

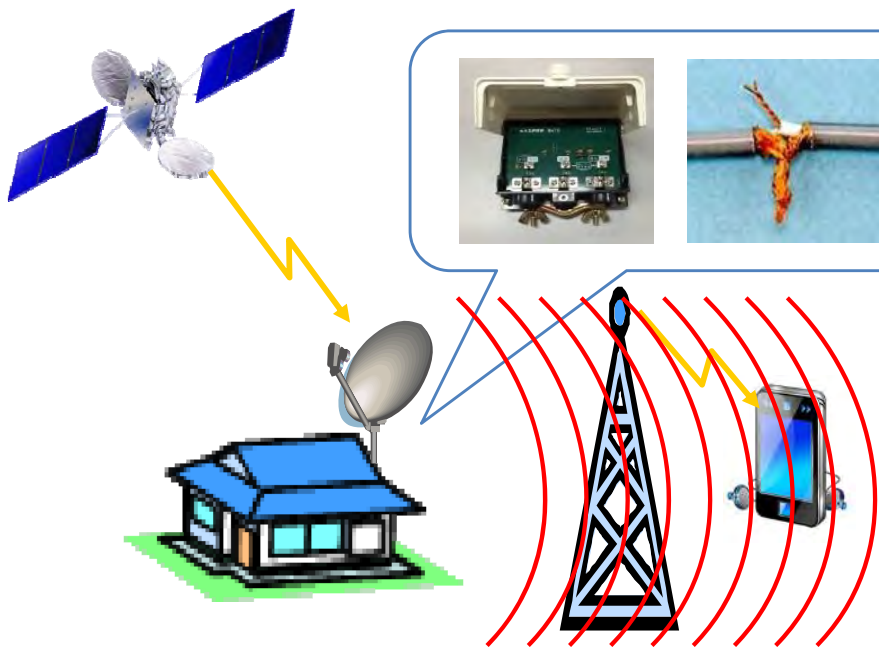
「衛星放送用受信設備に関する技術的条件」の 検討状況について

情報通信審議会 情報通信技術分科会
放送システム委員会

2017年5月19日

衛星放送用受信設備における中間周波数(IF)と重複する周波数を利用したサービスとの共用のため、技術的条件について検討を開始

中間周波数漏洩問題



我が国で市販されている衛星放送受信機は、取り扱いを容易にするため、アンテナで受けた電波(12GHz帯)を、低い周波数(中間周波数(IF)~2GHz帯)に変換し宅内に引き込む。

この中間周波数が外部に漏洩することにより、携帯等のシステムに混信を与える事例が発生している。

中間周波数の漏洩の主な事例

- ・古いブースターや直付けパッシブ機器の使用
- ・不適切な施工(いわゆる「手ひねり」など)

携帯電話や欧州宇宙機関(ESA)が運用する地球観測衛星SMOS(Soil Moisture and Ocean Salinity)の地球観測への混信の発生

新たに始まる衛星4K・8K実用放送(左旋円偏波を利用)により中間周波数帯が拡張(約1~2GHz → 約1~3.2GHz)

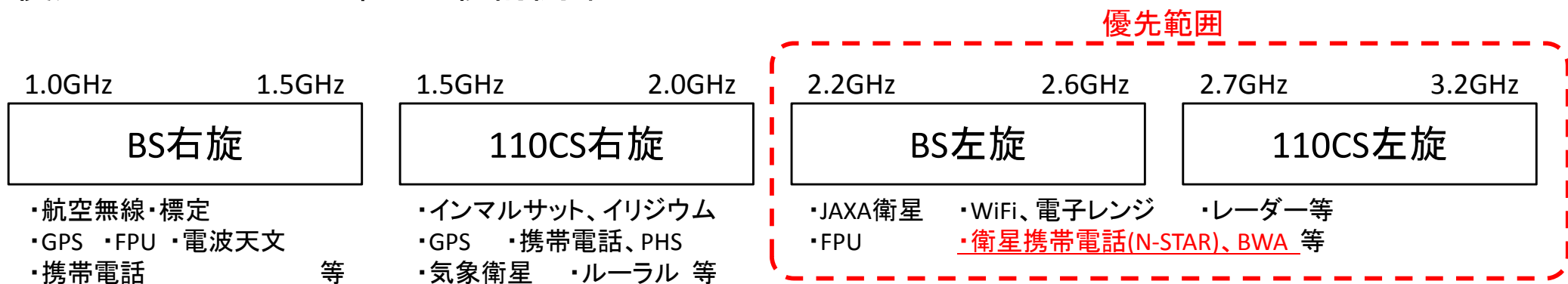


衛星放送用受信設備からの電波漏洩を抑止し、他のサービスとの共用を促進する技術的条件について検討する必要

昨年9月より情報通信審議会技術分科会放送システム委員会に衛星放送用受信設備作業班を設置して技術的条件の検討を実施し、これまで作業班を7回、アドホック会合を5回開催

1. 検討対象とする中間周波数の帯域・無線システム

- BS/CS-IFのうち、2018年の実用放送開始が予定されており、また対応する機器は今後製品が出回ることが想定される左旋部分について、まずは優先して検討
- その中でも、漏洩による影響が大きいと考えられるBWAや衛星移動通信システム(N-STAR)が使用している2.5GHz帯から検討開始



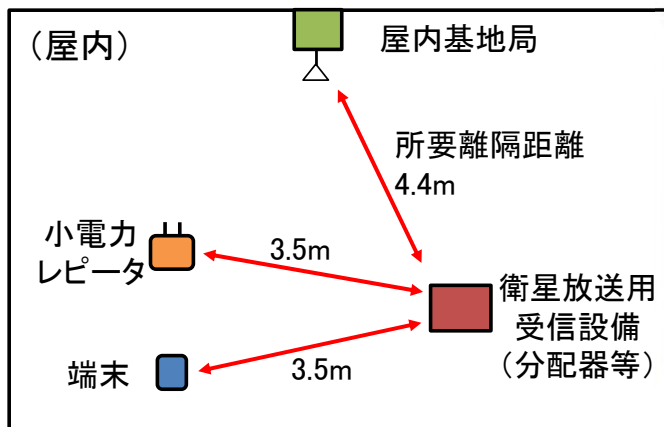
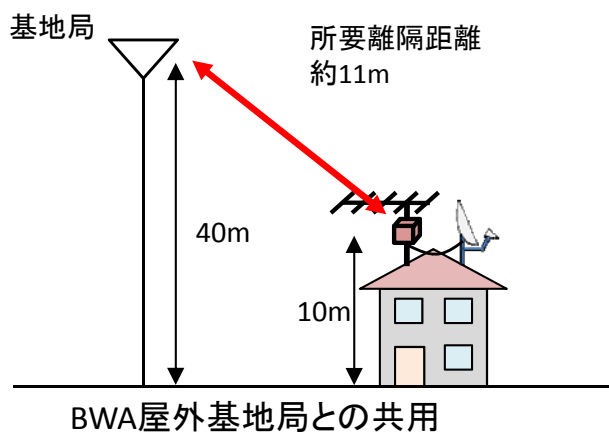
2. 2.5GHz帯の検討方法

- 放送事業者(NHK、B-SAT、スカパーJSAT)、通信事業者(NTTドコモ、UQ、WCP)、受信設備メーカー等関係者からなる2.5GHz帯アドホックグループを設置
- 既存システム(BWA、N-Star)と共用可能な、漏洩電波の限度値と離隔距離について検討

3. 漏洩基準案の検討

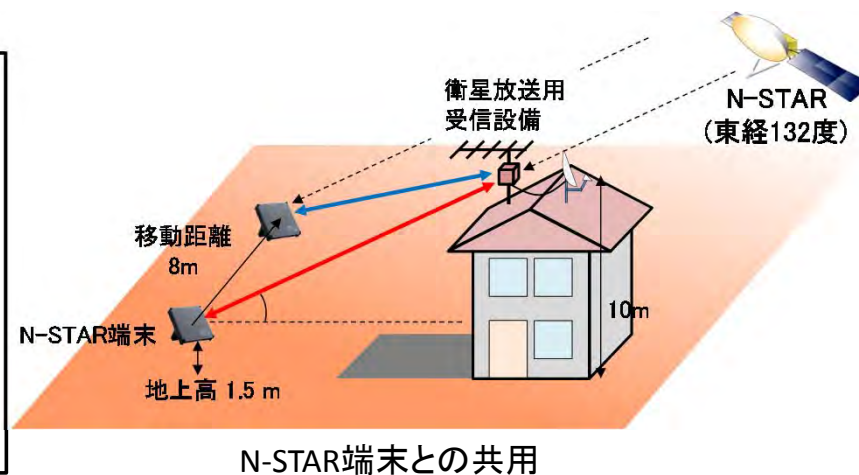
- 免許を要しない微弱無線局の上限値を参考に、漏洩基準案として、 -49.1dBm 以下(3mでの電界強度: $46.2\text{dB}\mu\text{V/m}$)/ 33.7561MHz を検討
- モデルケースを想定し、漏洩基準案と無線システムの許容干渉電力から所要離隔距離を算出。その結果、共用の可能性があった。
- 上記を踏まえ、漏洩量の実測を行い、実測値を用いた所要離隔距離を算出し、漏洩基準案の妥当性を確認した。

(参考)漏洩基準案による所要離隔距離の計算例



BWA屋内機器との共用

※ 所要離隔距離が数メートルと近距離の関係になるため、実測により分配器等からの漏洩電力を測定し検証する。



※ 端末と衛星とブースターが一直線上に並ぶ場合に最も厳しい条件となるが、衛星受信アンテナの指向特性により端末が横に移動することによって、干渉は大幅に軽減される。

※ 所要離隔距離は約11m必要であるが、モデルにおいては30m以上の距離があることから条件を満たしている。

4. 実測結果

- 左旋放送に対応した機器単体の漏洩電波測定結果より、実測したすべての衛星放送用受信設備の機器は漏洩基準案を満たしていることが確認された。(最悪機種で約10dBの余裕度を確認)

◆ 被測定機種

| | | |
|--------|-----------------------------|----------------|
| ブースタ | 戸建住宅用: 4機種 | 4社1機種 |
| | 集合住宅用: 4機種 | 4社1機種 |
| 分配器 | 4分配、5分配、6分配 | 4社各1機種 (計12機種) |
| 分岐器 | 4分岐 | 4社1機種 |
| 壁面端子 | 1端子、2端子 | 4社各1機種 (計8機種) |
| 同軸ケーブル | S-5C-FB (30m)、S-7C-FB (50m) | 各1品種 |

- ◆ 測定方法
 - ブースタ: 3軸測定手法(15度刻み、各軸24方向)
 - 分配器・分波器・壁面端子: 6面測定手法
 - 同軸ケーブル 1面測定手法

- ◆ 信号源 変調方式: CW

- ◆ 測定周波数 BS・CSの右/左旋の全チャンネル (中心周波数は1049.48~3206MHzの全50波)

- ◆ 周波数ステップ 38.36MHz (BS)、40MHz (CS)

- ◆ 測定距離 3m

- ◆ 測定器 スペクトラムアナライザ

※RBW: ブースタ: 300kHz、その他: 100kHz

※VBW: ブースタ: 3MHz、その他: 1MHz

- ◆ 受信アンテナ ダブルリッジホーンアンテナ

- ◆ ブースタの入出力レベル 定格出力になるように、利得を最大に設定した上で入力レベルを調整

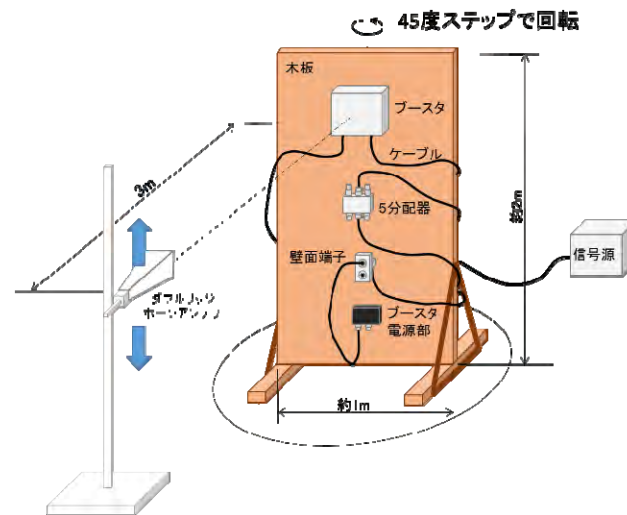
- ◆ ブースタ以外を入力レベル 110dB μ V



【機器単体の測定風景】

4. 実測結果(続き)

- 受信システムの簡易モデルを構築し、ブースタと分配器を極めて近くに配置する等の最悪条件で受信システムの漏洩電波を計測した結果、漏洩基準案を満たしていることを確認し、その場合においてブースタからの漏洩が支配的であることが確認できた。



※ システムを構築しハイトパターンを計測

5. 2.5GHz帯の検討結果

- 実測結果に基づき今回の測定により2.5GHz帯のシステムは漏洩基準案に基づく共用が可能であると確認できた。なお実測結果による離隔距離は以下のとおりとなる。

| 被干渉モデル | N-STAR 端末 | XGP基地局 | | | WiMAX基地局 | | | XGPLレピータ/端末 | | WiMAXレピータ/端末 | | WiMAX 屋内基地局 | |
|--------|-----------|--------|---------------|---------------|----------|---------------|---------------|-------------|---------------|--------------|---------------|-------------|-------|
| | | 独立鉄塔 | 独立鉄塔 同一建屋 | 独立鉄塔 同一建屋 | 独立鉄塔 | 独立鉄塔 同一建屋 | 独立鉄塔 同一建屋 | 屋外 | 屋内 | 屋外 | 屋内 | | |
| 与干渉モデル | 戸建ブースタ | 戸建ブースタ | 集合ブースタ (収納箱有) | 集合ブースタ (収納箱無) | 戸建ブースタ | 集合ブースタ (収納箱有) | 集合ブースタ (収納箱無) | 戸建ブースタ | 宅内配信機器 (分配器等) | 戸建ブースタ | 宅内配信機器 (分配器等) | | |
| 離隔距離 | [基準案] | 43.2m | 11.4m | 2.0m | 11.4m | 11.1m | 2.0m | 11.1m | 3.6m | 3.6m | 3.5m | 3.5m | 4.4m |
| 離隔距離 | [実力値] | 10.5m | 2.5m | 0.35m | 2.0m | 2.0m | 0.42m | 2.3m | 0.79m | 0.04m | 0.65m | 0.04m | 0.04m |

・衛星放送用受信設備の技術的条件(案)

| 技術的条件 | |
|--------------|---|
| 対象とする受信設備 | 11.7GHzを超え12.75GHz以下の周波数の電波を使用する衛星基幹放送の受信設備 |
| 対象とする中間周波数範囲 | 2,224MHz以上3,224MHz未満 |
| 漏洩上限 | 3mでの電界強度: 46.2dB μ V/m |

・今後の進め方

- 現時点においては、最も厳しい条件であると想定した2.5GHz帯の検討のみ終了している段階であることから、対象とする中間周波数の範囲への適用性について検証する。
- 今回の実測で得た知見等を踏まえ、漏洩上限の測定方法について検討する。
- 衛星放送用受信システムは誰でも設置出来るものであり、技術的条件を満たしている製品や施工方法を分かりやすく示す必要があることから、関係者によるガイドライン策定等を進める。
- 漏洩の極めて少ない光配信システムについて検討する。
- 今回対象としていない中間周波数範囲についての進め方を検討する。

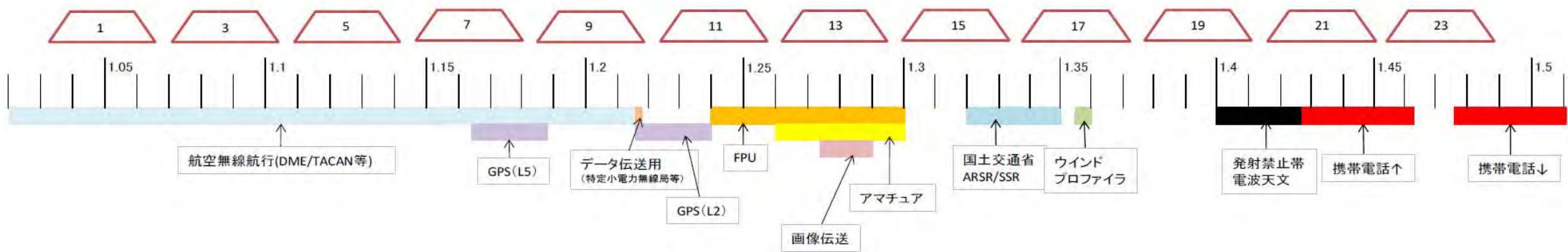
参考資料

1. 2. 5GHz帯検討概要 (P.9～)
2. 衛星放送用受信設備の実測概要(P.47～)

1. 2. 5GHz帯検討概要

BS・CS右旋-IFと他の無線サービスとの周波数関係

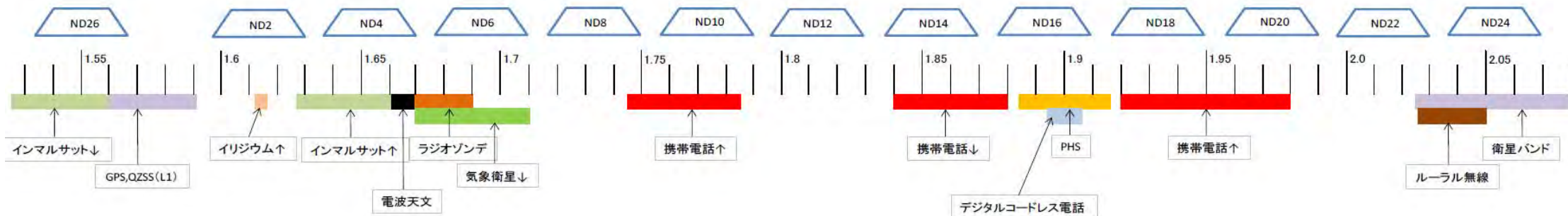
BS右旋(中間周波数)



