	-9.7dB
パス 2	190ns	-19.2dB
パス 3	410ns	-22.8dB

表参 8- 3-2 通信品質試験：フェージングモデル（2パスモデル）

パス	相対遅延	相対電力
パス 0	0ns	0dB
パス 1	4ns	-3dB

※直接波・大地反射波の2波（端末地上高：1.2m（=4ns）程度／偏波逆旋）を想定し設定

3.3 干渉波条件

通信品質試験において対象とする干渉波の一覧を以下に示す。干渉波は、感度抑圧干渉、スプリアス干渉それぞれにおいて、机上計算値と実測値から規定される。

表参 8- 3-3 通信品質試験：干渉波一覧

干渉区分	干渉波			
	種別	中心周波数	帯域幅	干渉波レベル
感度抑圧干渉	机上計算値	2170MHz	CW	-24. 9dBm
	実測値 1 (道玄坂／時間帯 2)	2170MHz	CW	-22. 3dBm
	実測値 2 (渋谷駅前／時間帯 2)	2170MHz	CW	-23dBm
	実測値 3 (南青山／時間帯 2)	2170MHz	CW	-25. 4dBm
	実測値 4 (九段／時間帯 1)	2170MHz	CW	-32. 3dBm
	実測値 5 (緑町／時間帯 2)	2170MHz	CW	-22. 8dBm
スプリアス干渉	机上計算値	2185MHz	30MHz (AWGN)	-132. 1 dBm/MHz

3.4 机上計算値

感度抑圧干渉、スプリアス干渉の干渉波レベル机上計算値はそれぞれ、「H26 年度 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報告書」と同じ、-24. 9dBm、-132. 1dBm/MHz となる。

感度抑圧干渉は、2170MHz において、SG からの CW を規定の干渉波レベル-24. 9dBm となるよう設定し、スプリアス干渉は、受信帯域 (30MHz 帯幅) において、SG からの AWGN を規定の干渉波レベル-132. 1dBm/MHz となるよう設定する。

3.5 実測値

「H26 年度 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報告書」の干渉源信号強度測定にて選定した実測値を用いる。なお、時間帯 1 は 17:00～18:00 台、時間帯 2 は 22:00～23:00 台である。

4 試験手順

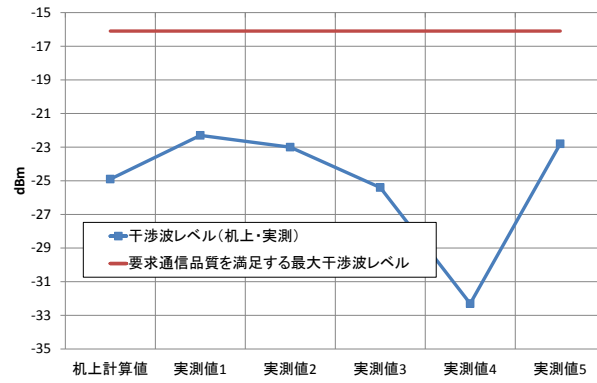
- 測定器の設定
 - (ア) 擬似負荷（可変アッテネータ）を用いて試験機器が受信する外部試験装置の信号のレベルを規格レベル（希望波レベル）に設定する。
 - (イ) 試験機器から「ビットエラー数」、「受信ビット数」を読み出す。
 - (ウ) 干渉波：以下の2種類の干渉波を対象とする。試験機器が受信する干渉波信号のレベルは規格レベル（干渉波レベル）に設定する。
 - 机上計算値
回線設計及び机上検討より規定した電力設定をもつ干渉波
 - 実測値
「H26年度 S帯を用いた移動衛星通信システムの技術的条件案策定に関する調査検討会報告書」の干渉源信号強度測定で選択した実環境実測値より設定した干渉波
 - (エ) 伝送路シミュレータは衛星ー地上端末間のフェージング環境を再現する。
- 試験機器の設定
 - (ア) キー操作、制御器又は外部試験装置を用いて試験周波数を設定し、連続受信状態とする。
- 結果の取得
 - (ア) 外部試験装置は試験周波数で連続送信状態とする。
 - (イ) 送信外部試験装置から試験機器への入力レベルが希望波レベルとなるように疑似負荷1の減衰レベルを設定し、BERのQZSS諸元規定値（ $8.8E-6$ ）に相当する受信ビット数（約114,000ビット）以上に対しビットエラーが発生しないことを確認する。
 - (ウ) 干渉波発射のもと、疑似負荷2の減衰レベルを0.1dBずつ下げていき、試験機器への入力レベルが机上計算値・実測値の各干渉波レベルにおいて、BERのQZSS諸元規定値（ $8.8E-6$ ）に相当する受信ビット数（約114,000ビット）以上に対しビットエラーが発生しないことを確認するとともに、BERのQZSS諸元規定値（ $8.8E-6$ ）に相当する受信ビット数（約114,000ビット）以上に対しビットエラーが発生しない最大の干渉波レベルを記録する。
- 結果の表示
 - (ア) 結果は、BERのQZSS諸元規定値（ $8.8E-6$ ）に相当する受信ビット数（約114,000ビット）以上に対しビットエラーが発生しない最大の干渉波レベルをdB単位で記載する。

5 試験結果

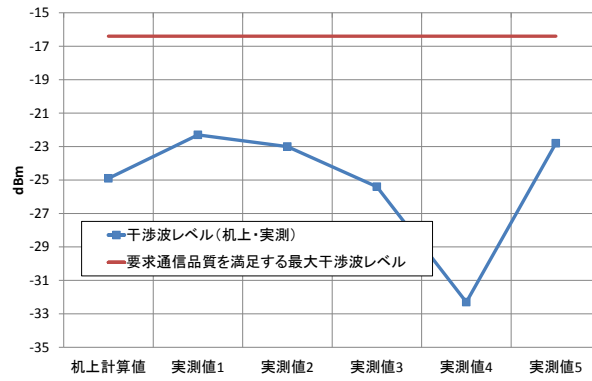
測定結果を表参 8- 5-1 に示す。

伝送路シミュレータによるマルチパス・フェージング設定：無し／2パスモデル／4パスモデルいずれの場合においても、感度抑圧とスプリアスの各干渉波（机上計算値及び実測値 1～5）に対して、伝送品質（BER）の QZSS 諸元規定値（ $8.8E-6$ ）に相当する受信ビット数（約 114,000 ビット）以上に対し、ビットエラーが発生しないことが確認された。

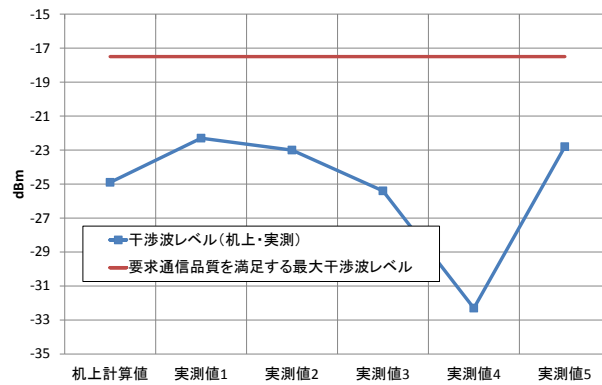
(無し)