1.03223 ~ 1.48869 GHz

110度CS右旋(中間周波数)

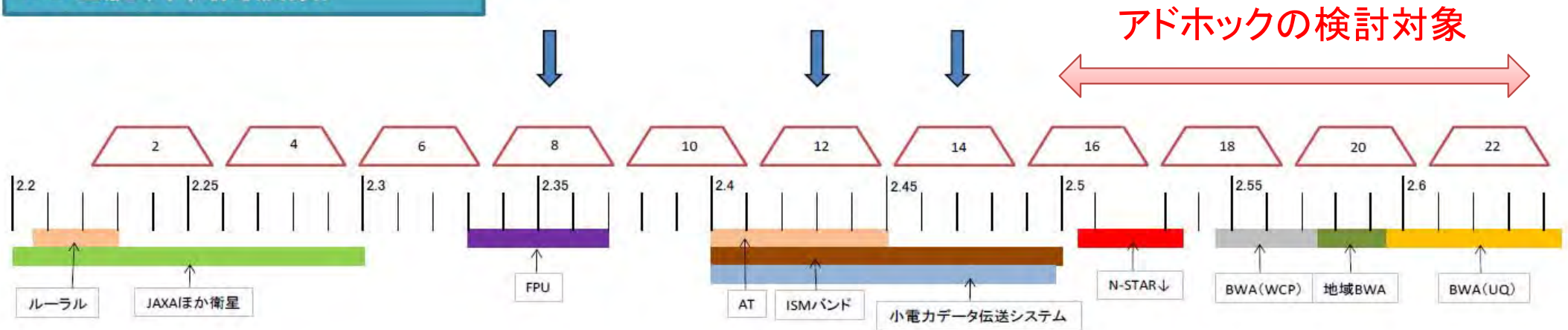
(検討中)



1.53275 ~ 2.07025 GHz

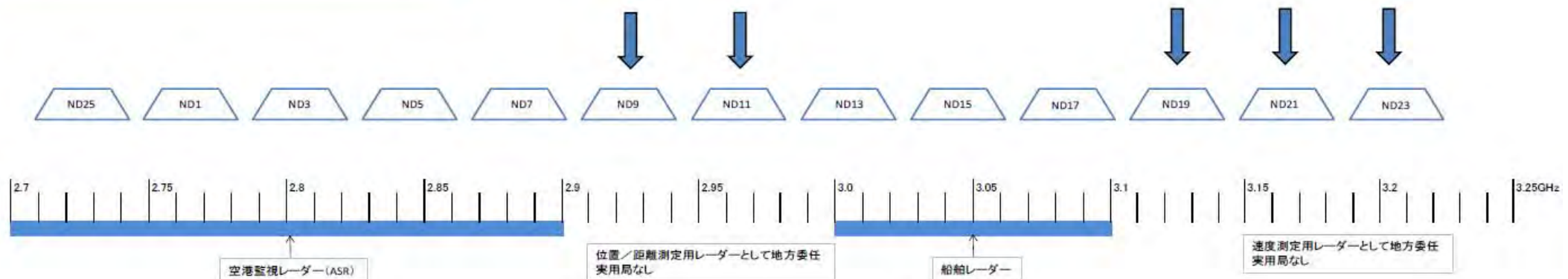
BS・CS左旋-IFと他の無線サービスとの周波数関係

BS左旋(中間周波数)



2.22441 ~ 2.64251 GHz

110度CS左旋(中間周波数)



2.70875 ~ 3.22325 GHz

BS-IF宅内配信機器※1からの漏洩基準案検討の考え方

※1 受信アンテナから受信機入力までを構成する機器(ブースタ、分配器など)

漏洩基準案検討の考え方

■ 対象とする周波数

- 衛星放送の宅内配信システムで利用するBS-IFおよびCS-IFのうちの、2505MHz - 2645MHz

■ 漏洩基準案の評価方法

- 以下の通信サービスとの干渉評価による

N-STAR:2505-2535MHz、XGP(WCP):2545-2575MHz、WiMAX(UQ):2595-2645MHz

- 双方のサービスがデジタル変調方式を採用していることを考慮し、1MHzあたりの平均電力により干渉評価

漏洩基準案

■ 微弱無線局で規定されている値を参考にして検討

- 微弱無線局規定値に相当する距離3mにおける電界強度 $35\mu\text{V}/\text{m}/\text{MHz}$ ($30.9\text{dB}\mu\text{V}/\text{m}/\text{MHz}$ ※2)を1MHzあたりの漏洩電力の平均電力として換算
- 高度広帯域伝送方式(ISDB-S3)のナイキスト帯域幅(シンボルレート: 33.7561Mbaud)に換算
- 帯域幅換算(1MHz → 33.7561MHz): 15.3dB

※2 帯域幅 1MHz (平成18年3月28日 総務省告示第172号)(参考2参照)

漏洩基準案として、-49.1dBm以下(3mでの電界強度: $46.2\text{dB}\mu\text{V}/\text{m}$)/33.7561MHzを検討

干渉評価の考え方

【干渉評価の考え方】

- 対象となる通信サービスごとに、干渉評価モデルを構築
- 下表に示す漏洩基準案を適用

| 漏洩基準(案) (帯域幅あたりの平均電力) | |
|--|---|
| 33.7561MHz | 1MHz |
| -49.1dBm以下 (3mでの電界強度: 46.2dB μ V/m)※ | -64.4dBm以下 (3mでの電界強度: 30.9dB μ V/m) |

※

- ・Rec. ITU-R P.525-3 Annex 1 (7)式 より算出
3mにおける電界強度[dB μ V/m/MHz]
= 宅内配信機器からの漏洩電力Pt[dBm/MHz]+95.3 [dB]
- ・ 33.7561MHzでの電界強度は15.3dB増加(参考3参照)

【評価モデルの考え方】

BS-IF宅内配信システム

- ブースタの高さは10m(参考1参照)
- 宅内配信システムとしてARIB STD-B63記載のシステム設計例を適用により、干渉源としてはブースタが支配的
- 集合住宅用ブースタは受信アンテナ近傍の棟(収納箱)内に設置
 - 棟(収納箱)による遮蔽減衰量: 15dB(情報通信審議会 情報通信技術分科会 小電力無線システム委員会報告より)

通信サービス

- 情通審 情報通信技術分科会 携帯電話等高度化委員会報告(平成25年3月28日)に記載のパラメータをベースに通信各社からの追加パラメータを個別に考慮

干渉モデルの設定

- 今回の検討ではシングルエントリーを前提とする。
- 干渉モデル: 別紙に記載

干渉評価結果

漏洩基準を-49.1dBm/ 33.7561MHzとしたときの通信サービスへの干渉を評価

- 左旋円偏波対応の宅内配信機器の漏洩電波について実力値を測定
- 実力値の把握とともに、漏洩基準案の妥当性を検証 → 検討離隔距離について緩和の可能性を確認

【N-STAR】

N-STAR受信端末アンテナの指向性最大の方向にブースタが設置されている場合をベースに離隔距離を評価

- N-STAR受信端末との離隔距離が43.2m以上あれば共用可能 → 実力値は基準案より10dB以上のマージンを確認
- 机上検討では離隔距離43.2m以下の場合、N-STAR受信端末を最大8m程度移動すれば、N-STAR受信端末のアンテナ指向性により共用可能 → 実力値から離隔距離は机上検討の約1/4に緩和

【BWA】

基地局、小電力レピータ、端末について、戸建および集合住宅の宅内配信機器との離隔距離を評価

■基地局

- 所要離隔距離は11.4m → 実力値は基準案より10dB以上のマージンを確認。離隔距離は机上検討の約1/4に緩和
- 戸建のブースタと基地局の干渉評価モデルでの距離は30m以上であり、共用可能
- 集合住宅のブースタと基地局の干渉評価モデル(高低差なし)では、ブースタを収納箱に収容すれば、離隔距離が2m以上で共用可能 → 実力値は基準案より10dB以上のマージンを確認。離隔距離は机上検討の約1/10に緩和
- 小電力レピータおよび端末(屋外)
- 所要離隔距離は3.6m → 実力値は基準案より10dB以上のマージンを確認。離隔距離は机上検討の約1/4に緩和
- 戸建のブースタと小電力レピータおよび端末との干渉評価モデルでの距離は8.5m以上であり、共用可能

■屋内基地局

- 離隔距離が4.4m以上であれば共用可能 → 宅内設置する分配器の実力値は基準案より40dB以上のマージンを確認。離隔距離は机上検討の約1/100に緩和

■小電力レピータおよび端末(屋内)

- 離隔距離が3.6m以上であれば共用可能 → 宅内設置する分配器の実力値は基準案より40dB以上のマージンを確認。離隔距離は机上検討の約1/100に緩和

※ ただし、室内等に設置したブースターが端末や小電力レピータ等と近接し影響を受けるケース、複数受信設備から影響を受けるケース、等のモデルの場合はこの結果は適用出来ない可能性がある。

干渉検討

- N-STAR (NTTドコモ)
- BWA
 - XGP (Wireless City Planning)
 - WiMAX (UQコミュニケーションズ)

N-STAR (NTTドコモ)

N-STARの仕様(11/7アドホック資料より)

■ N-STAR端末の共用条件

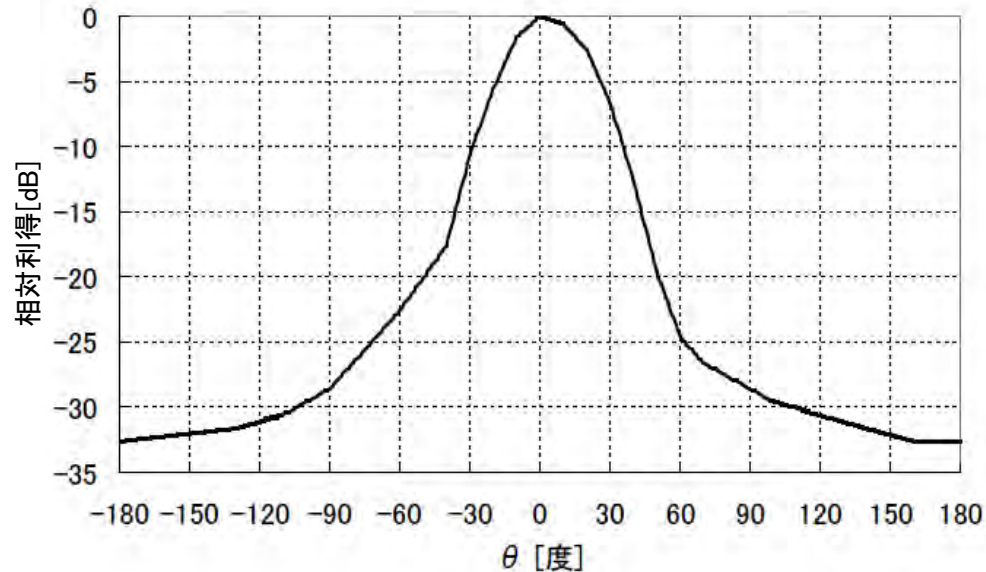
| 項目 | N-STAR 端末受 |
|------------------|------------|
| 周波数 [MHz] | 2505-2535 |
| 地上高 [m] | 1.5 |
| 許容干渉電力 [dBm/MHz] | -124.9 |
| 空中線利得 Gr [dBi] | 12.6 |
| 給電線損失 Lr [dB] | 0 |

■ 通信衛星(N-STAR)の概要

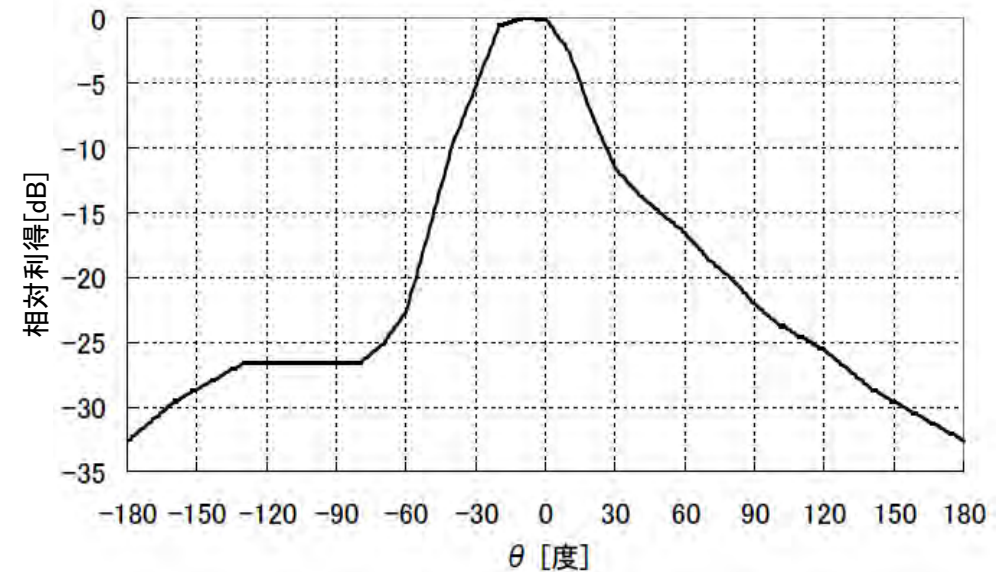
| 項目 | 通信衛星 |
|----------|-------------------------|
| 衛星名称 | N-STAR |
| 衛星軌道位置 | 東経132度 静止軌道上 |
| 地上から見た仰角 | 札幌39.4度、東京47.8度、福岡50.9度 |

N-STAR端末のアンテナ放射パターン

N-STAR端末水平アンテナ放射パターン



N-STAR端末垂直アンテナ放射パターン

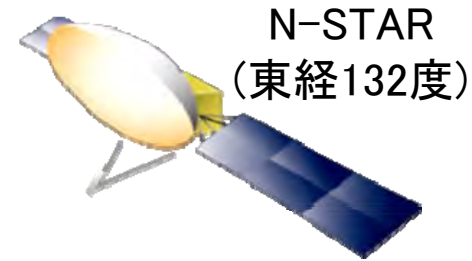


- アンテナ放射パターンの相対利得(2.5GHz帯アドホック(第1回、11/7)資料より)
- 端末アンテナの法線方向(ボアサイト、 $\theta = 0$)の利得で正規化
- 水平アンテナ放射パターンの相対利得は左右の角度($\pm \theta$)の値の平均値を適用
- 垂直アンテナ放射パターンは、法線方向から地面に近づく方向をマイナス方向と定義

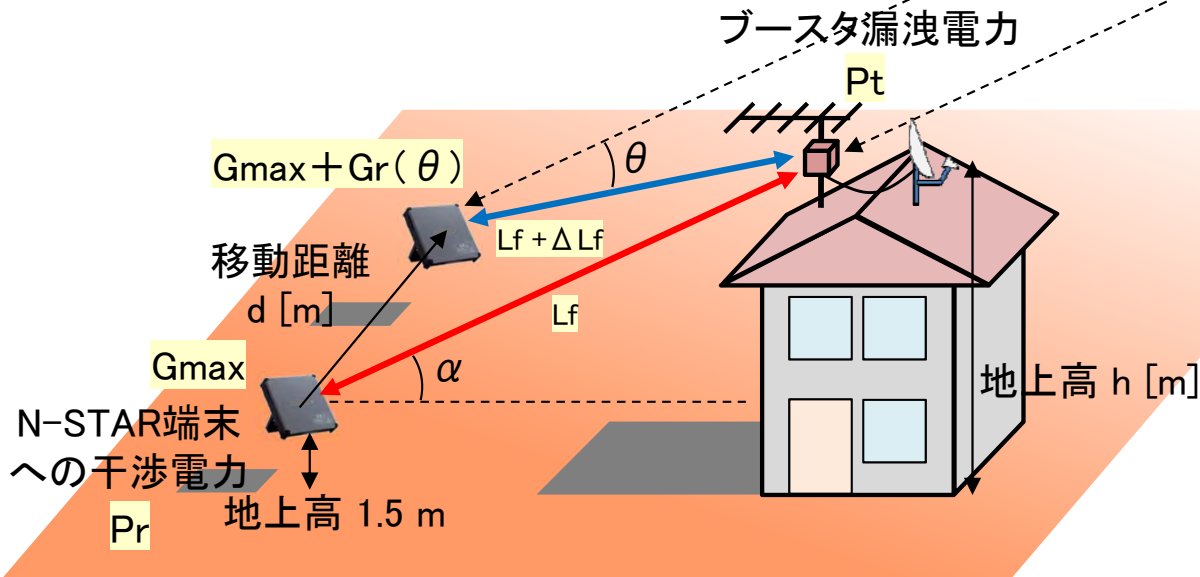
干渉評価検討モデル(N-STAR)

- ブースタの設置高をパラメータに所要離隔距離dを評価
- N-STAR受信端末の利得は12.6dBi、地上高は1.5m
- ブースタの漏洩電力は、-49.1dBm/33.7561MHz(-64.4dBm/MHz)を適用