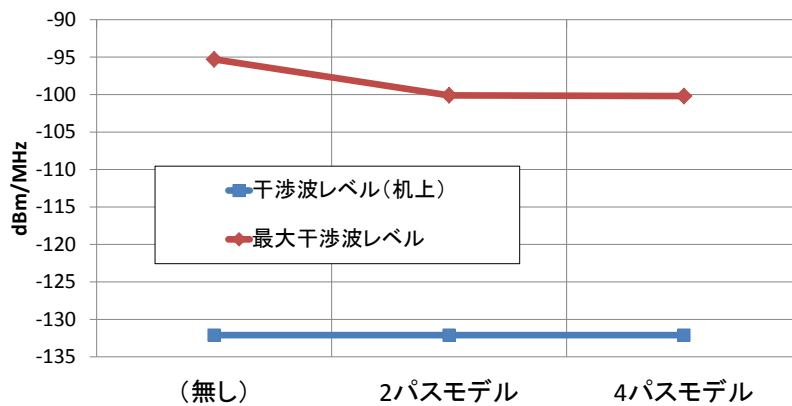
2パスモデル



4パスモデル



図参 8- 5-1 通信品質試験：測定結果（感度抑圧干渉）



伝送路シミュレータ: マルチパス・フェージングモデル

図参 8- 5-2 通信品質試験：測定結果 (スプリアス干渉)

表参 8- 5-1 通信品質試験：測定結果

フェージング設定	干渉区分	試験結果 (各干渉波の満足状況及び最大干渉波レベル： BER の QZSS 諸元規定値 (8.8E-6) に相当する受信ビット数 (約 114000 ビット) 以上に対し、ビットエラーが発生しない)						
		干渉波 机上計 算値	干渉波実測値					最大干渉波 レベル
			実測 値 1	実測 値 2	実測 値 3	実測 値 4	実測 値 5	
(無し)	感度抑圧	○	○	○	○	○	○	-16.1dBm
	スプリアス	○						-95.3dBm/MHz
2パス モデル	感度抑圧	○	○	○	○	○	○	-16.4dBm
	スプリアス	○						-100.1dBm/MHz
4パス モデル	感度抑圧	○	○	○	○	○	○	-17.5dBm
	スプリアス	○						-100.2dBm/MHz

参考資料9 総合試験結果

1 総合試験の概要

地上端末試作機と模擬衛星局を用いた総合試験を実施した。総合試験においては、QZSS 諸元として規定された、変調方式、通信速度、フレーム長／フレーム周期の各規定値設定のもと、試験機器（模擬端末）および模擬衛星局を用いた屋内・屋外での試験を実施した。各試験の概要を表参 9- 1-1 に示す。

屋外試験結果より典型的な屋外マルチパス環境における無線接続のもとで通信が確立することを示すとともに、屋外試験結果と屋内試験／有線結合試験結果を比較しその同等性を確認した。

表参 9- 1-1 総合試験の概要

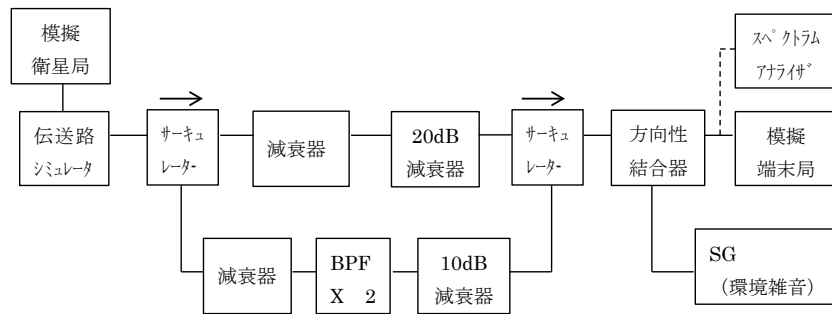
区分 1	区分 2	概要
屋内試験	有線結合試験	屋外試験における端末受信レベル、背景雑音やマルチパス環境を回線シミュレータ等で再現し、試験機器と模擬衛星局間の有線接続により通信品質の測定を行う。
	無線結合試験	電波暗室において、試験機器と模擬衛星局間の直接波による無線疎通確認を行う（回線設計上のノミナル状態で通信が確立することを確認する）。
屋外試験	屋外試験	端末使用環境として典型的なマルチパス環境（大地反射、背面設置壁面反射を考慮し入射角は 45° ）を屋外に構成し、無線接続により通信品質の測定を行う。 また加えてマルチパス環境については、試験機器への入射角が浅い場合（10° ）についても、側面設置壁面を用いて測定を行う。

2 屋内試験

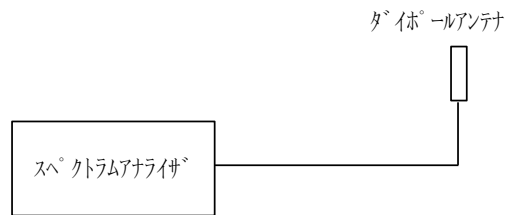
2.1 有線結合試験

2.1.1 試験系統

屋内試験／有線結合試験の試験系統を図参 9- 2-1 に、SG で外来波を再現するための屋外試験環境雑音測定試験系統を図参 9- 2-2 に示す。



図参 9- 2-1 屋内試験／有線結合試験：試験系統



図参 9- 2-2 屋外試験環境雑音測定：試験系統

2.1.2 試験機器

屋内試験／有線結合試験の機器構成（試験機器、サーキュレータ、固定減衰器を除く）を表参 9- 2-1 に、SG で環境雑音を再現するための屋外試験環境雑音測定の機器構成を表参 9- 2-2 に示す。

表参 9- 2-1 屋内試験／有線結合試験：機器構成

機器名	型番	数量
減衰器	ROHDE&SCHWARZ 社 RSC Step Attenuator	2
スペクトラムアナライザ	KEYSIGHT 社 N9030A Signal Analyzer	1
方向性結合器	KEYSIGHT 社 87300B Directional Coupler	1
SG	KEYSIGHT 社 N5182B Vector Signal Generator	1
BPF	K&L Tunable Bandpass Filter	3
伝送路シミュレータ	JRC NJZ-1600D	1

表参 9- 2-2 屋外試験環境雑音測定：機器構成

機器名	型番	数量
スペクトラムアナライザ	KEYSIGHT 社 N9030A Signal Analyzer	1

2.1.3 試験手順

- 測定器の設定
 - (ア) 試験機器と模擬衛星局の互いの受信電力が、伝搬路の減衰を含めて回線計算上のノミナル状態に近くなるよう、減衰器を調整する。
 - (イ) 試験機器から「ビットエラー数」、「受信ビット数」を読み出す。
 - (ウ) 環境雑音：信号発生器から通信帯域幅に相当する帯域幅の白色ガウスノイズを発生し、屋外試験で見込まれる環境雑音レベルになるよう、屋外試験環境雑音測定結果より SG を調整する。
 - (エ) 伝送路シミュレータは屋外試験で見込まれる大地反射等の遅延入力波を模擬するよう設定する。

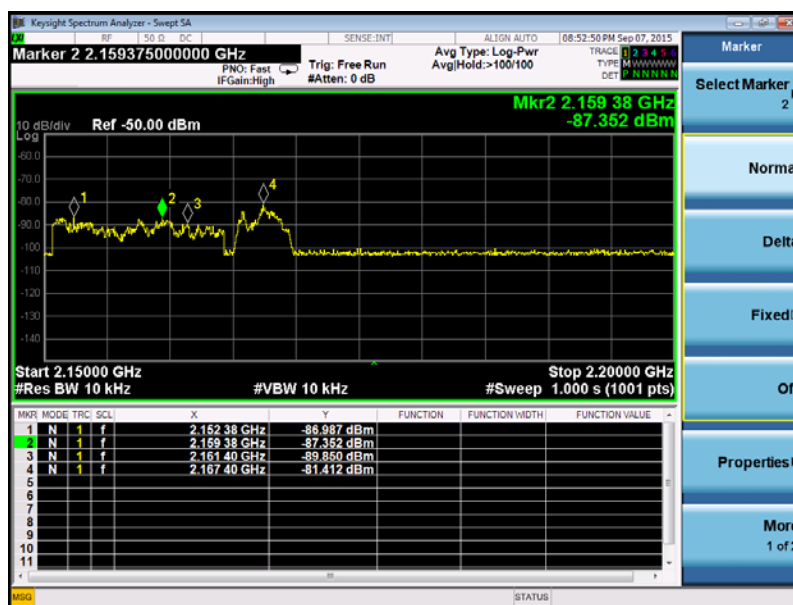
- 試験機器の設定
 - (ア) キー操作、制御器又は外部試験装置を用いて試験周波数を設定し、連続受信状態とする。

- 結果の取得
 - (ア) 模擬衛星局は試験周波数で連続送信状態とする。
 - (イ) 環境雑音の有無と各フェージングモデルのもと、試験機器と模擬衛星局の互いの受信電力が、伝搬路の減衰を含めて回線計算上のノミナル状態に近くなるよう減衰器を調整し、BER の QZSS 諸元規定値 (8.8E-6) に相当する受信ビット数 (約 114,000 ビット) 以上に対しビットエラーが発生しないことを確認すると

ともに、試験機器の受信レベルを少し高め (+2~3dB) に設定し受信状態としたうえで、模擬衛星局側の受信レベルを通信が途絶するまで徐々に小さくしていき受信感度点を推定する。

● 結果の表示

- (ア) 結果は、BER の QZSS 諸元規定値 (8.8E-6) に相当する受信ビット数 (約 114,000 ビット) 以上に対しビットエラーが発生しない感度点を dBm 単位で記載する。
- (イ) 環境雑音については、スペクトラムアナライザでの測定時間を 18:00~20:50、測定周波数を 2,150MHz から 2,200MHz の帯域幅 50MHz、RBW を 10kHz とし、屋外試験の試験機器アンテナ設置場所での測定結果最大値である -71.26dBm/10kHz の電力を、2,150MHz~2,170MHz の 20MHz 帯域に SG で一様に入力する。
- (ウ) スペクトラムアナライザでの環境雑音測定結果を図参 9-2-3 に示す。最大値は周波数 2,167MHz で-81.41dBm (ケーブルロスを差し引き-71.26dBm) である。



図参 9-2-3 屋外試験環境雑音測定結果

- (エ) 伝送路シミュレータで設定する、屋外試験で見込まれる大地反射等の遅延入力波等の各フェージングモデルを表参 9-2-3 に示す。なお、全てのフェージングモデルにおいて、移動速度=0km/h、ドップラー周波数=0Hz とする。

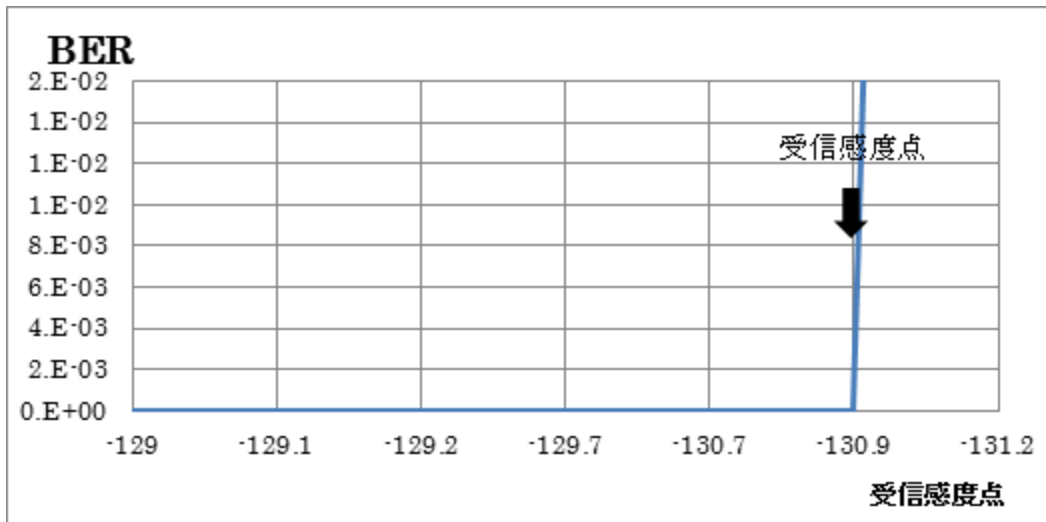
表参 9- 2-3 屋内試験／有線結合試験：フェージングモデル

フェージングモデル	パス	相対遅延	相対電力
大地反射（入射角 45° ）	パス 0	0ns	0dB
	パス 1	2.6ns	-5.4dB
大地反射＋壁背面（入射角 45° ）	パス 0	0ns	0dB
	パス 1	2.6ns	-5.4dB
	パス 2	15.9ns	-6.2dB
大地反射＋壁側面（入射角 10° ）	パス 0	0ns	0dB
	パス 1	2.6ns	-5.4dB
	パス 2	2.7ns	-5.4dB

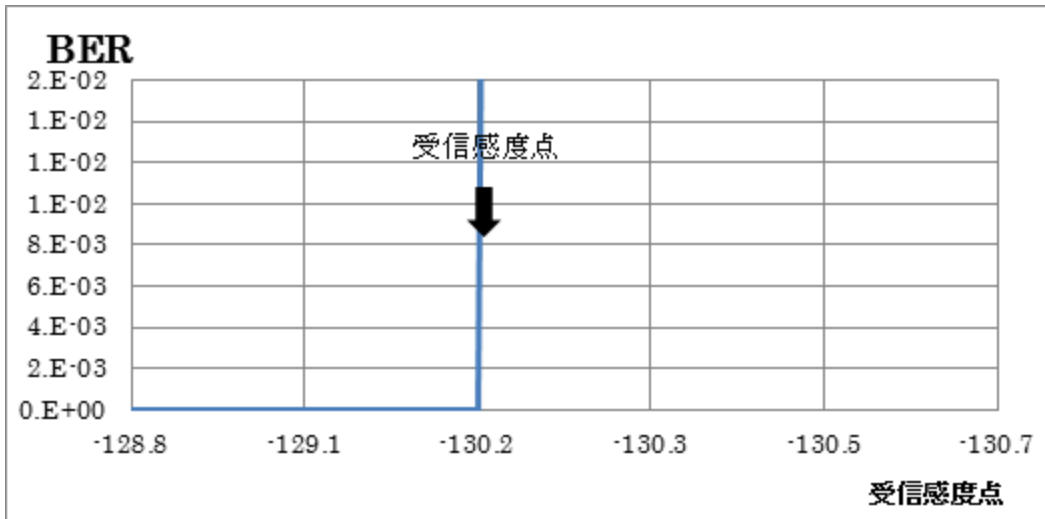
2.1.4 試験結果

環境雑音の有無と各フェージングモデルのもとでの受信感度点の測定結果を図参 9- 2-4 から図参 9- 2-11、及び表参 9- 2-4 に示す。

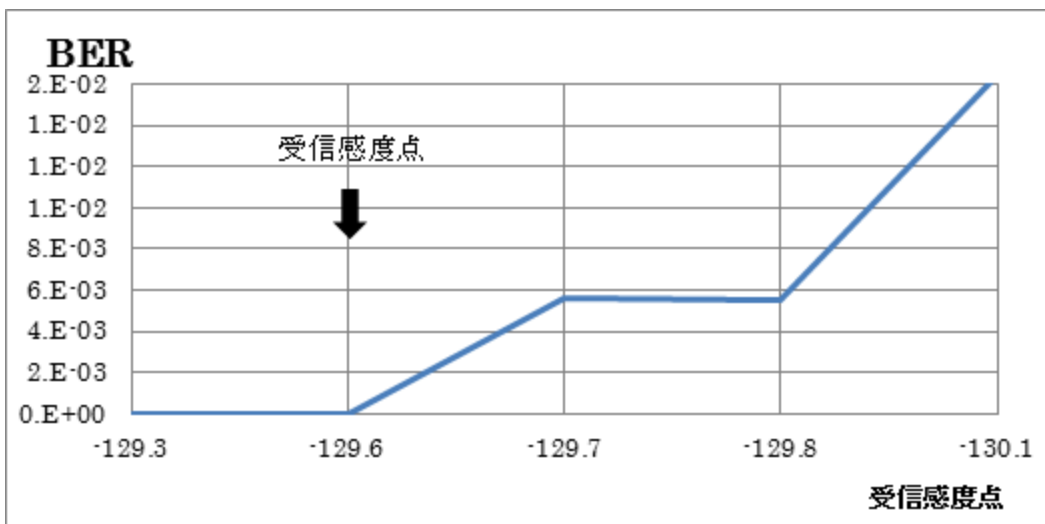
回線設計上の地上端末（試験機器）受信機入力電力は-121.4dBm（-151.4dBW）であり、マージンを有して回線成立することが確認された。