- ↔ N-STAR端末と衛星を結んだ線上にブースタがある場合の離隔距離
- ↔ N-STAR端末が移動したときの離隔距離



α : 仰角
 θ : N-STAR端末アンテナの法線方向と、N-STAR端末から見たブースタ方向との角度



| 都市の例 | 仰角 α |
|------|-------------|
| 札幌 | 39.4度 |
| 東京 | 47.8度 |
| 福岡 | 50.9度 |

● 干渉電力 $Pr[\text{dBm/MHz}] = Pt[\text{dBm/MHz}] - Lf[\text{dB}] - \Delta Lf(\theta)[\text{dB}] + Gmax[\text{dBi}] + Gr(\theta)[\text{dB}] - Lr[\text{dB}]$

Pt : ブースタ漏洩電力、 Lf : 自由空間損失、 $\Delta Lf(\theta)$: 自由空間損失の変化量、
 $Gmax$: 空中線利得 (12.6dBi)、 $Gr(\theta)$: アンテナ利得低下量、 Lr : 給電線損失 (0dB)

N-STAR受信端末との検討のまとめ

| 所要 離隔距離 | 都市 | 所要 ブースタ高 | 所要 水平距離 | ブースタ高10m でのマージン | 許容干渉電力を 満たすための 端末移動距離・角度 |
|------------|----|-------------|------------|--------------------|--------------------------------|
| 43.2 m | 札幌 | 28.9 m | 33.4 m | -10.2 dB | 8.0 m ・ 約30度 |
| | 東京 | 33.5 m | 29.0 m | -11.5 dB | 7.4 m ・ 約30度 |
| | 福岡 | 35.0 m | 27.2 m | -11.9 dB | 7.2 m ・ 約30度 |

N-STAR受信端末アンテナの指向性最大の方に宅内配信用ブースタが設置されている場合(最大干渉モデル)をベースに検討

- N-STAR受信端末との離隔距離が43.2m以上あれば、共用可能
- 離隔距離が43.2m以下の場合は、N-STAR受信端末を最大8m程度移動すれば、N-STAR受信端末のアンテナ指向性により共用可能

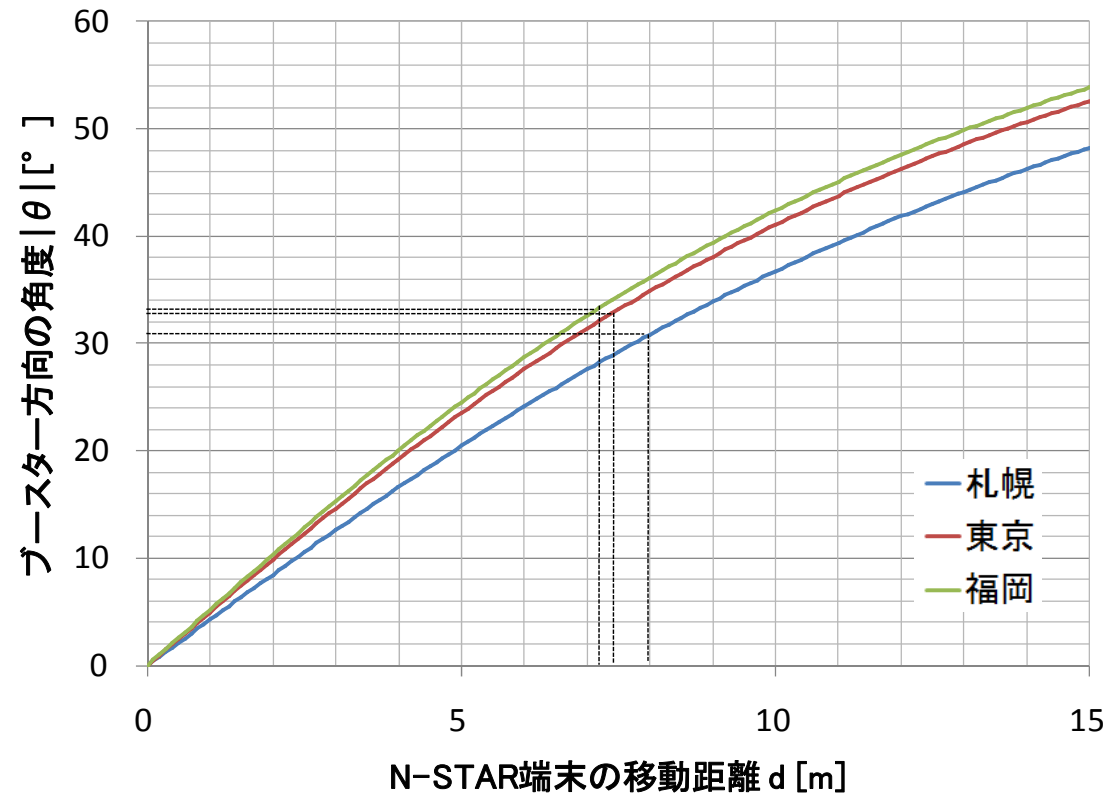
【実機による漏洩電波の測定結果】

- 最悪機種種の漏洩電波の最大値は、33.9dB μ V/m/33.7561MHz
- この値から離隔距離を求めると10.5mとなるため、共用可能

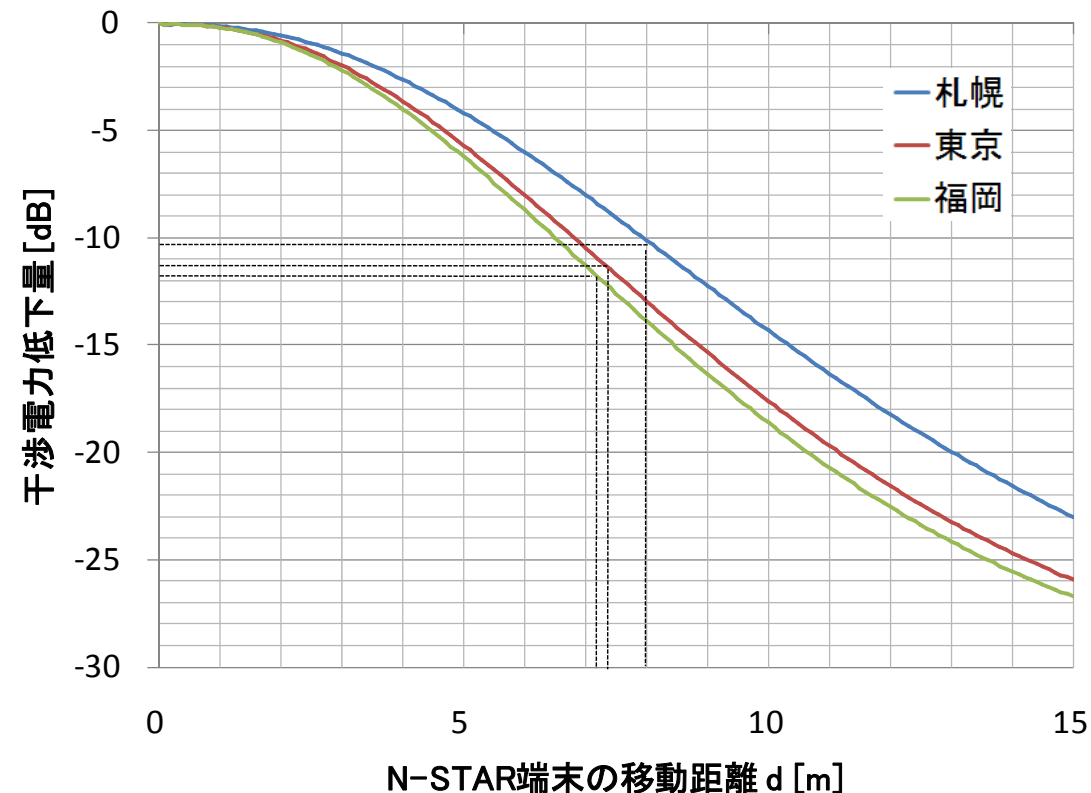
【参考】 端末移動距離と干渉電力低下量の関係

- N-STAR端末アンテナの法線方向にブースタと衛星が並ぶ状態から、端末が(水平に)移動した場合の、「角度 θ 」と「干渉電力低下量(「アンテナ減衰量 $G_r(\theta)$ - 自由空間損失の変化量 $\Delta L_f(\theta)$)」を検討。
- ブースタ高: h は10m固定とした。

角度 θ の変化



干渉電力低下量の変化



BWA

- XGP (Wireless City Planning)
 - WiMAX (UQコミュニケーションズ)
-

XGP(WCP)の仕様(11/7アドホック資料より)

■ XGP(WCP)の共用条件

| 項目 | XGP(WCP) 基地局受 | XGP(WCP) 小電力レピータ受 | XGP(WCP) 端末受 |
|---------------------|------------------|----------------------|-----------------|
| 周波数 [MHz] | 2545- 2575 | 2545- 2575 | 2545- 2575 |
| 地上高 [m] | 40 | 1.5 | 1.5 |
| 許容干渉電力 [dBm/MHz] | -114 | -112 | -112 |
| 空中線利得 Gr [dBi] | 17 | 4 | 4 |
| 給電線損失 Lr [dB] | 5 | 0 | 0 |

WiMAX(UQ)の仕様(11/7アドホック資料より)

■ WiMAX(UQ)の共用条件

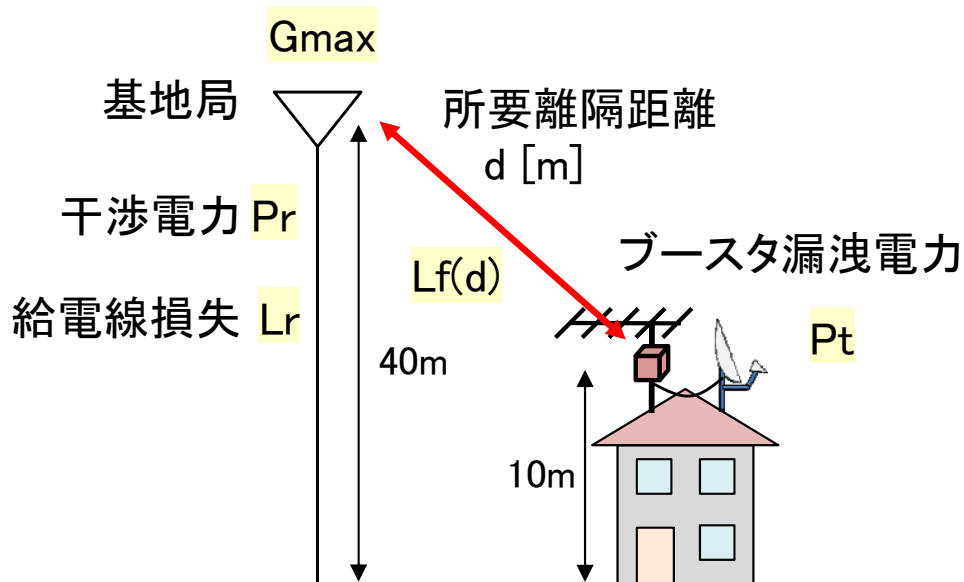
| 項目 | WiMAX(UQ) 屋外基地局受 | WiMAX(UQ) 屋内基地局受 | WiMAX(UQ) 小電力レピータ | WiMAX(UQ) 端末受 |
|---------------------|---------------------|---------------------|----------------------|------------------|
| 周波数 [MHz] | 2595- 2645 | 2595- 2645 | 2595- 2645 | 2595- 2645 |
| 地上高 [m] | 40 | 1.5~4 | 1.5 | 1.5 |
| 許容干渉電力 [dBm/MHz] | -114 | -114 | -112 | -112 |
| 空中線利得 Gr [dBi] | 17 | 4 | 4 | 4 |
| 給電線損失 Lr [dB] | 5 | 0 | 0 | 0 |

XGP (Wireless City Planning)

XGP (WCP) 基地局の検討 (戸建)

- 屋外における所要離隔距離dを検討
- 基地局アンテナの利得は17dBi、地上高は40mで固定
- ブースタの設置高さは10m※
- ブースタの漏洩電力は、-49.1dBm/33.7561MHz (-64.4dBm/MHz)を適用

※ ブースタの地上高：電波監理委員会規則第二十一号より 参考1参照



許容干渉電力を満たすための
所要離隔距離

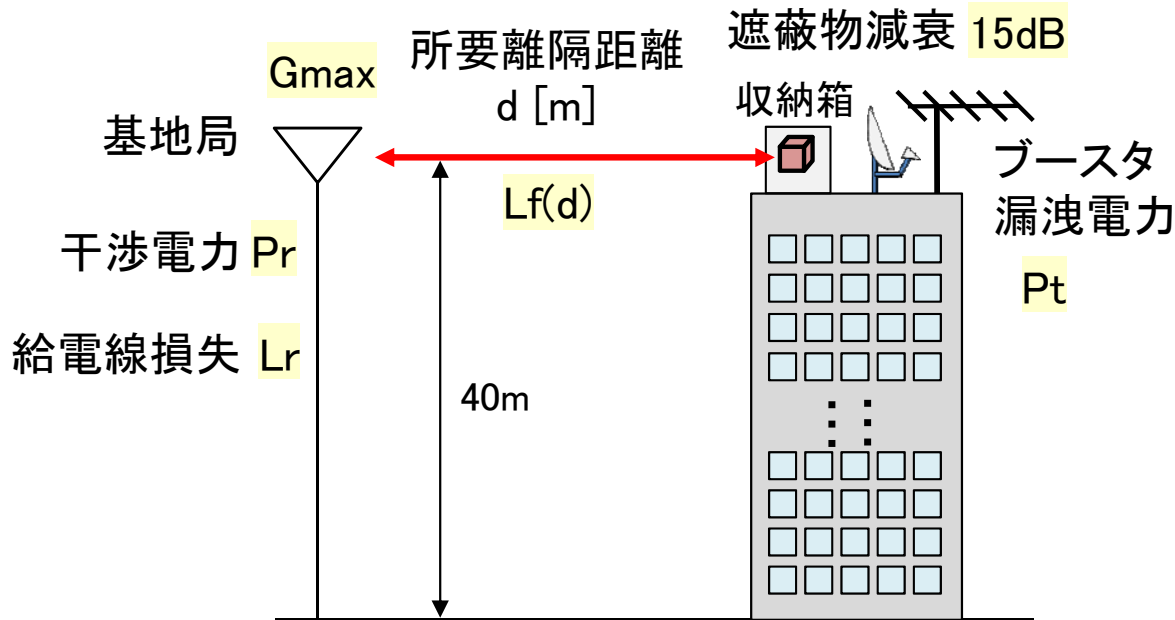
| XGP (WCP) | 所要 離隔距離 | 実測結果 離隔距離 | モデルの 離隔距離 |
|-----------|------------|--------------|--------------|
| 基地局 | 11.4 m | 2.5 m | 30m 以上 |

● 干渉電力 $Pr[\text{dBm/MHz}] = Pt[\text{dBm/MHz}] - Lf(d)[\text{dB}] + Gmax[\text{dBi}] - Lr[\text{dB}]$

Pt: ブースタ漏洩電力、Lf(d): 自由空間損失、Gmax: 空中線利得(17dBi)、Lr: 給電線損失(5dB)

XGP (WCP) 基地局の検討 (集合住宅・独立鉄塔等)

- 屋外における所要離隔距離dを検討
- 基地局アンテナの利得は17dBi、地上高は40mで固定
- ブースタは収納箱内に設置されるものとし、収納箱による減衰(遮蔽物減衰量15dB)を考慮
- ブースタの漏洩電力は、-49.1dBm/33.7561MHz (-64.4dBm/MHz)を適用



許容干渉電力を満たすための
所要離隔距離

| XGP (WCP) | 所要離隔距離 | 実測結果離隔距離 |
|-----------|--------|----------|
| 基地局 | 2.0 m | 0.35 m |

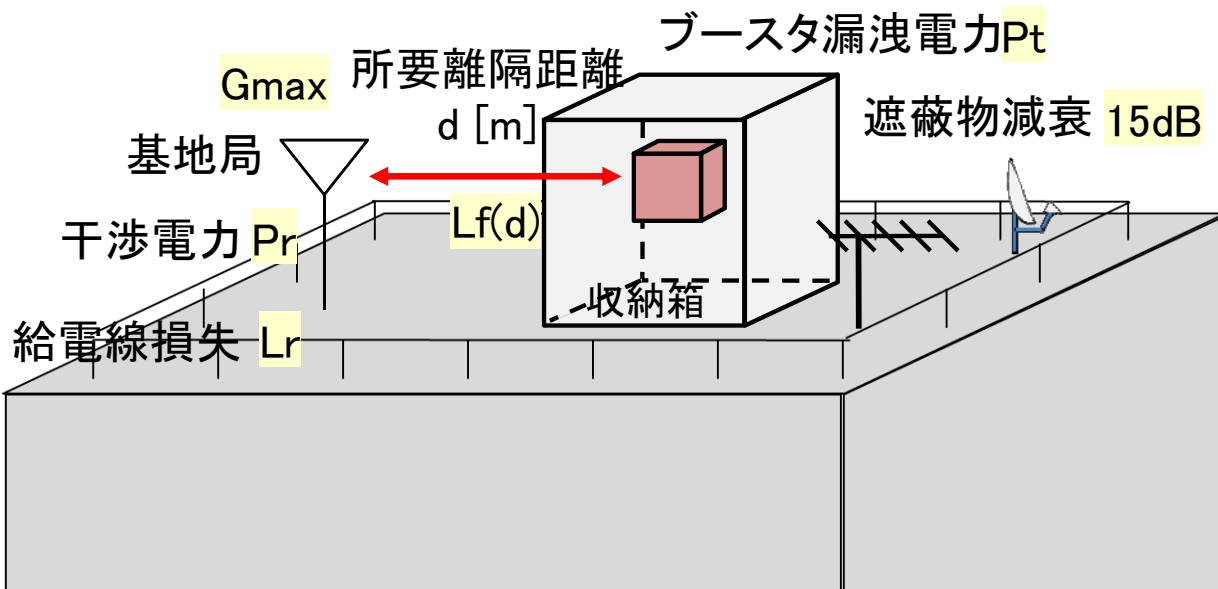
● 干渉電力 P_r [dBm/MHz] = P_t [dBm/MHz] - $L_f(d)$ [dB] + G_{max} [dBi] - L_r [dB] - 15 [dB]