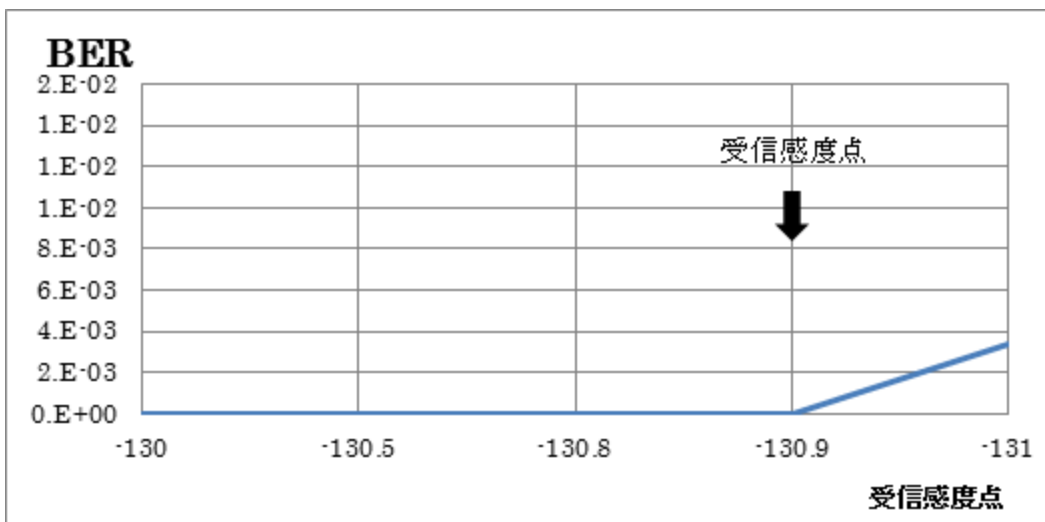
図参 9- 2-4 屋内試験／有線結合試験結果：環境雑音なし・マルチパスなし



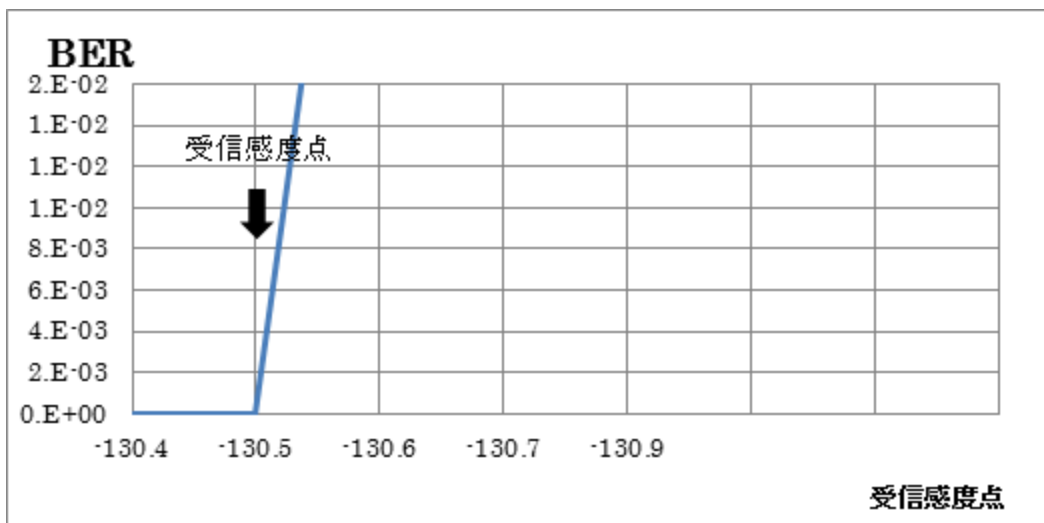
図参 9- 2-5 屋内試験／有線結合試験結果：環境雑音なし・大地反射（入射角 45°）



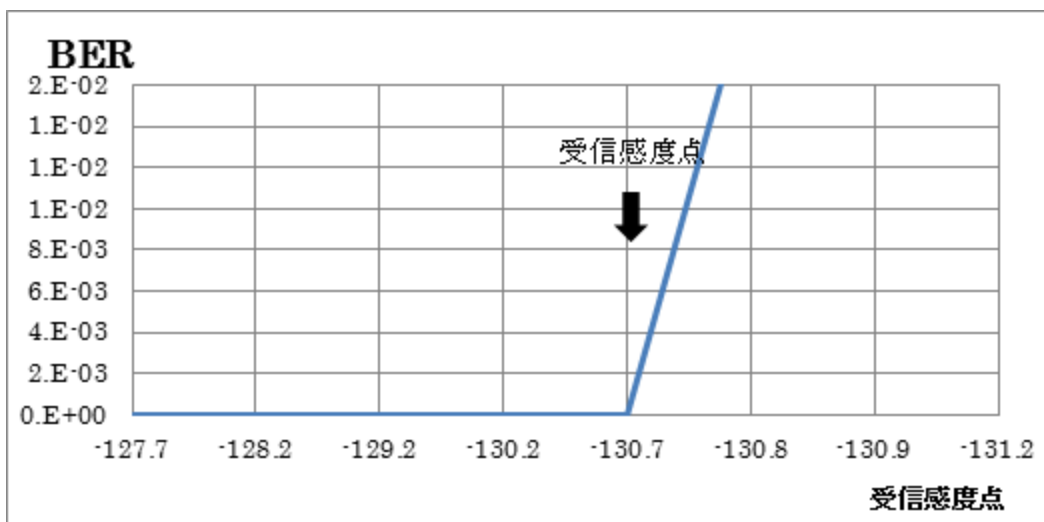
図参 9- 2-6 屋内試験／有線結合試験結果：環境雑音なし・大地反射＋壁背面（入射角 45°）



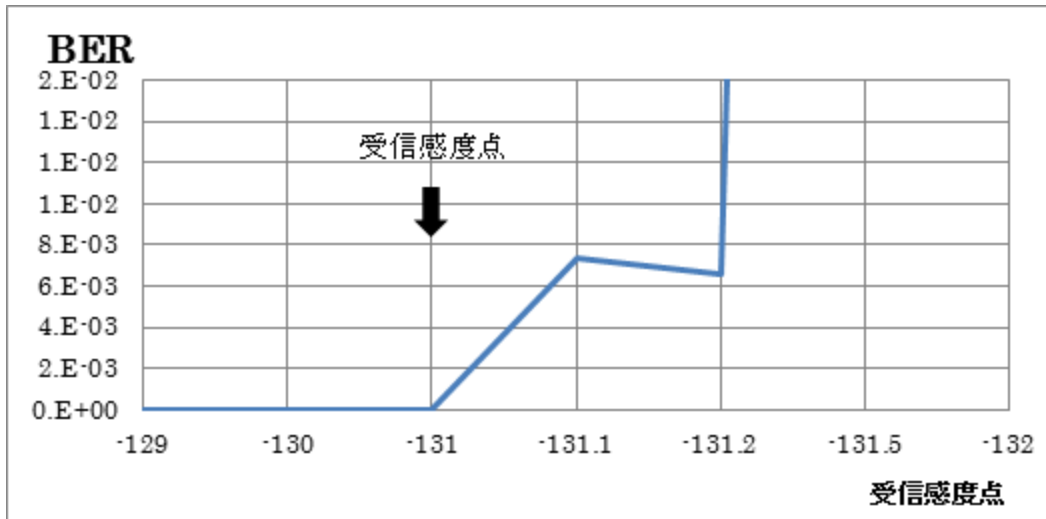
図参 9- 2-7 屋内試験／有線結合試験結果：環境雑音なし・大地反射＋壁側面（入射角 10°）



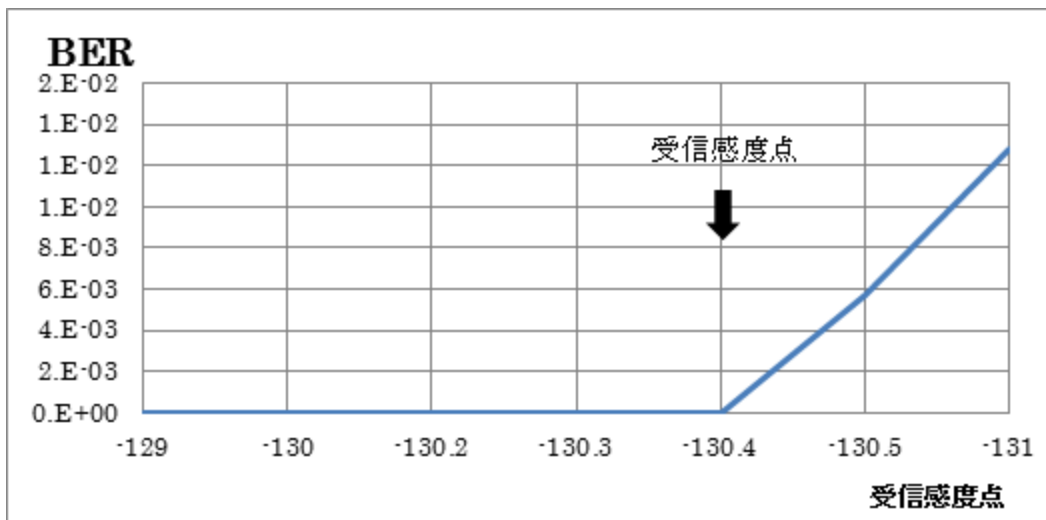
図参 9- 2-8 屋内試験／有線結合試験結果：環境雑音あり・マルチパスなし



図参 9- 2-9 屋内試験／有線結合試験結果：環境雑音あり・大地反射（入射角 45°）



図参 9- 2-10 屋内試験／有線結合試験結果：環境雑音あり・大地反射＋壁背面（入射角 45° ）



図参 9- 2-11 屋内試験／有線結合試験結果：環境雑音あり・大地反射＋壁側面（入射角 10° ）

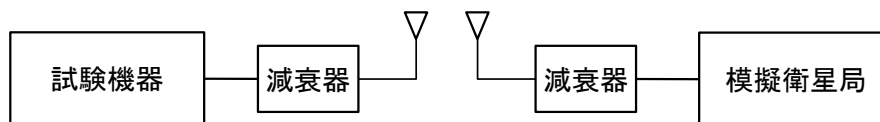
表参 9- 2-4 屋内試験／有線結合試験結果

	環境雑音	環境雑音なし	環境雑音あり
フェージングモデル			
マルチパスなし		-130. 9dBm	-130. 5dBm
大地反射（入射角 45° ）		-130. 2dBm	-130. 7dBm
大地反射＋壁背面（入射角 45° ）		-129. 6dBm	-131. 0dBm
大地反射＋壁側面（入射角 10° ）		-130. 9dBm	-130. 4dBm

2.2 無線結合試験

2.2.1 試験系統

屋内試験／無線結合試験の試験系統を図参 9- 2-12 に示す。



図参 9- 2-12 屋内試験／無線結合試験：試験系統

2.2.2 試験機器

屋内試験／無線結合試験の機器構成（試験機器を除く）を表参 9- 2-5 に示す。

表参 9- 2-5 屋内試験／無線結合試験：機器構成

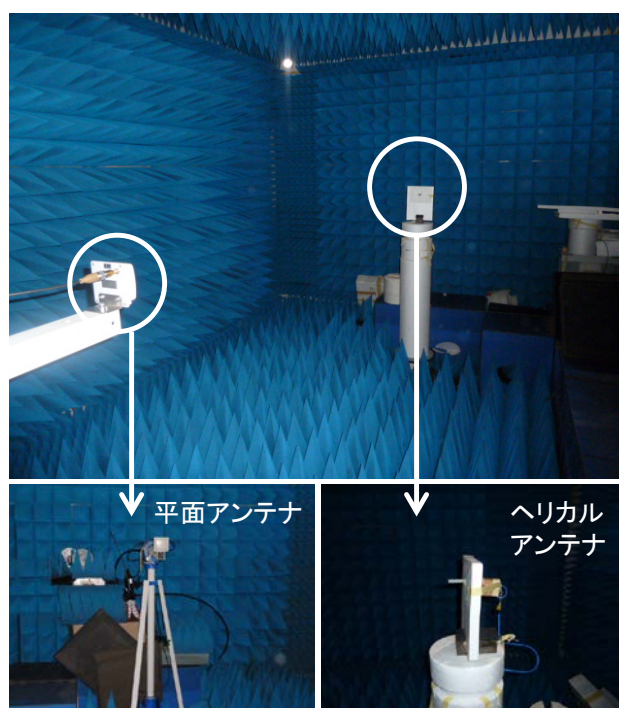
機器名	型番	数量
減衰器	ROHDE&SCHWARZ 社 RSC Step Attenuator	2

2.2.3 試験手順

- 測定器の設定
 - (ア) 試験機器側、模擬衛星局側それぞれのアンテナが 3m の距離で対向するように設置する。
 - (イ) 試験機器と模擬衛星局の互いの受信電力が、伝搬路の減衰を含めて回線計算上のノミナル状態に近くなるよう、それぞれの減衰器を調整する。
- 試験機器の設定
 - (ア) キー操作、制御器又は外部試験装置を用いて試験周波数を設定し、連続受信状態とする。
- 結果の取得
 - (ア) 疎通試験は模擬衛星局⇒試験機器方向のフォワードリンク、試験機器⇒模擬衛星局方向のリターンリンクの順で行う。
 - (イ) 既知データ列 (PN11 等) の連続送受信によって確認後、リターンリンクについては、実用準天頂衛星システムの衛星安否確認システムのフレーム構造を模擬してフォワードリンク同期状態としたうえで、単発送受信の疎通確認を行う。
- 結果の表示
 - (ア) 結果は、BER の QZSS 諸元規定値 (8.8E-6) に相当する受信ビット数 (約 114,000 ビット) 以上に対しビットエラーが発生しないことを確認する。