P_t : ブースタ漏洩電力、 $L_f(d)$: 自由空間損失、 G_{max} : 空中線利得 (17dBi)、 L_r : 給電線損失 (5dB)、遮蔽減衰量: 15dB*

※情報通信審議会 情報通信技術分科会 小電力無線システム委員会報告より

XGP (WCP) 基地局の検討 (同一建屋 (屋上) 設置)

- 基地局アンテナの利得は17dBi
- ブースタは収納箱内に設置されるものとし、収納箱による減衰 (遮蔽物減衰量15dB) を考慮
- ブースタの漏洩電力は、 $-49.1 \text{ dBm}/33.7561 \text{ MHz}$ ($-64.4 \text{ dBm}/\text{MHz}$) を適用



許容干渉電力を満たすための
所要離隔距離

| XGP (WCP) | 所要 離隔距離 | 実測結果 離隔距離 |
|-----------|------------|--------------|
| 基地局 | 2.0 m | 0.35 m |

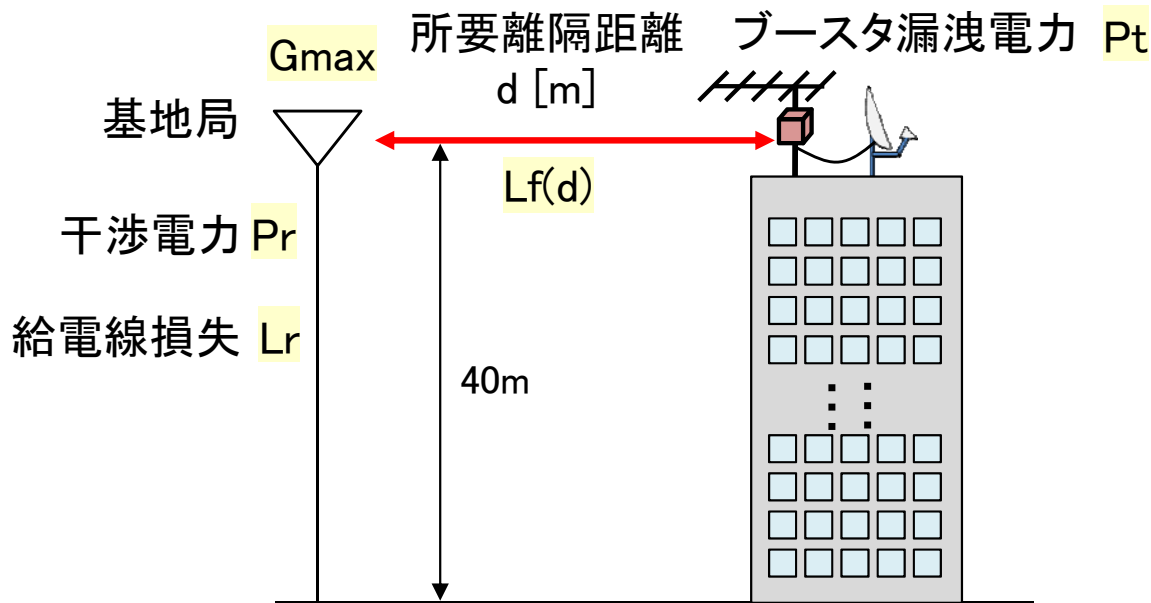
● 干渉電力 $Pr [\text{dBm}/\text{MHz}] = Pt [\text{dBm}/\text{MHz}] - Lf(d) [\text{dB}] + Gmax [\text{dBi}] - Lr [\text{dB}] - 15 [\text{dB}]$

Pt: ブースタ漏洩電力、Lf(d): 自由空間損失、Gmax: 空中線利得 (17dBi)、Lr: 給電線損失 (5dB)、遮蔽減衰量: 15dB*

※情報通信審議会 情報通信技術分科会 小電力無線システム委員会報告より

【参考】 XGP(WCP)基地局の検討 (集合住宅・独立鉄塔等) ～収納箱無しの場合～

- 屋外における所要離隔距離dを検討
- 基地局アンテナの利得は17dBi、地上高は40mで固定
- ブースタの漏洩電力は、 $-49.1\text{dBm}/33.7561\text{MHz}$ ($-64.4\text{dBm}/\text{MHz}$)を適用



許容干渉電力を満たすための
所要離隔距離

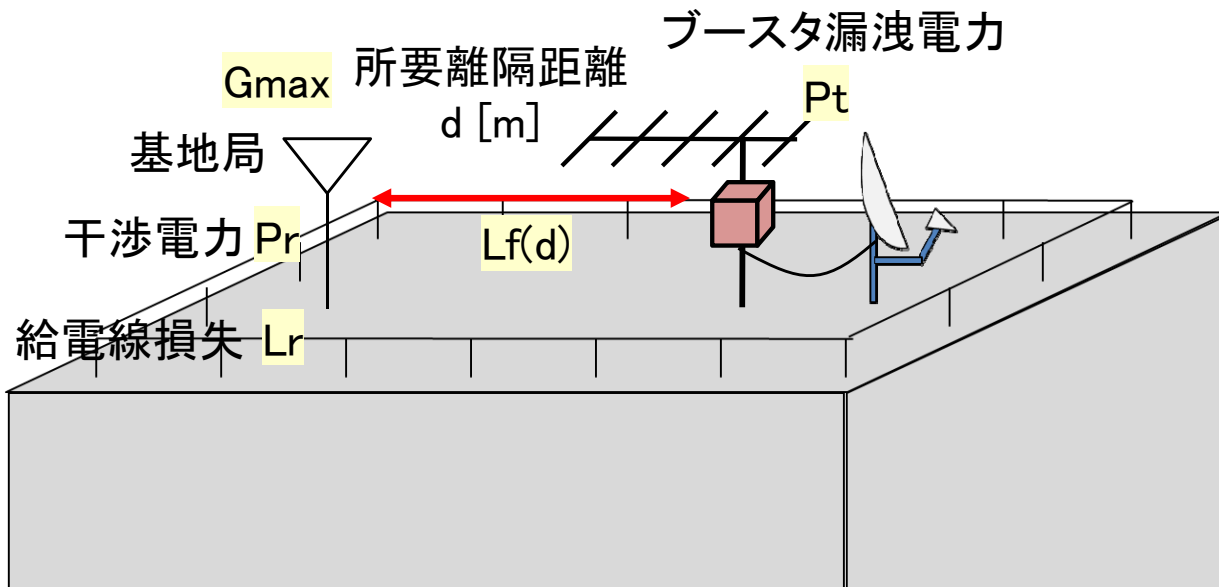
| XGP (WCP) | 所要 離隔距離 | 実測結果 離隔距離 |
|-----------|------------|--------------|
| 基地局 | 11.4 m | 2.0 m |

● 干渉電力 $P_r[\text{dBm}/\text{MHz}] = P_t[\text{dBm}/\text{MHz}] - L_f(d)[\text{dB}] + G_{\text{max}}[\text{dBi}] - L_r[\text{dB}]$

P_t : ブースタ漏洩電力、 $L_f(d)$: 自由空間損失、 G_{max} : 空中線利得(17dBi)、 L_r : 給電線損失(5dB)

【参考】 XGP(WCP)基地局の検討(同一建屋(屋上)設置) ～収納箱無しの場合～

- 基地局アンテナの利得は17dBi
- ブースタの漏洩電力は、-49.1dBm/33.7561MHz(-64.4dBm/MHz)を適用



許容干渉電力を満たすための
所要離隔距離

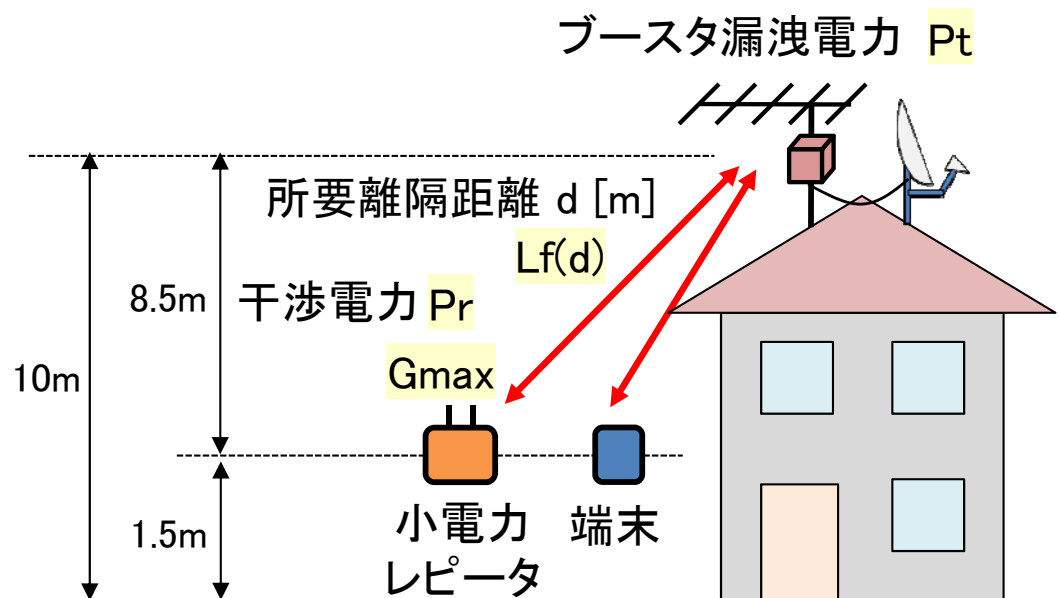
| XGP (WCP) | 所要離隔距離 | 実測結果離隔距離 |
|-----------|--------|----------|
| 基地局 | 11.4 m | 2.0 m |

● 干渉電力 $Pr[\text{dBm/MHz}] = Pt[\text{dBm/MHz}] - Lf(d)[\text{dB}] + Gmax[\text{dBi}] - Lr[\text{dB}]$

Pt: ブースタ漏洩電力、Lf(d): 自由空間損失、Gmax: 空中線利得(17dBi)、Lr: 給電線損失(5dB)

XGP (WCP) 小電力レピータ・端末の検討(屋外)

- 屋外における所要離隔距離dを検討
- 小電力レピータ・端末のアンテナの利得は4dBi、地上高は1.5mで固定
- ブースタ設置の高さは10m
- ブースタの漏洩電力は、 $-49.1\text{dBm}/33.7561\text{MHz}$ ($-64.4\text{dBm}/\text{MHz}$)を適用



許容干渉電力を満たすための
所要離隔距離

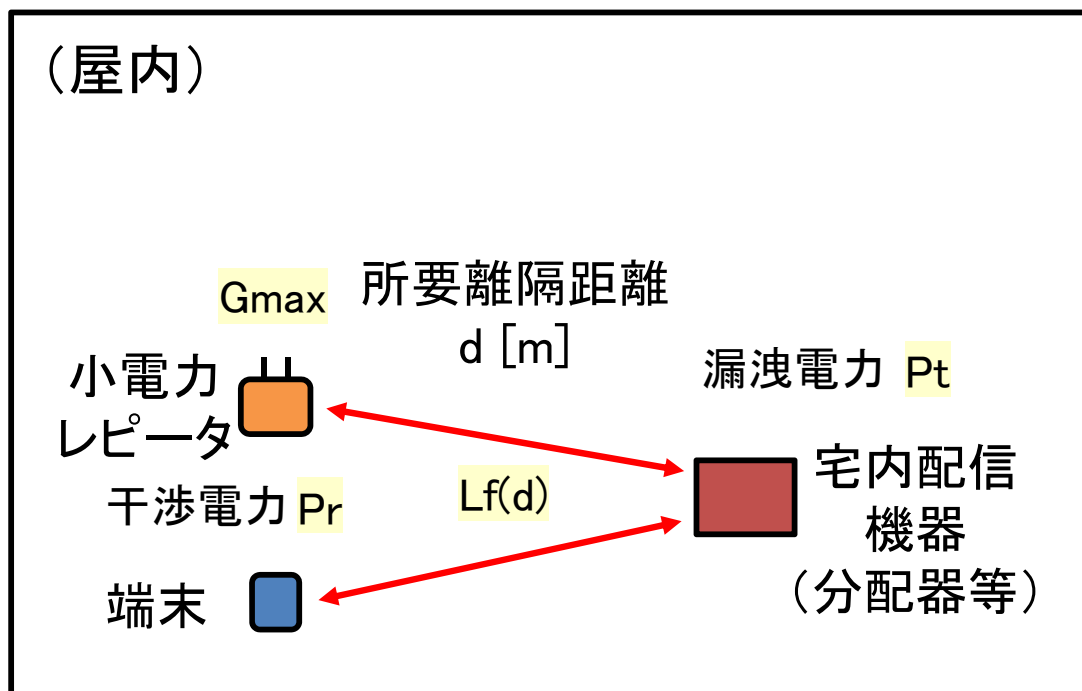
| XGP (WCP) | 所要離隔距離 | 実測結果離隔距離 | モデルの離隔距離 |
|-----------|--------|----------|----------|
| 小電力レピータ | 3.6 m | 0.79 m | 8.5m 以上 |
| 端末 | 3.6 m | 0.79 m | 8.5m 以上 |

● 干渉電力 $P_r[\text{dBm}/\text{MHz}] = P_t[\text{dBm}/\text{MHz}] - L_f(d)[\text{dB}] + G_{max}[\text{dBi}] - L_r[\text{dB}]$

P_t : ブースタ漏洩電力、 $L_f(d)$: 自由空間損失、 G_{max} : 空中線利得(4dBi)、 L_r : 給電線損失(0dB)

XGP (WCP) 小電力レピータ・端末の検討 (屋内)

- 屋内における所要離隔距離 d を検討
- 小電力レピータ・端末のアンテナの利得は 4dBi
- 屋内用宅内配信機器 (分配器等) の漏洩電力は、 $-49.1\text{dBm}/33.7561\text{MHz}$ ($-64.4\text{dBm}/\text{MHz}$) を適用



許容干渉電力を満たすための
所要離隔距離

| XGP (WCP) | 所要離隔距離 | 実測結果離隔距離 |
|-----------|--------|----------|
| 小電力レピータ | 3.6 m | 0.04 m |
| 端末 | 3.6 m | 0.04 m |

● 干渉電力 $P_r[\text{dBm}/\text{MHz}] = P_t[\text{dBm}/\text{MHz}] - L_f(d)[\text{dB}] + G_{\text{max}}[\text{dBi}] - L_r[\text{dB}]$

P_t : 宅内配信機器からの漏洩電力、 $L_f(d)$: 自由空間損失、 G_{max} : 空中線利得 (4dBi)、 L_r : 給電線損失 (0dB)

XGP (WCP) の検討のまとめ

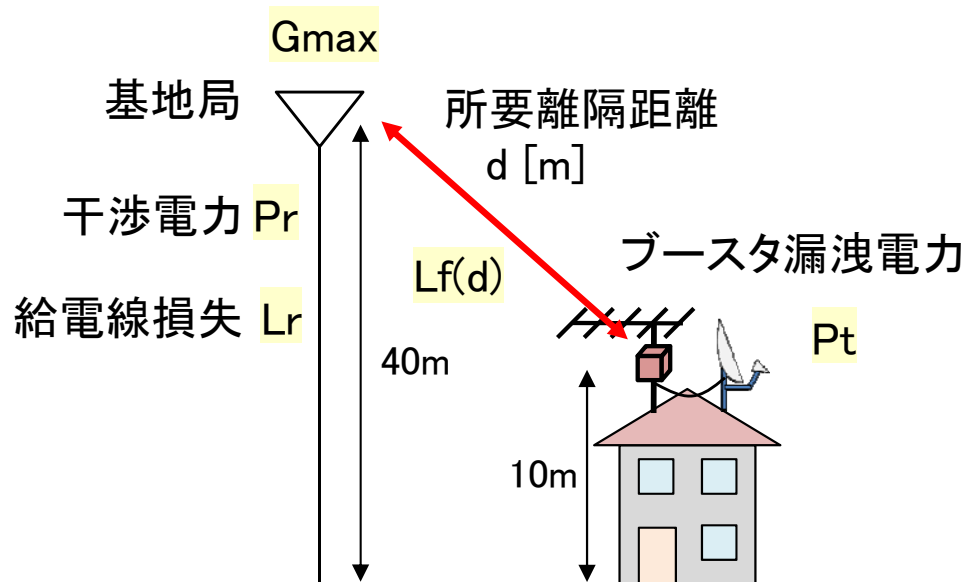
| | | 基準値(案) | | | |
|--------------------------|------------------------|--|-------------------------|-----------------------|---------------|
| 漏洩基準(案) (帯域幅あたりの平均電力) | 33.7561 MHz | -49.1 dBm 以下 (3mでの電界強度 46.2 dB μ V/m) | | | |
| | 1MHz | -64.4 dBm 以下 (3mでの電界強度 30.9 dB μ V/m) | | | |
| 対象 | 屋外 | | | | 屋内 |
| | 基地局 (戸建) (独立鉄塔等) | 基地局 (集合住宅) (独立鉄塔等) | 基地局 (集合住宅) (同一建屋) | 小電力ピコ-タ 端末 (戸建) | 小電力ピコ-タ 端末 |
| 基地局・端末と宅内配信機器との距離・位置関係 | 30m 以上 | 同一高さ | 同一高さ | 8.5m 以上 | 制限なし |
| 収納箱による減衰 | - | 15 dB | 15 dB | - | - |
| 所要離隔距離 | 11.4 m | 2.0 m (11.4 m収納無) | 2.0 m (11.4 m(収納無) | 3.6 m | 3.6 m |
| 実測結果 離隔距離 | 2.5 m | 0.35 m (2.0 m収納無) | 0.35 m (2.0 m収納無) | 0.79 m | 0.04 m |

WiMAX (UQコミュニケーションズ)

WiMAX (UQ) 基地局の検討 (戸建)

- 屋外における所要離隔距離dを検討
- 基地局アンテナの利得は17dBi、地上高は40mで固定
- ブースタの設置高さは10m※
- ブースタの漏洩電力は、-49.1dBm/33.7561MHz (-64.4dBm/MHz)を適用

※ ブースタの地上高：電波監理委員会規則第二十一号より 参考1参照



許容干渉電力を満たすための
所要離隔距離

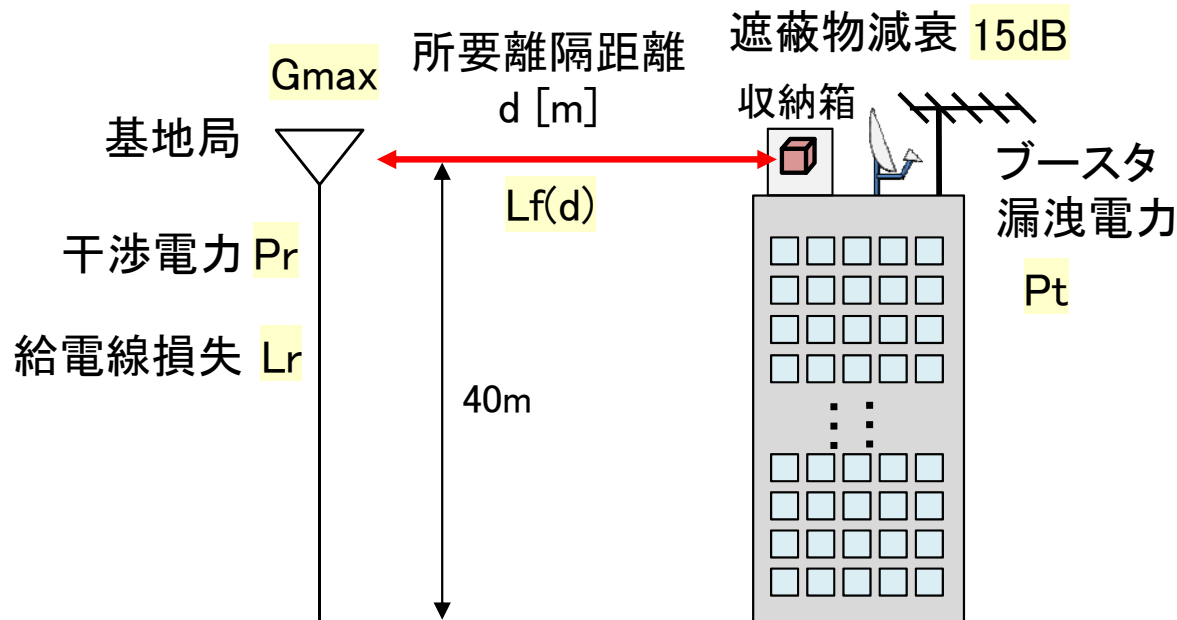
| WiMAX (UQ) | 所要離隔距離 | 実測結果離隔距離 | モデルの離隔距離 |
|------------|--------|----------|----------|
| 基地局 | 11.1 m | 2.0 m | 30m 以上 |

● 干渉電力 $P_r[\text{dBm/MHz}] = P_t[\text{dBm/MHz}] - L_f(d)[\text{dB}] + G_{max}[\text{dBi}] - L_r[\text{dB}]$

P_t : ブースタ漏洩電力、 $L_f(d)$: 自由空間損失、 G_{max} : 空中線利得 (17dBi)、 L_r : 給電線損失 (5dB)

WiMAX(UQ)基地局の検討（集合住宅・独立鉄塔等）

- 屋外における所要離隔距離dを検討
- 基地局アンテナの利得は17dBi、地上高は40mで固定
- ブースタは収納箱内に設置されるものとし、収納箱による減衰（遮蔽物減衰量15dB）を考慮
- ブースタの漏洩電力は、 $-49.1\text{dBm}/33.7561\text{MHz}$ ($-64.4\text{dBm}/\text{MHz}$)を適用



許容干渉電力を満たすための
所要離隔距離

| WiMAX(UQ) | 所要離隔距離 | 実測結果離隔距離 |
|-----------|--------|----------|
| 基地局 | 2.0 m | 0.42 m |

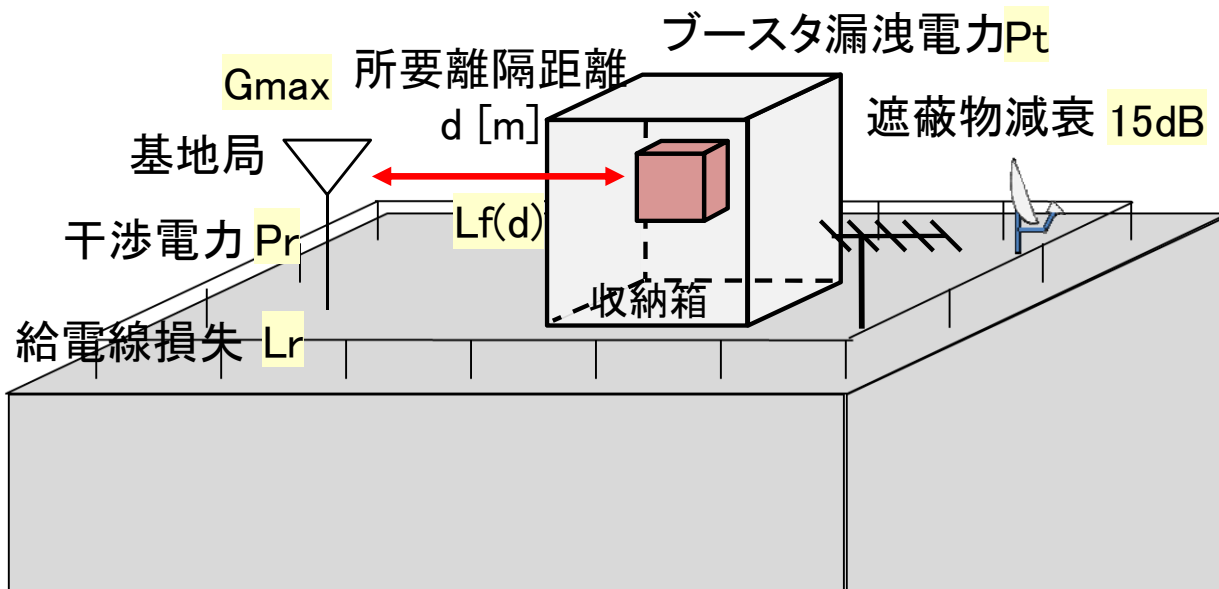
● 干渉電力 $P_r[\text{dBm}/\text{MHz}] = P_t[\text{dBm}/\text{MHz}] - L_f(d)[\text{dB}] + G_{\text{max}}[\text{dBi}] - L_r[\text{dB}] - 15[\text{dB}]$

P_t : ブースタ漏洩電力、 $L_f(d)$: 自由空間損失、 G_{max} : 空中線利得(17dBi)、 L_r : 給電線損失(5dB)、遮蔽減衰量: 15dB*

※情報通信審議会 情報通信技術分科会 小電力無線システム委員会報告より

WiMAX (UQ) 基地局の検討 (同一建屋 (屋上) 設置)

- 基地局アンテナの利得は17dBi
- ブースタは収納箱内に設置されるものとし、収納箱による減衰 (遮蔽物減衰量15dB) を考慮
- ブースタの漏洩電力は、-49.1dBm/33.7561MHz (-64.4dBm/MHz) を適用



許容干渉電力を満たすための
所要離隔距離

| WiMAX (UQ) | 所要離隔距離 | 実測結果離隔距離 |
|------------|--------|----------|
| 基地局 | 2.0 m | 0.42 m |

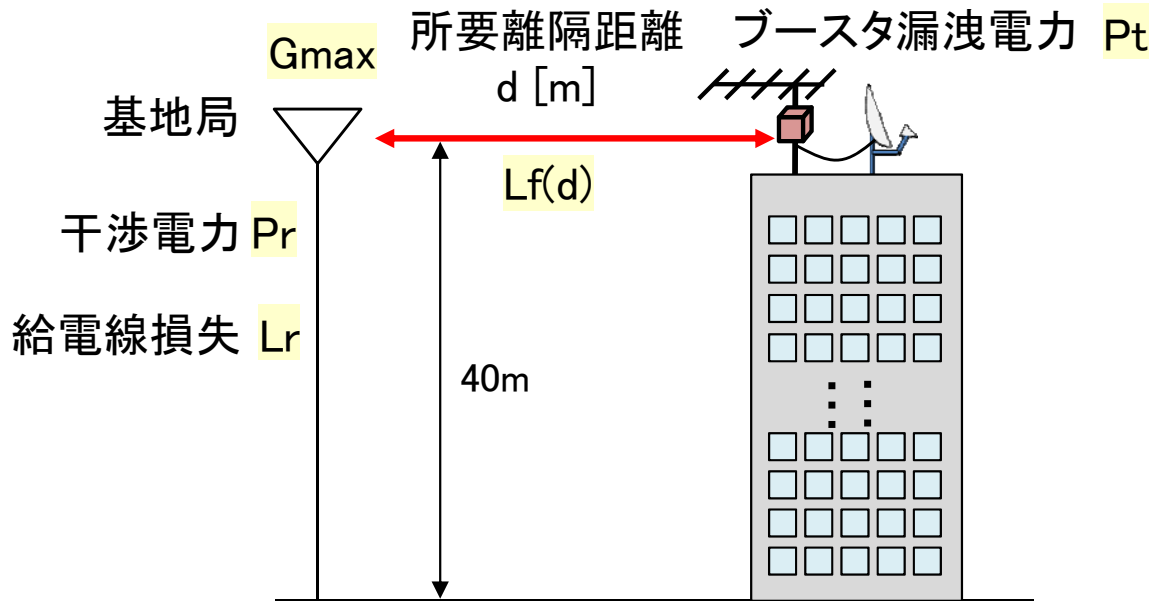
● 干渉電力 $Pr[\text{dBm/MHz}] = Pt[\text{dBm/MHz}] - Lf(d)[\text{dB}] + Gmax[\text{dBi}] - Lr[\text{dB}] - 15[\text{dB}]$

Pt: ブースタ漏洩電力、Lf(d): 自由空間損失、Gmax: 空中線利得 (17dBi)、Lr: 給電線損失 (5dB)、遮蔽減衰量: 15dB*

※情報通信審議会 情報通信技術分科会 小電力無線システム委員会報告より

【参考】 WiMAX(UQ)基地局の検討（集合住宅・独立鉄塔等） ～収納箱無しの場合～

- 屋外における所要離隔距離dを検討
- 基地局アンテナの利得は17dBi、地上高は40mで固定
- ブースタの漏洩電力は、 $-49.1\text{dBm}/33.7561\text{MHz}$ ($-64.4\text{dBm}/\text{MHz}$)を適用



許容干渉電力を満たすための
所要離隔距離

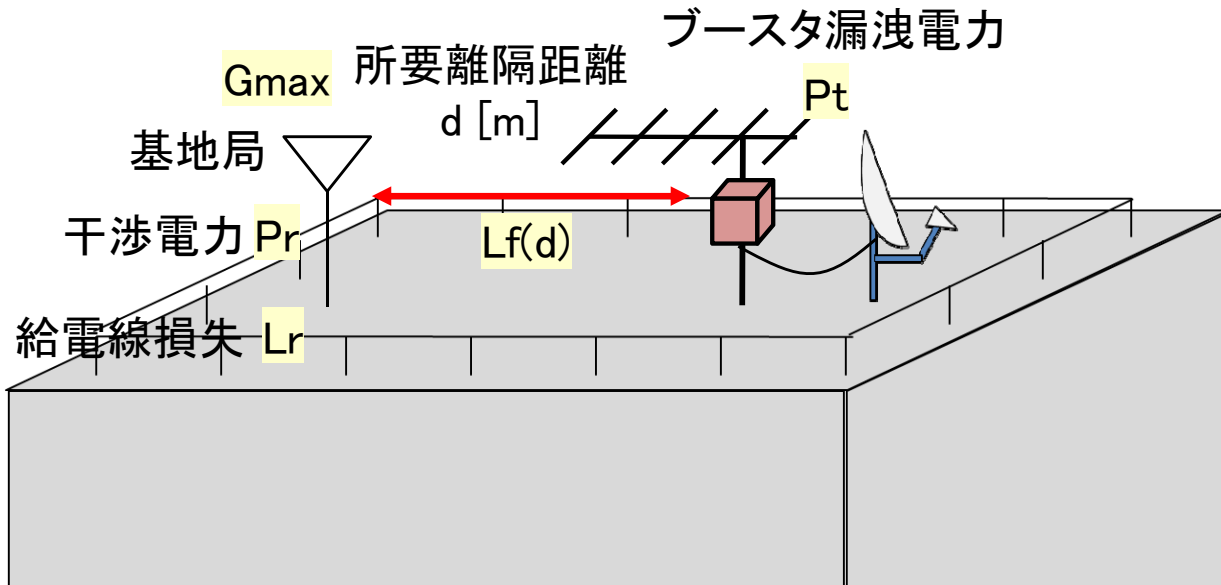
| WiMAX(UQ) | 所要 離隔距離 | 実測結果 離隔距離 |
|-----------|------------|--------------|
| 基地局 | 11.1 m | 2.3 m |

● 干渉電力 $P_r[\text{dBm}/\text{MHz}] = P_t[\text{dBm}/\text{MHz}] - L_f(d)[\text{dB}] + G_{\text{max}}[\text{dBi}] - L_r[\text{dB}]$

P_t : ブースタ漏洩電力、 $L_f(d)$: 自由空間損失、 G_{max} : 空中線利得(17dBi)、 L_r : 給電線損失(5dB)

【参考】 WiMAX(UQ)基地局の検討(同一建屋(屋上)設置) ～収納箱無しの場合～

- 基地局アンテナの利得は17dBi
- ブースタの漏洩電力は、-49.1dBm/33.7561MHz(-64.4dBm/MHz)を適用



許容干渉電力を満たすための
所要離隔距離

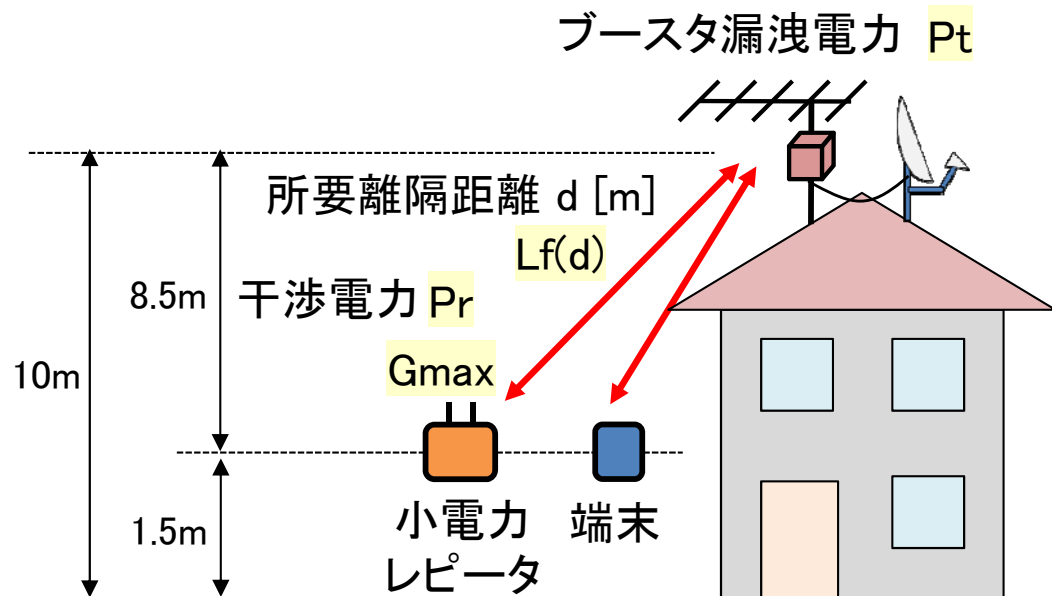
| WiMAX (UQ) | 所要離隔距離 | 実測結果離隔距離 |
|------------|--------|----------|
| 基地局 | 11.1 m | 2.3 m |

● 干渉電力 P_r [dBm/MHz] = P_t [dBm/MHz] - $L_f(d)$ [dB] + G_{max} [dBi] - L_r [dB]

P_t : ブースタ漏洩電力、 $L_f(d)$: 自由空間損失、 G_{max} : 空中線利得(17dBi)、 L_r : 給電線損失(5dB)

WiMAX (UQ) 小電力レピータ・端末の検討(屋外)