2.2.4 試験結果

屋内試験／無線結合試験の試験構成を図参 9- 2-13 に示す。



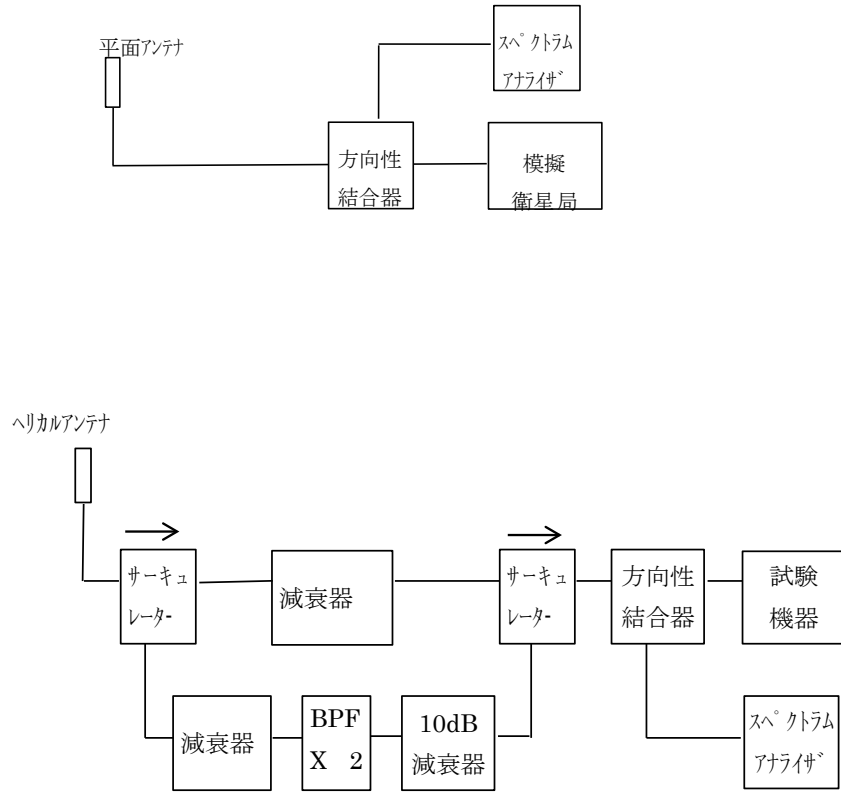
図参 9- 2-13 屋内試験／無線結合試験：試験構成

フォワードリンク、リターンリンクで同期確立を行った後、規定を満足する受信電力のもと、BER の QZSS 諸元規定値 ($8.8E-6$) に相当する受信ビット数 (約 114,000 ビット) 以上に対しビットエラーが発生しないことを確認した。

3 屋外試験

3.1 試験系統

屋外試験の試験系統を図参 9- 3-1 に示す。



図参 9- 3-1 屋外試験：試験系統

3.2 試験機器

屋外試験の機器構成（試験機器を除く）を表参 9- 3-1 に示す。

表参 9- 3-1 屋外試験：機器構成

機器名	型番	数量
減衰器	ROHDE&SCHWARZ 社 RSC Step Attenuator	2
スペクトラムアナライザ	KEYSIGHT 社 N9030A Signal Analyzer	2
方向性結合器	KEYSIGHT 社 87300B Directional Coupler	2
SG	KEYSIGHT 社 N5182B Vector Signal Generator	1
BPF	K&L Tunable Bandpass Filter	2

3.3 試験手順

- 測定器の設定

- (ア) 試験機器と模擬衛星局の互いの受信電力が、伝搬路の減衰を含めて回線計算上のノミナル状態に近くなるよう、減衰器を調整する。
- (イ) 試験機器から「ビットエラー数」、「受信ビット数」を読み出す。

- 試験機器の設定

- (ア) キー操作、制御器又は外部試験装置を用いて試験周波数を設定し、連続受信状態とする。

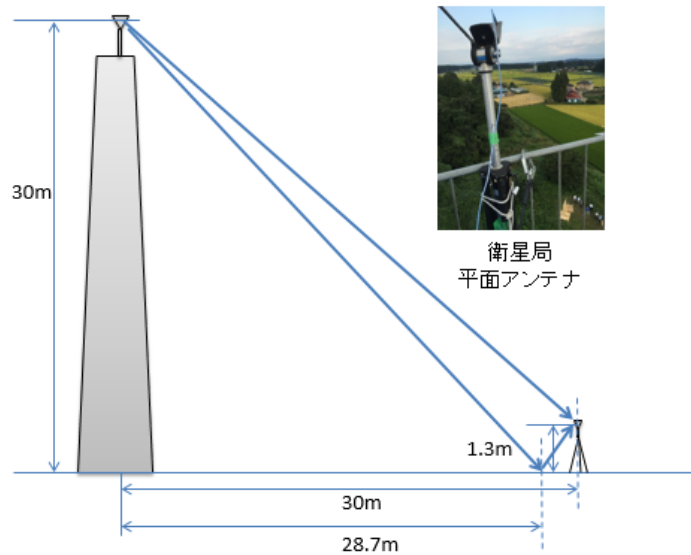
- 結果の取得

- (ア) 模擬衛星局は試験周波数で連続送信状態とする。
- (イ) 壁なし時（大地反射のみ）において、試験機器側のスペアナの受信レベルが、伝搬路の減衰を含めて回線計算上のノミナル状態に近くなるよう減衰器を調整する。
- (ウ) BER の QZSS 諸元規定値 ($8.8E-6$) に相当する受信ビット数 (約 114,000 ビット) 以上に対しビットエラーが発生しないことを確認するとともに、試験機器の受信レベルを少し高め (+2~3dB) に設定し受信状態としたうえで、模擬衛星局側の受信レベルを通信が途絶するまで徐々に小さくしていき受信感度点を推定する。
- (エ) 壁なし時（大地反射のみ）における受信レベル（イ）のもとで、壁面配置の各パターンを構成し、(ウ) を実施する。

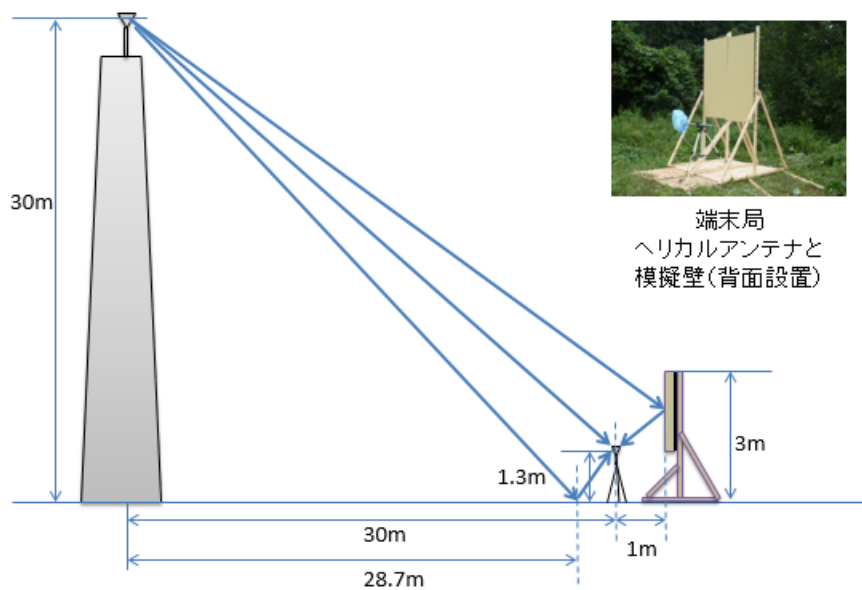
検証する伝送路パターンの一覧を表参 9- 3-2 に、それぞれの伝送路パターンの構成を図参 9- 3-2 から図参 9- 3-4 に示す。