- 屋外における所要離隔距離dを検討
- 小電力レピータ・端末のアンテナの利得は4dBi、地上高は1.5mで固定
- ブースタ設置の高さは10m
- ブースタの漏洩電力は、 $-49.1\text{dBm}/33.7561\text{MHz}$ ($-64.4\text{dBm}/\text{MHz}$)を適用



許容干渉電力を満たすための
所要離隔距離

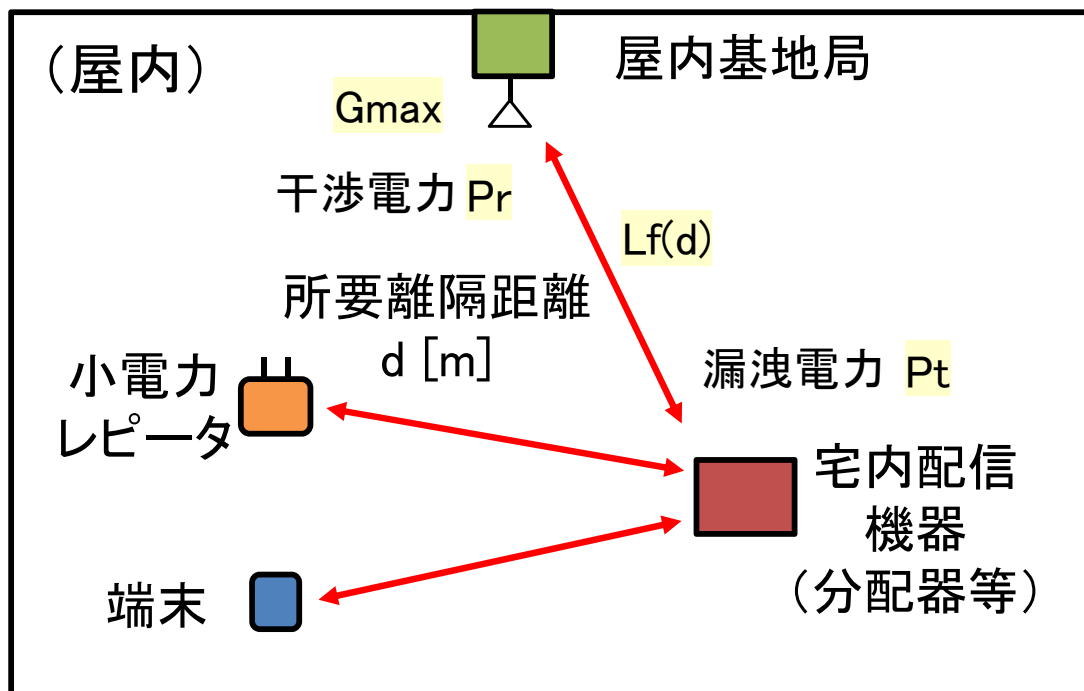
| WiMAX (UQ) | 所要離隔距離 | 実測結果離隔距離 | モデルの離隔距離 |
|------------|--------|----------|----------|
| 小電力レピータ | 3.5 m | 0.65 m | 8.5m 以上 |
| 端末 | 3.5 m | 0.65 m | 8.5m 以上 |

● 干渉電力 $P_r[\text{dBm}/\text{MHz}] = P_t[\text{dBm}/\text{MHz}] - L_f(d)[\text{dB}] + G_{\text{max}}[\text{dBi}] - L_r[\text{dB}]$

P_t : ブースタ漏洩電力、 $L_f(d)$: 自由空間損失、 G_{max} : 空中線利得(4dBi)、 L_r : 給電線損失(0dB)

WiMAX(UQ)屋内基地局・小電力レピータ・端末の検討(屋内)

- 屋内における所要離隔距離dを検討
- 屋内基地局・小電力レピータ・端末のアンテナの利得は4dBi
- 屋内用宅内配信機器(分配器等)の漏洩電力は、 $-49.1\text{dBm}/33.7561\text{MHz}$ ($-64.4\text{dBm}/\text{MHz}$)を適用



許容干渉電力を満たすための
所要離隔距離

| WiMAX(UQ) | 所要離隔距離 | 実測結果離隔距離 |
|-----------|--------|----------|
| 屋内基地局 | 4.4 m | 0.04 m |
| 小電力レピータ | 3.5 m | 0.04 m |
| 端末 | 3.5 m | 0.04 m |

● 干渉電力 $P_r[\text{dBm}/\text{MHz}] = P_t[\text{dBm}/\text{MHz}] - L_f(d)[\text{dB}] + G_{max}[\text{dBi}] - L_r[\text{dB}]$

P_t : 宅内配信機器からの漏洩電力、 $L_f(d)$: 自由空間損失、 G_{max} : 空中線利得(4dBi)、 L_r : 給電線損失(0dB)

WiMAX(UQ)の検討まとめ

| | | 基準値(案) | | | | |
|--------------------------------------|------------------------|---|-------------------------|---------------------|--------|-------------|
| 漏洩基準 (案) (帯域幅あ たりの平均 電力) | 33.7561M Hz | -49.1 dBm 以下 (3mでの電界強度 46.2 dB μ V/m) | | | | |
| | 1MHz | -64.4 dBm 以下 (3mでの電界強度 30.9 dB μ V/m) | | | | |
| 対象 | 屋外 | | | | 屋内 | |
| | 基地局 (戸建) (独立鉄塔等) | 基地局 (集合住宅) (独立鉄塔等) | 基地局 (集合住宅) (同一建屋) | 小電力ピコ 端末 (戸建) | 屋内基地局 | 小電力ピコ 端末 |
| 基地局・端末と宅内配 信機器との距離・位置 関係 | 30m 以上 | 同一高さ | 同一高さ | 8.5m 以上 | 制限なし | 制限なし |
| 収納箱による減衰 | - | 15 dB | 15 dB | - | - | - |
| 所要離隔距離 | 11.1 m | 2.0 m 11.1 m(収納無) | 2.0 m 11.1 m(収納無) | 3.5 m | 4.4 m | 3.5 m |
| 実測結果 離隔距離 | 2.0 m | 0.42 m (2.3 m収納無) | 0.42 m (2.3 m収納無) | 0.65 m | 0.04 m | 0.04 m |

【参考】干渉評価検討モデルにおける地上高 h [m] (抜粋)

■ 基幹放送局の開設の根本的基準

(昭和二十五年十二月五日電波監理委員会規則第二十一号)

最終改正：平成二十七年三月二七日総務省令第二五号

(用語の意義)

第二条 この規則中の次に掲げる用語の意義は、本条に示すとおりとする。

十五 「放送区域」とは、一の基幹放送局(人工衛星に開設するものを除く。)の放送に係る区域であつて、中波放送、超短波放送、テレビジョン放送、マルチメディア放送、超短波音声多重放送又は超短波文字多重放送を行う基幹放送局については、次に掲げる区域をいう。

(3) テレビジョン放送を行う基幹放送局(移動受信用地上基幹放送を行うものを除く。)

基幹放送局の電界強度(地上十メートルの高さにおけるものとする。)が、毎メートルーミリボルト以上である区域

【参考】微弱無線局の帯域幅（抜粋）

- 著しく微弱な電波を発射する無線局の電界強度の測定方法を定める件
（昭和六十三年二月二十五日郵政省告示第百二十七号）
最終改正：平成十八年三月二十八日総務省告示第百七十二号

三 測定器の条件

測定器は、次の条件に適合すること。

4 一GHz を超える周波数の電波の測定器

- (1) 尖頭値表示が可能なスペクトルアナライザであること。
- (2) 分解能帯域幅は一MHz とすること。

【参考】 Rec. ITU-R P.525-3 (抜粋)

$$L_{bf} = 32.4 + 20 \log f + 20 \log d \quad \text{dB} \quad (4)$$

L_{bf} : free-space basic transmission loss (dB)

f : frequency (MHz)

d : distance (km).

$$E = P_t - 20 \log d + 74.8 \quad (7)$$

E : electric field strength (dB(μ V/m))

P_t : isotropically transmitted power (dB(W))

d : radio path length (km)

2. 衛星放送用受信設備の実測概要

目次

1. 測定の概要
2. 機器単体における漏洩電波の測定
3. 宅内配線モデルにおける漏洩電波の測定(受信システム測定)
4. 干渉検討のための減衰特性測定
5. 収納箱(集合住宅用施工ボックス)の遮蔽減衰量の測定
6. 床面反射の影響
7. LNBからの漏洩電波の測定
8. 手ひねり接続の漏洩電波の測定
9. 1330MHz対応の直付けブースタからの漏洩電波の測定
10. 2600MHz対応のブースタからの漏洩電波の測定

1. 測定の概要

1. 測定の概要

◇ 電波暗室を使用して、以下に示す3種類の漏洩電波について測定する

(1) 機器単体における漏洩電波の測定

- ・ 対象とする機器として、能動機器はブースタを、受動機器は分配器、分岐器、壁面端子および同軸ケーブルを測定する

(2) 宅内配線モデルにおける漏洩電波の測定

- ・ ARIB STD-B63参考資料1に記載された宅内配線システム設計例を参考とした宅内配線モデル(戸建住宅受信モデルおよび集合住宅受信モデル)を構築して漏洩電波を測定する

(3) 無線システム(N-STAR、XGP、WiMAX)との干渉検討のための減衰特性の測定

- ・ 漏洩基準案の値と実測した値(実力値)から離隔距離を比較する

◇ 測定手法

(1) 能動機器……参考1～6参照

- ・ XYZ軸の3面について、1面につき15度刻みに回転させ24方位で漏洩電波を測定し、最大値を採用する(3軸測定手法という)

(2) 受動機器

- ・ 上下・左右・前後の6面について、測定方向を固定して測定し、最大値を採用する(6面固定測定手法という) ※同軸ケーブルは1面固定とする(1面固定測定手法)

(3) 宅内配線モデル

- ・ Z軸(1軸)を45度刻みに回転させ8方位、高さ方向は概ねブースタ高+20cmから壁面端子までを測定する

(4) 電波伝搬特性

- ・ ブースタからの漏洩が一番大きい角度に固定し、漏洩電波の距離特性を測定する(0.7～10m)

2. 機器単体における漏洩電波の測定

2. 機器単体における漏洩電波の測定

2-1. 測定方法

| | | |
|----------|--|--|
| ・測定環境 | 電波暗室内1.5m高の回転台上に被測定機器を設置 | |
| ・被測定機種 | ブースタ | 戸建住宅用:4機種 (各社1機種) 集合住宅用:4機種 (各社1機種) 各社各1機種 (計12機種) |
| | 分配器(4分配、5分配、6分配) | 各社各1機種 (計4機種) |
| | 分岐器(4分岐) | 各社各1機種 (計8機種) |
| | 壁面端子(1端子、2端子) | S-5C-FB(30m)、S-7C-FB(50m) 各1品種 |
| | 同軸ケーブル | |
| ・測定方法 | ブースタ | 3軸測定手法(15度刻み、各軸24方向) |
| | 分配器・分波器・壁面端子 | 6面測定手法 |
| | 同軸ケーブル | 1面測定手法 |
| ・信号源 | 変調方式 CW | |
| ・測定周波数 | BS・CSの右/左旋の全チャンネル(中心周波数は1049.48~3206MHzの全50波) | ※ND26(1550MHz)含む |
| ・周波数ステップ | 38.36MHz(BS)、40MHz(CS) | |
| ・測定距離 | ブースタ | 3m |
| | 分波器・分岐器・壁面端子・同軸ケーブル | 3m |
| ・測定器 | スペクトルアナライザ(ブースタ:RBW:300kHz、VBW:3MHz、その他:RBW:100kHz、VBW:1MHz) | |
| ・受信アンテナ | ダブルリッジホーンアンテナ | |

2-2. ブースタの利得

- ・利得を最大に設定し、出力レベルが定格値となるよう入力レベルを調整

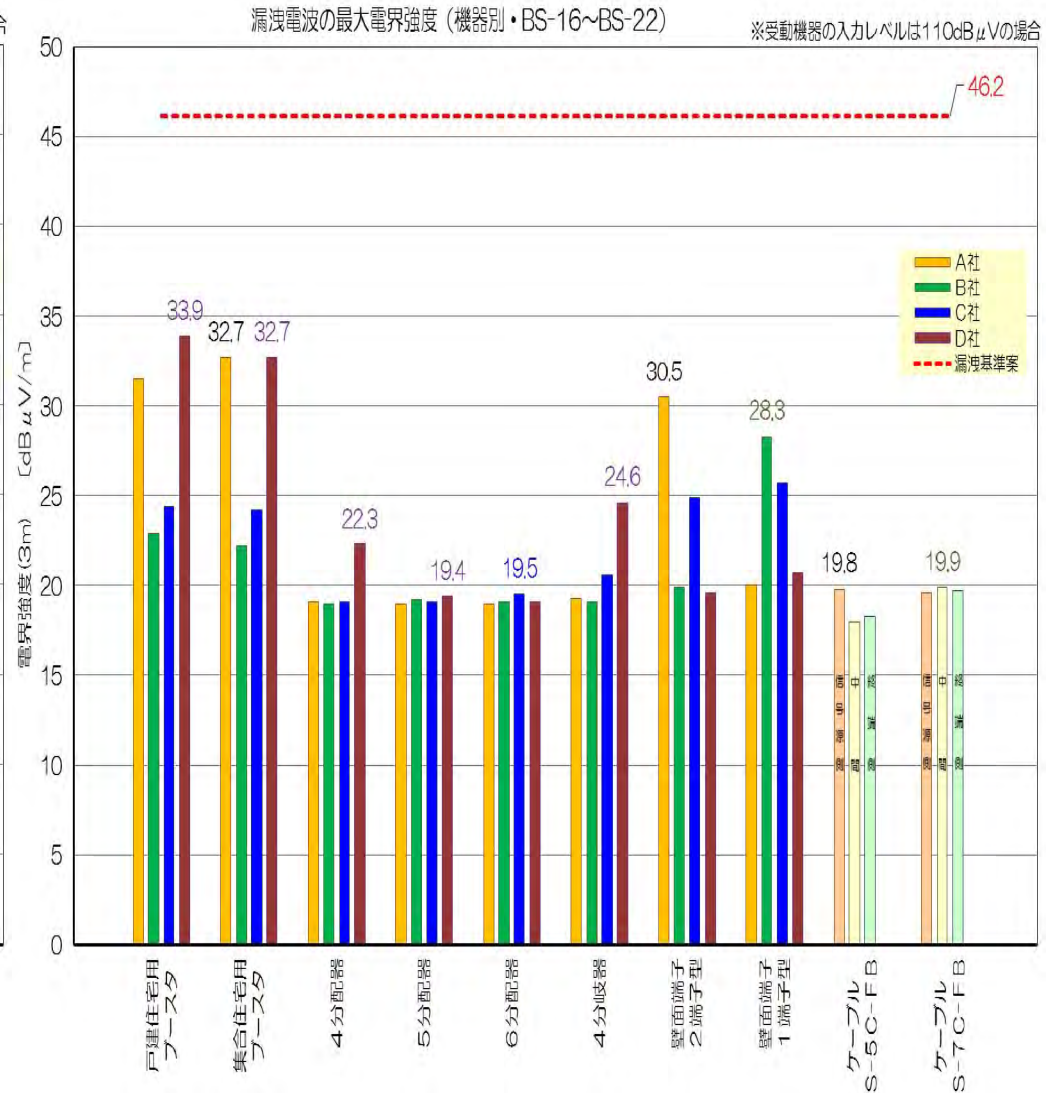
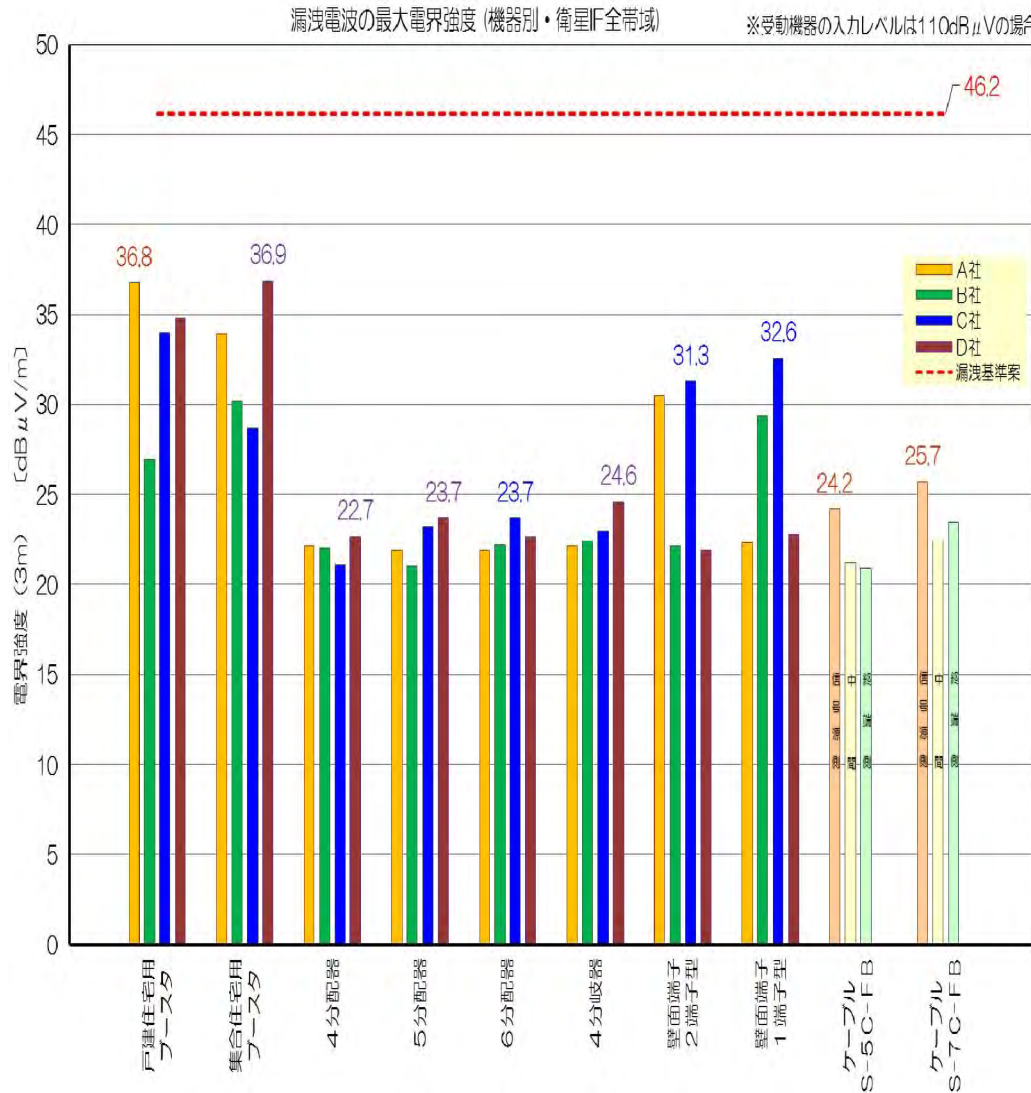
2-3. 受動機器の入力電圧レベル