表参 9- 3-2 屋外試験：伝送路パターン

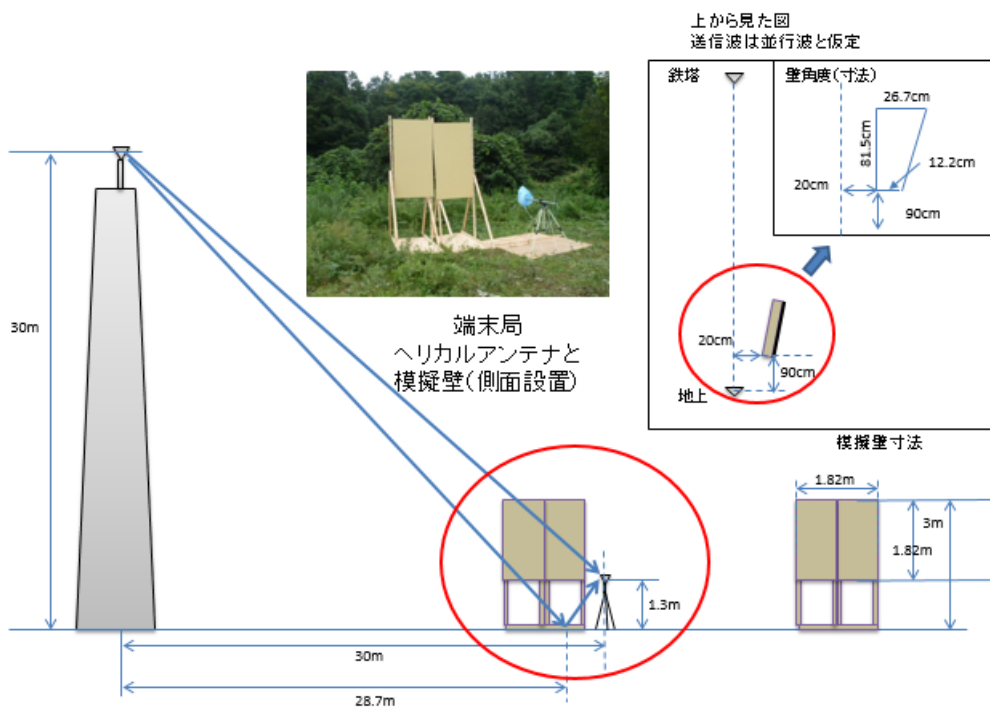
伝送路パターン	内容
大地反射（入射角 45° ）	大地反射のみ（試験機器への入射角は 45° ）で、模擬壁面はなし。
大地反射＋壁背面（入射角 45° ）	大地反射に加えて、試験機器の背面に模擬壁面を設置する（試験機器への入射角は 45° ）。
大地反射＋壁側面（入射角 10° ）	大地反射に加えて、浅い入射角を構成するために試験機器の側面に模擬壁面を設置する（試験機器への入射角は 10° ）。



図参 9- 3-2 屋外試験：伝送路パターン（大地反射）構成



図参 9- 3-3 屋外試験：伝送路パターン（大地反射＋壁背面）構成



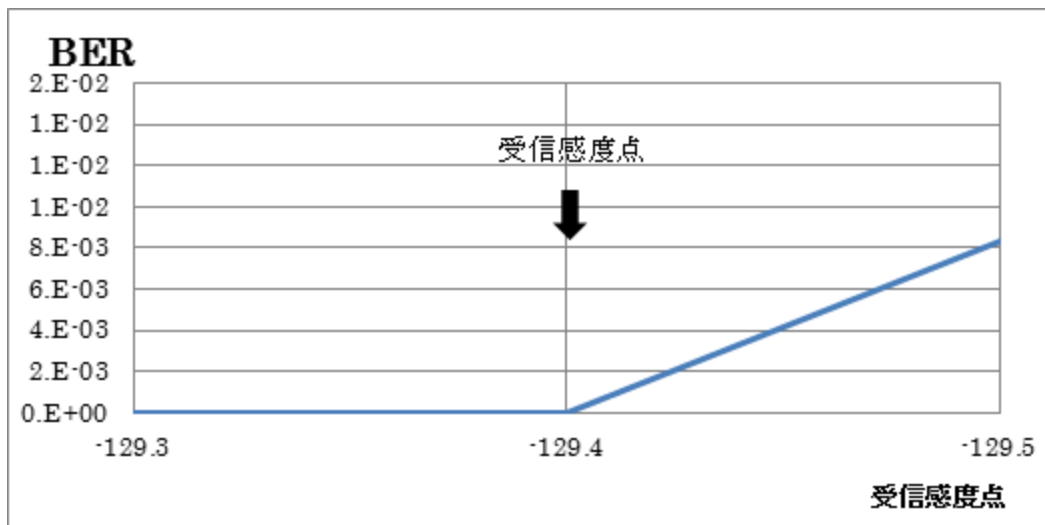
図参 9- 3-4 屋外試験：伝送路パターン（大地反射＋壁側面）構成

3.4 試験結果

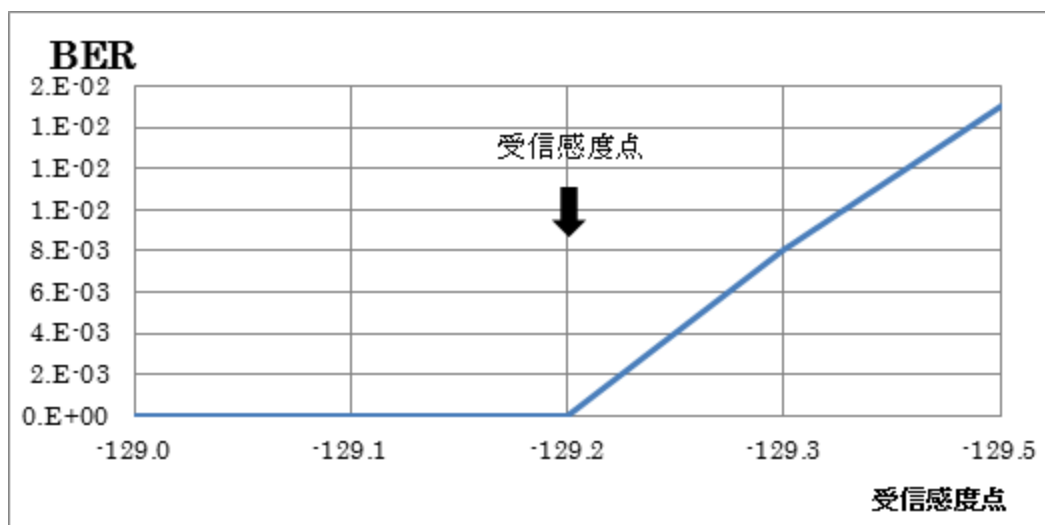
各伝送路パターンのもとでの受信感度点の測定結果を図参 9- 3-5 から図参 9- 3-7 および表参 9- 3-3 に示す。回線が不成立となる受信感度点に対し、受信レベルはマージンを有することを確認した。

また、回線設計上の地上端末（試験機器）受信機入力電力は -121.4dBm (-151.4dBW) で

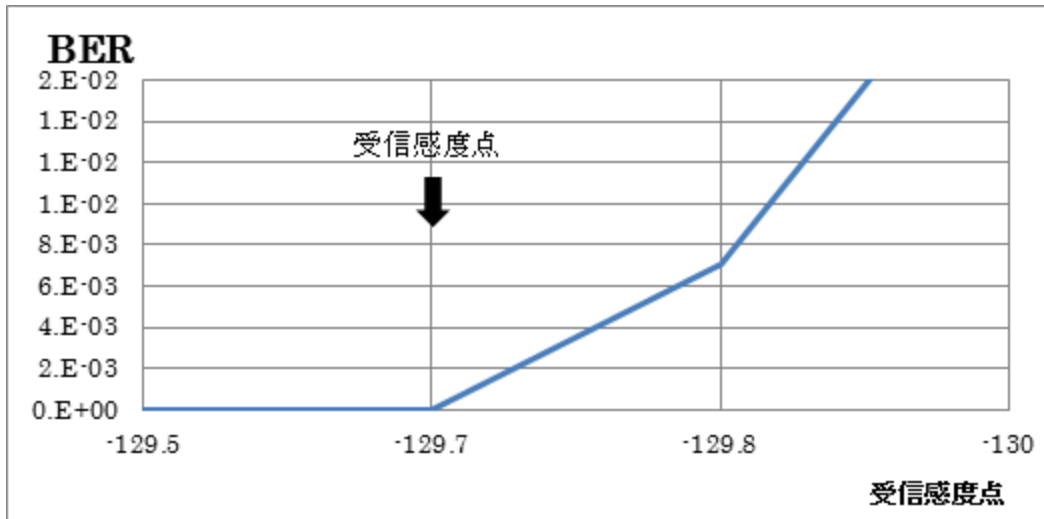
あり、測定した受信感度点と比較すると、マージンを有して回線成立することが確認された。



図参 9- 3-5 屋外試験結果：伝送路パターン（大地反射）



図参 9- 3-6 屋外試験結果：伝送路パターン（大地反射＋壁背面）

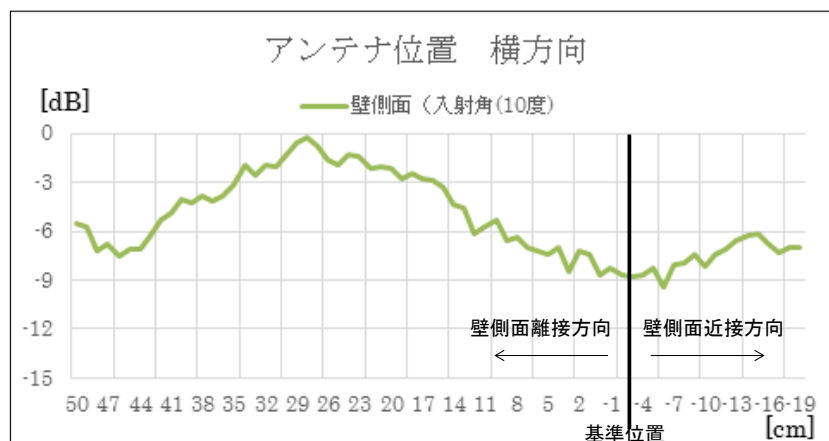


図参 9- 3-7 屋外試験結果：伝送路パターン（大地反射＋壁側面）

表参 9- 3-3 屋外試験結果

伝送路パターン	受信レベル	受信感度点
大地反射（入射角 45° ）	-122. 2dBm	-129. 4dBm
大地反射＋壁背面（入射角 45° ）	-121. 2dBm	-129. 2dBm
大地反射＋壁側面（入射角 10° ）	-126. 1dBm	-129. 7dBm

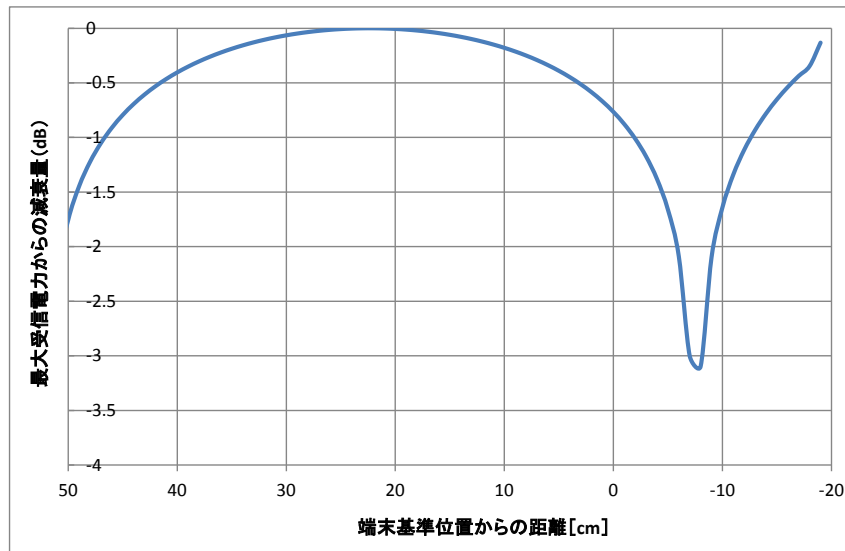
屋外での模擬壁面を用いた構成においては、壁面による入射角の実装にあたり一定の誤差の発生が想定されることより、図参 9- 3-4 におけるアンテナ基準位置の近傍において、壁側面に近接する方向、離接する方向の双方について、受信電力の差異を確認した。結果を図参 9- 3-8 に示す。アンテナ基準位置近傍の受信電力と比較した基準位置の受信電力はほぼ下限を示しており、受信感度点の基準位置での測定は適切であるものと考えられる。



図参 9- 3-8 壁側面に対するアンテナ基準位置近傍における受信電力差

また、壁面からの端末距離と受信電力との関係について、机上検討結果と実測結果の比

較を行った。机上検討結果を図参 9- 3-9 に示す。図参 9- 3-8 の実測範囲と比較すると、おおむね同様の傾向を示しており、数 10cm 程度の間隔で受信電力の落ち込みが生じることが分かる。



図参 9- 3-9 入射角 10° の際の壁面・端末位置と受信電力との関係（机上検討結果）

4 総合試験結果の分析

4.1 有線結合試験結果と屋外試験結果の比較

屋外試験結果と、屋外での環境雑音及び伝送路パターンをフェージングモデルで再現した屋内有線結合試験結果の比較を表参 9- 4-1 に示す。屋外試験と同等の結果が屋内有線結合試験で得られており、通信品質試験等の屋内における有線結合のもとでの検証結果が屋外でも成立することが確認された。

表参 9- 4-1 屋外試験結果と屋内有線結合試験結果の比較

伝送路パターン	屋外試験結果	屋内有線結合試験結果
大地反射（入射角 45° ）	-129. 4dBm	-130. 7dBm
大地反射+壁背面（入射角 45° ）	-129. 2dBm	-131. 0dBm
大地反射+壁側面（入射角 10° ）	-129. 7dBm	-130. 4dBm

4.2 典型的なマルチパス環境における通信成立性

典型的なマルチパス環境とは、大地反射（地上端末への入射角 45° ）に加えて構造物壁面反射（地上端末への入射角 45° 程度）を想定し、屋外試験における伝送路パターンでは「大地反射+壁背面（入射角 45° ）」が該当する。

当該パターンの受信感度点に関する試験結果は-129. 2dBm、回線設計上の地上端末（試験機器）受信機入力電力は-121. 4dBm（-151. 4dBW）であり、屋外での典型的なマルチパス環境においてマージンを有して回線成立することが確認された。

4.3 入射角が浅いマルチパス環境における通信成立性

入射角が浅いマルチパス環境を想定した場合として、屋外試験では伝送路パターン「大地反射+壁側面（入射角 10° ）」を実施し、当該パターンの試験結果は、受信レベルは-126. 1dBm、受信感度点は-129. 7dBm であった。また、壁面近傍における端末位置により数 10cm 程度の間隔で受信電力の落ち込みが生じることが実測及び机上検討で確認された。

受信レベル-126. 1dBm は、典型的なマルチパス環境：伝送路パターン「大地反射+壁背面（入射角 45° ）」の結果-121. 2dBm に比べて 5dB 程度の低下が見られる。

回線設計上の地上端末（試験機器）受信機入力電力は-121. 4dBm（-151. 4dBW）であり、受信レベル-126. 1dBm は下回っているが、受信感度点は-129. 7dBm であり、入射角が浅いマルチパス環境においてもマージンを有して回線成立することが確認された。なお、受信機入力電力-121. 4dBm と受信感度点-129. 7dBm の差異は、回線設計上のマージン 9. 0dB とおおむね同等の結果となっている。