- ・測定器の内部雑音の影響を軽減するために、受動機器の入力レベルをARIB STD-B63に記載されたシステム構成例の最大入力電圧である110dB μ Vに設定して漏洩電力を測定する。(収納箱の遮蔽減衰量の測定のみ、漏洩信号が微弱となり雑音の影響が大きくなるため距離を1mまで近づけて測定する)
- ・なお、2.5GHz帯アドホックグループが検討している干渉モデルへの反映では、干渉評価モデルに応じて、機器入力レベルをARIB STD-B63のシステム設計値に換算した値を用いる。具体的には、入力レベルは戸建住宅で97dB μ V、集合住宅で79dB μ Vなので、戸建住宅のレベルを適用する。

全機器の単体測定結果(入力レベル110dBμV)

2-4. 測定結果

2-4-1. 測定結果のサマリ① (受動機器の入力レベルが110dBμVの場合)

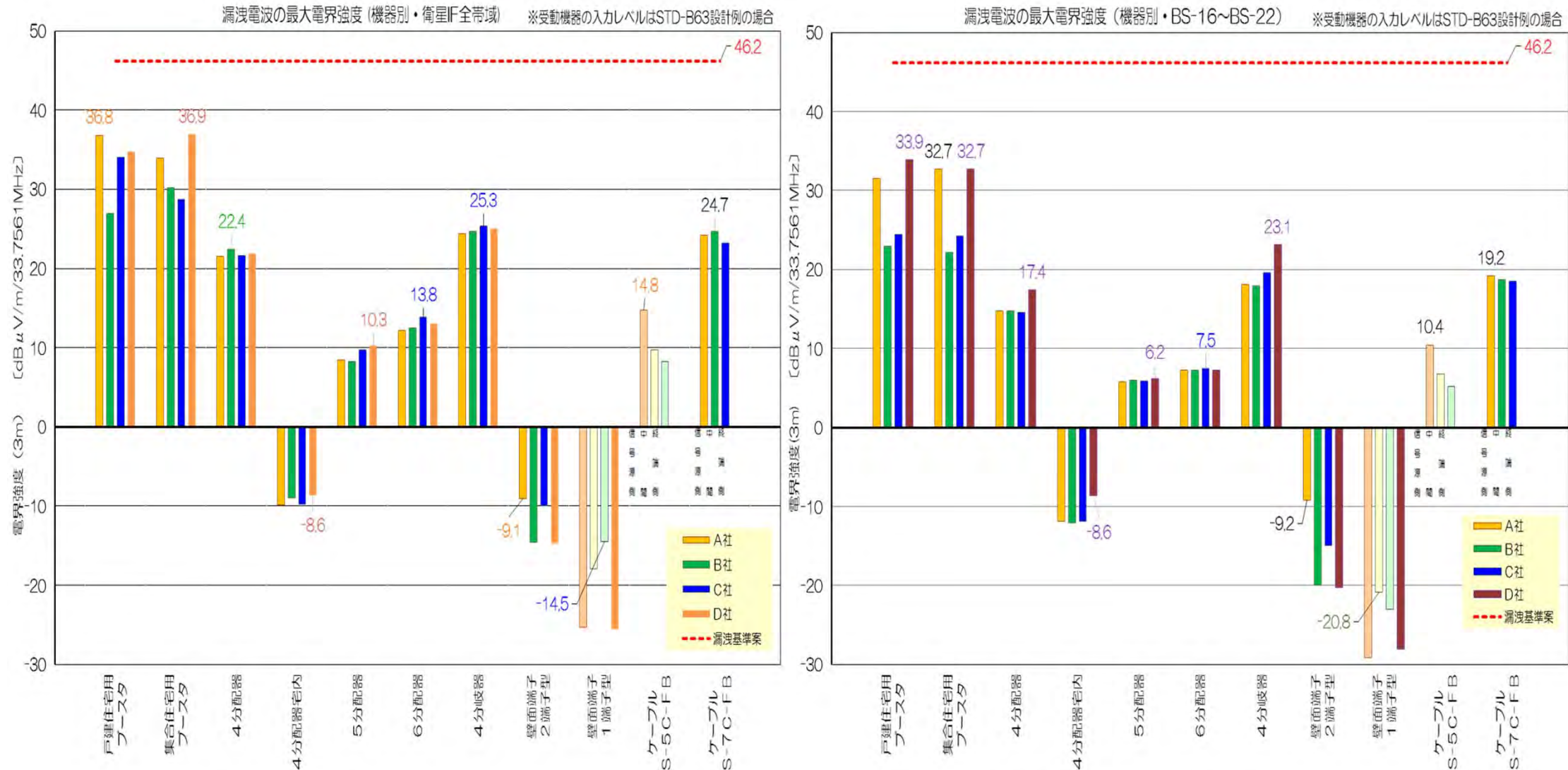


・図中、赤破線は漏洩基準案レベルを示す。

本実験では、雑音の影響を緩和し、測定精度の向上のため、BS-IF信号の33.7561MHzあたりの電力に相当する搬送波を用いた。また、測定器のRBWを300kHzとした。従って、測定結果は33.7561MHzあたりの電界強度に相当する。

全機器の単体測定結果 (STD-B63換算)

2-4-2. 測定結果のサマリ② (受動機器の入力レベルがARIB STD-B63の設計例の場合)



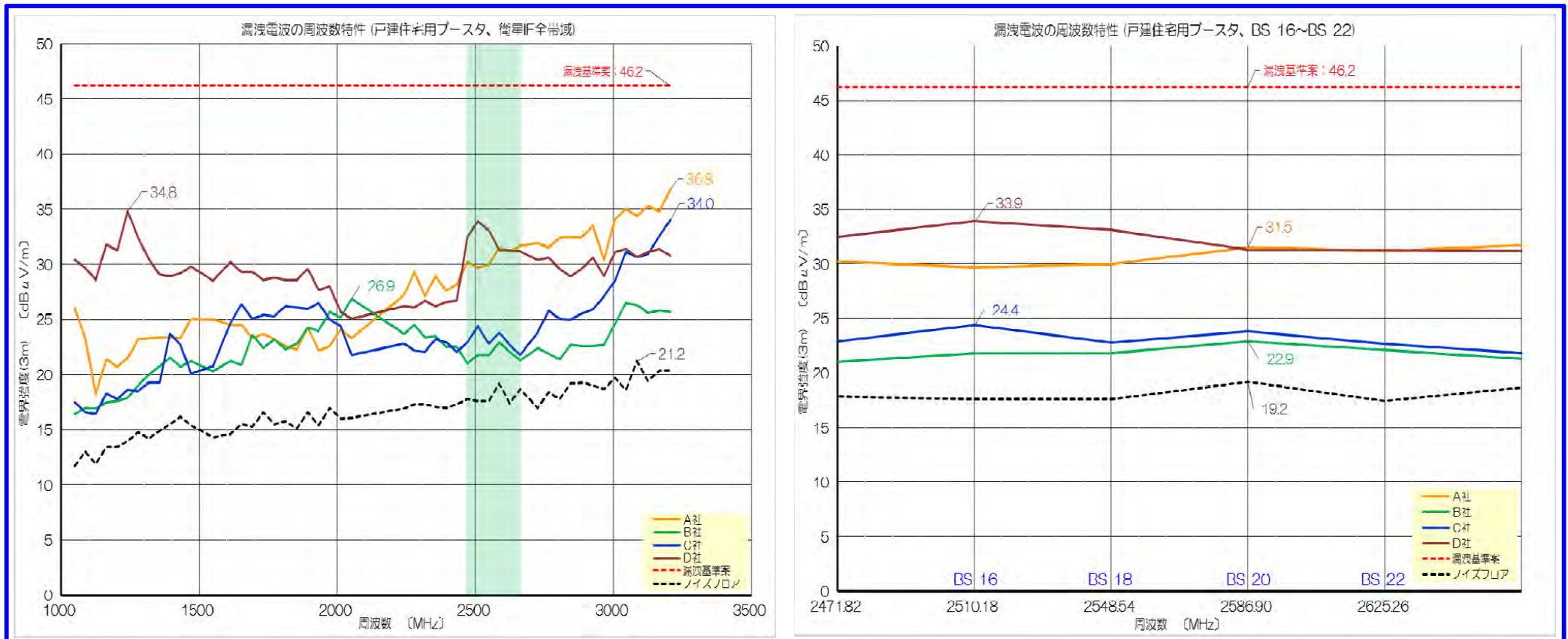
・図中、赤破線は漏洩基準案レベルを示す。

戸建住宅用ブースターの測定結果

2-5. 周波数特性

- ・BS・CSの各チャンネルの中心周波数ごとの漏洩電波の最大レベル(電界強度換算、水平偏波・垂直偏波の大きい方)を下図に示す。(3軸測定手法で測定)
- ・図中、赤破線は漏洩基準案レベル、黒破線はノイズフロアレベル(3m電界強度、RBW=300kHz)を示す。

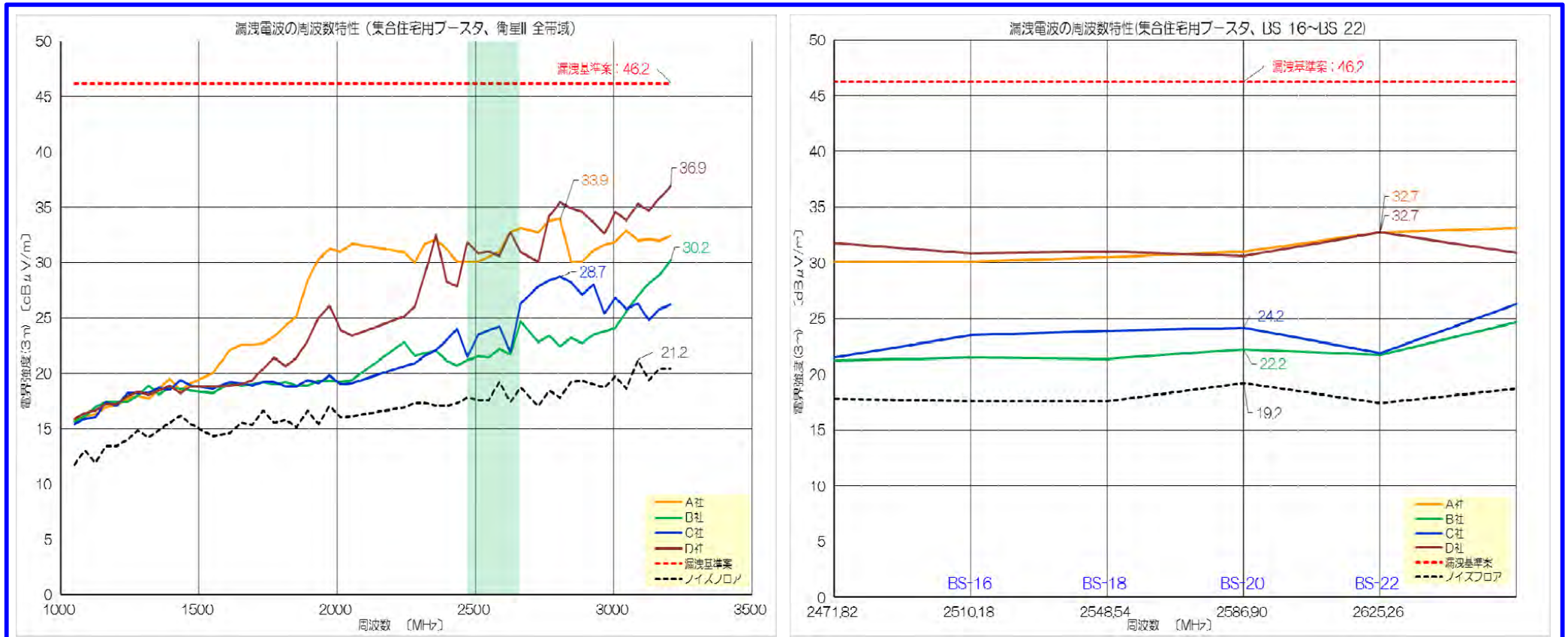
2-5-1. 戸建住宅用ブースタからの漏洩電波の周波数特性



- ・周波数が低くなるほど漏洩電力も減衰する傾向が見られる
- ・漏洩基準案に対して、全ての帯域にて10dB程度のマージンがある
- ・測定環境は、ノイズフロアレベルに対して、数dB以上のマージンがある

集合住宅用ブースターの測定結果

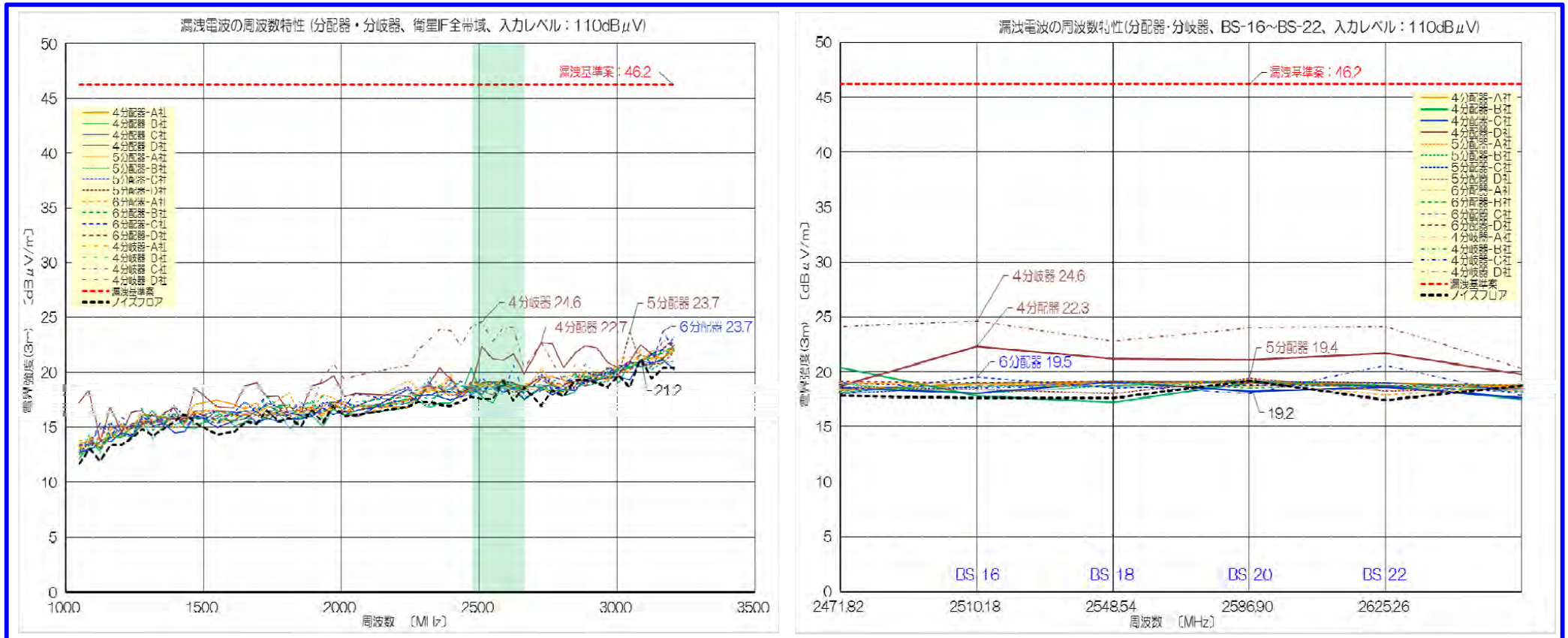
2-5-2. 集合住宅用ブースターからの漏洩電波の周波数特性



- ・周波数が低くなるほど漏洩電力も減衰する傾向が見られる
- ・漏洩基準案に対して、全ての帯域にて10dB程度のマージンがある
- ・測定環境は、ノイズフロアレベルに対して、数dB以上のマージンがある

分配器・分岐器の測定結果(入力レベル110dB μ V)

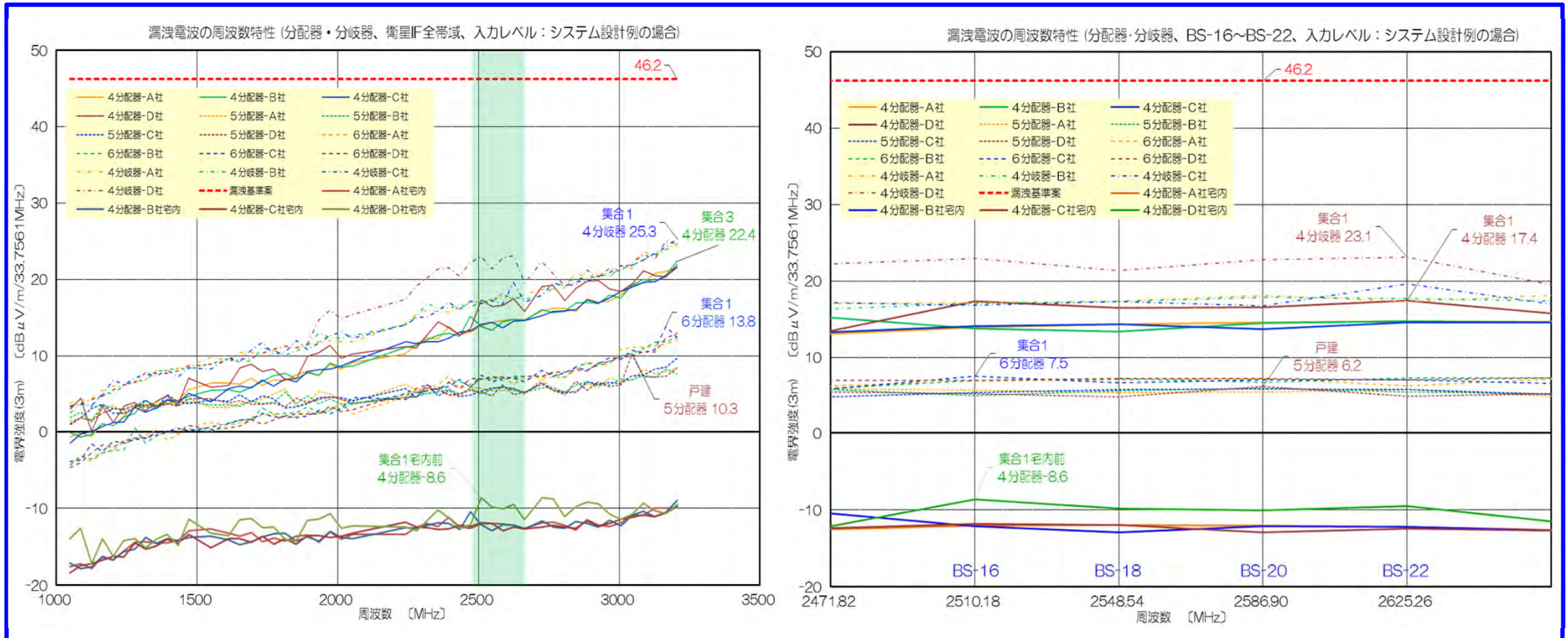
2-5-3. 分配器・分岐器からの漏洩電波の周波数特性① (入力レベル:110dB μ V)



※ノイズフロアのグラフは、RBW=300kHzにおける測定値のみをプロットした。

分配器・分岐器の測定結果(STD-B63換算)

2-5-4. 分配器・分岐器からの漏洩電波の周波数特性② (入力レベル: ARIB STD-B63設計例の場合)

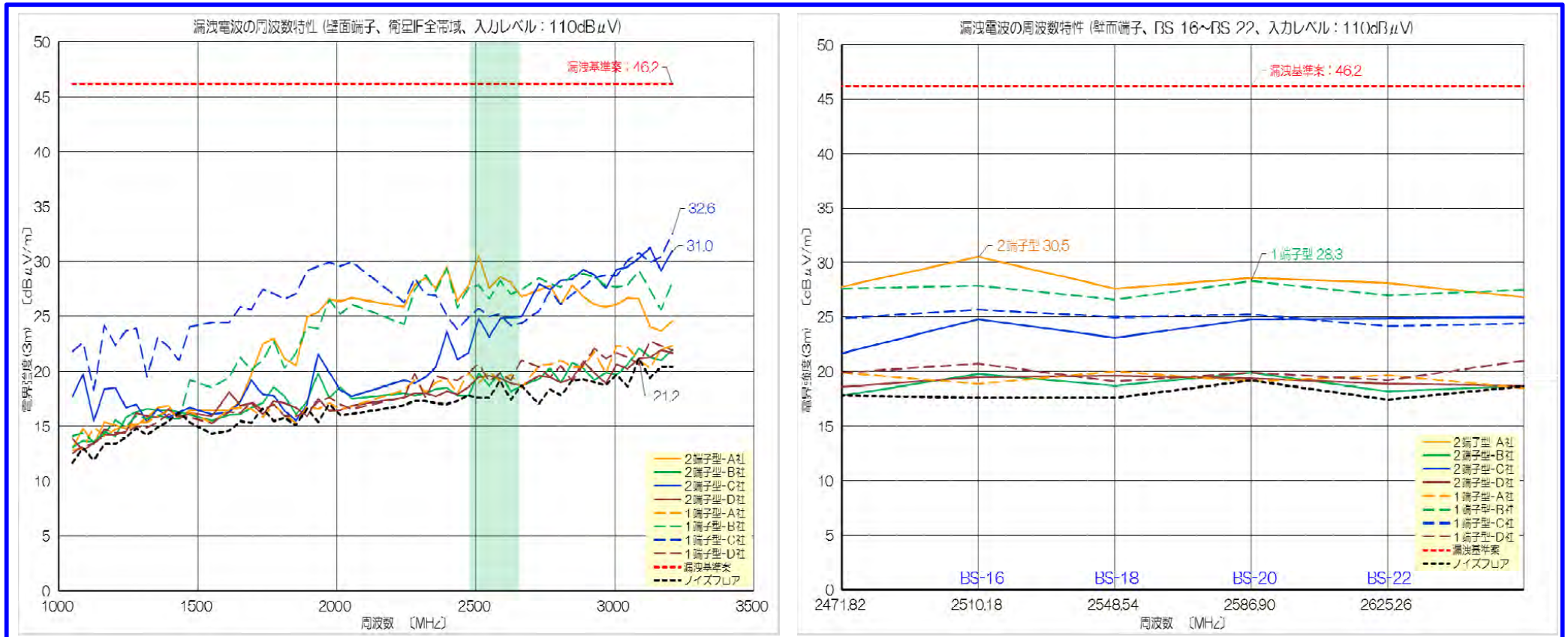


- ・4分岐器や4分配器では、漏洩基準案に対して、全ての帯域にて20dB以上のマージンがある
- ・BS-16~BS-22においては、23dB程度のマージンがある
- ・干渉評価モデル(屋内)については、戸建住宅の値(最悪値は6.2dB μV)を適用する
この場合、漏洩基準案に対して40dBのマージンがある

壁面端子の測定結果(入力レベル110dB μ V)

※出力は終端

2-5-5. 壁面端子からの漏洩電波の周波数特性① (入力レベル:110dB μ V)

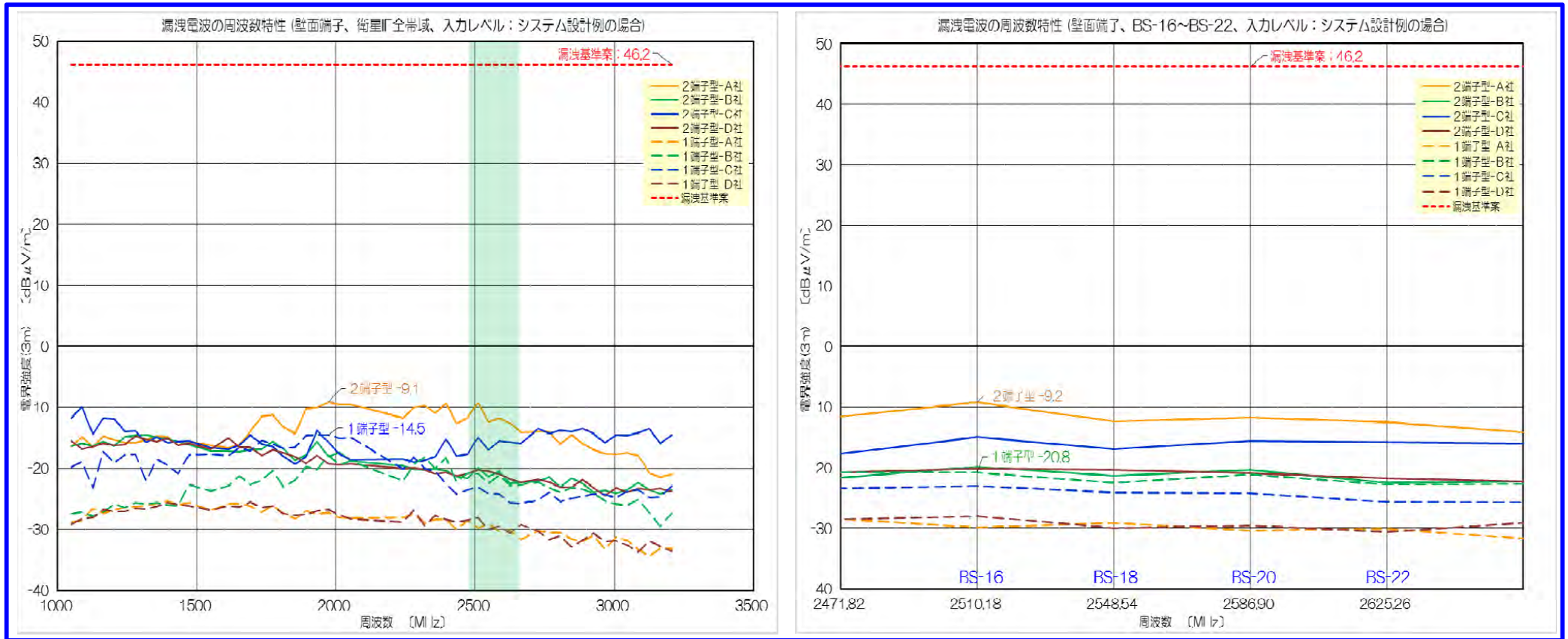


※ノイズフロアのグラフは、RBW=300kHzにおける測定値のみをプロットした。

壁面端子の測定結果(STD-B63換算)

※出力は終端

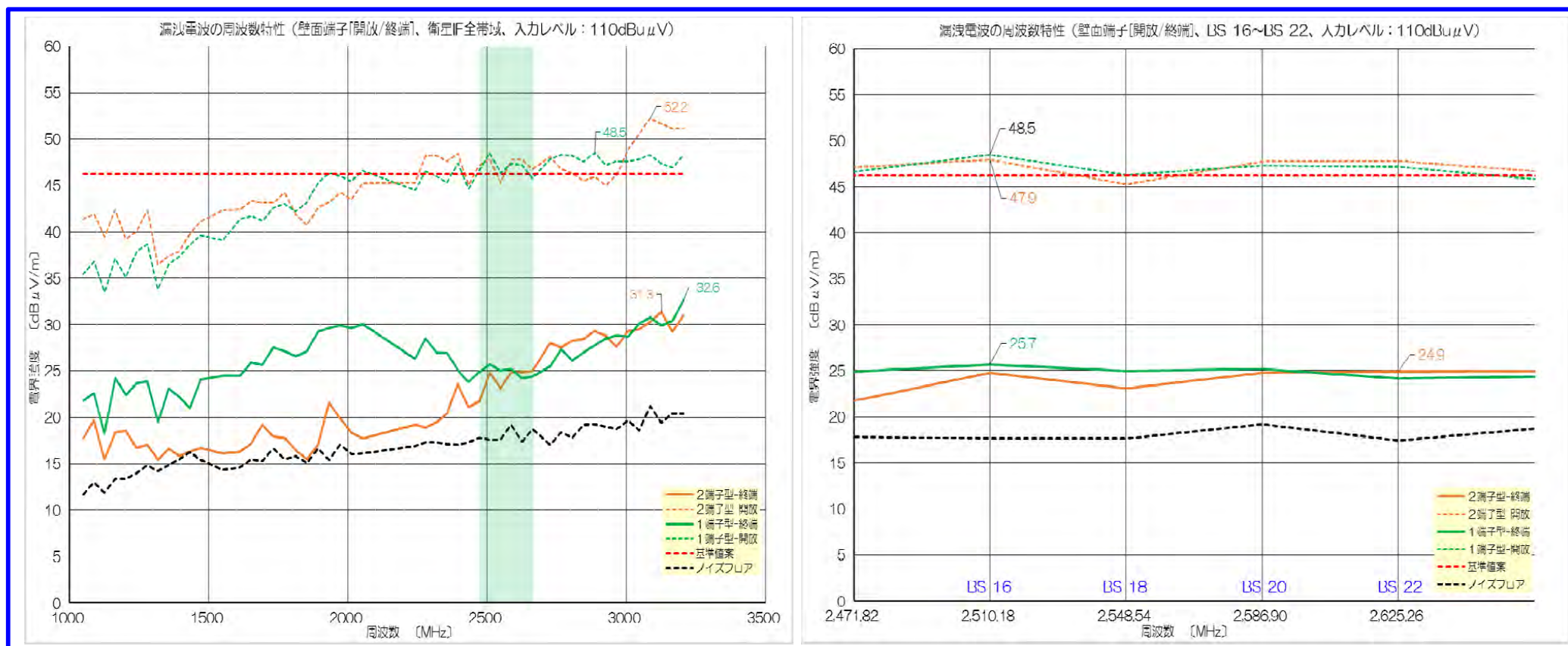
2-5-6. 壁面端子からの漏洩電波の周波数特性② (入力レベル: ARIB STD-B63設計例の場合)



・実運用では壁面端子の入力レベルが低いため、漏洩電力も低く、漏洩基準案に対して全ての帯域にて50dB以上のマージンがある

壁面端子の開放・終端比較(入力レベル110dB μ V)

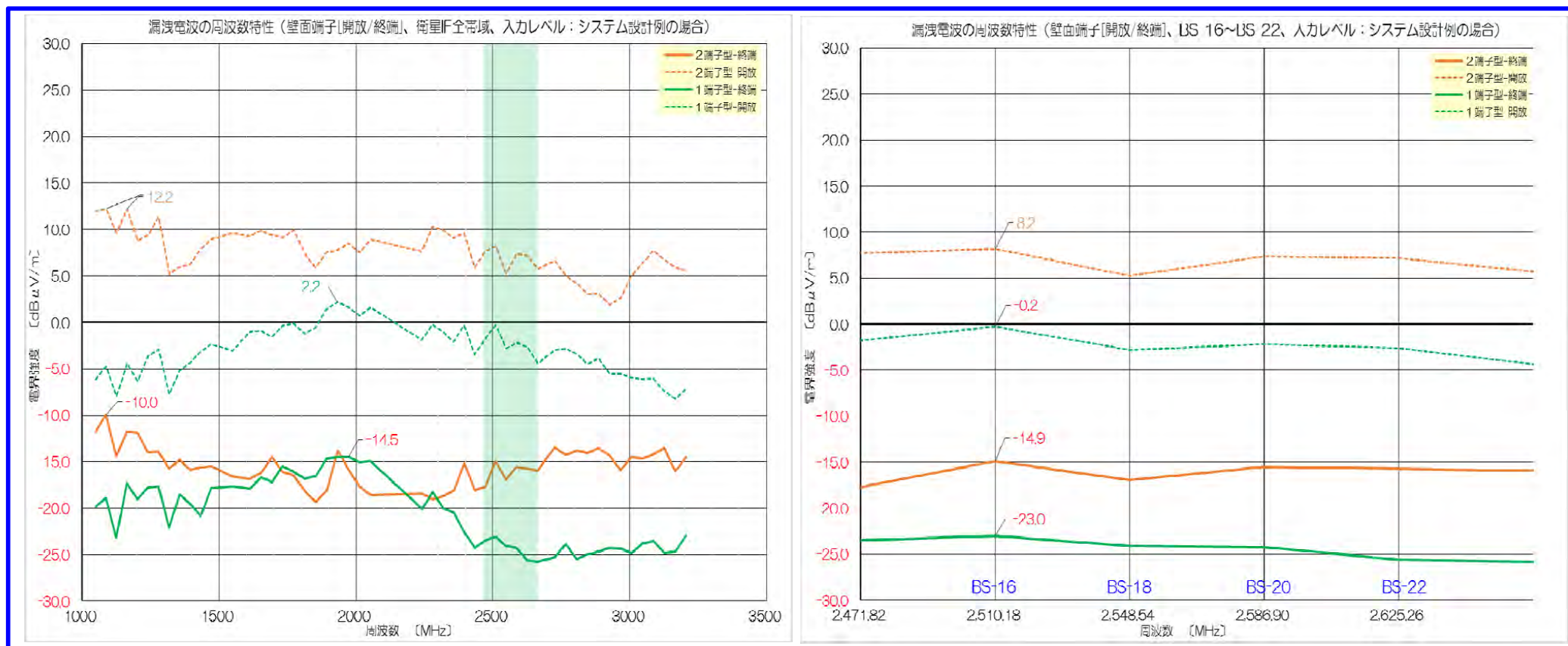
2-5-7. 壁面端子の開放・終端の比較 (入力レベル:110dB μ V)



※ノイズフロアのグラフは、RBW=300kHzにおける測定値のみをプロットした。

壁面端子の開放・終端比較 (STD-B63換算)

2-5-8. 壁面端子の開放・終端の比較 (入力レベル: ARIB STD-B63設計例の場合)

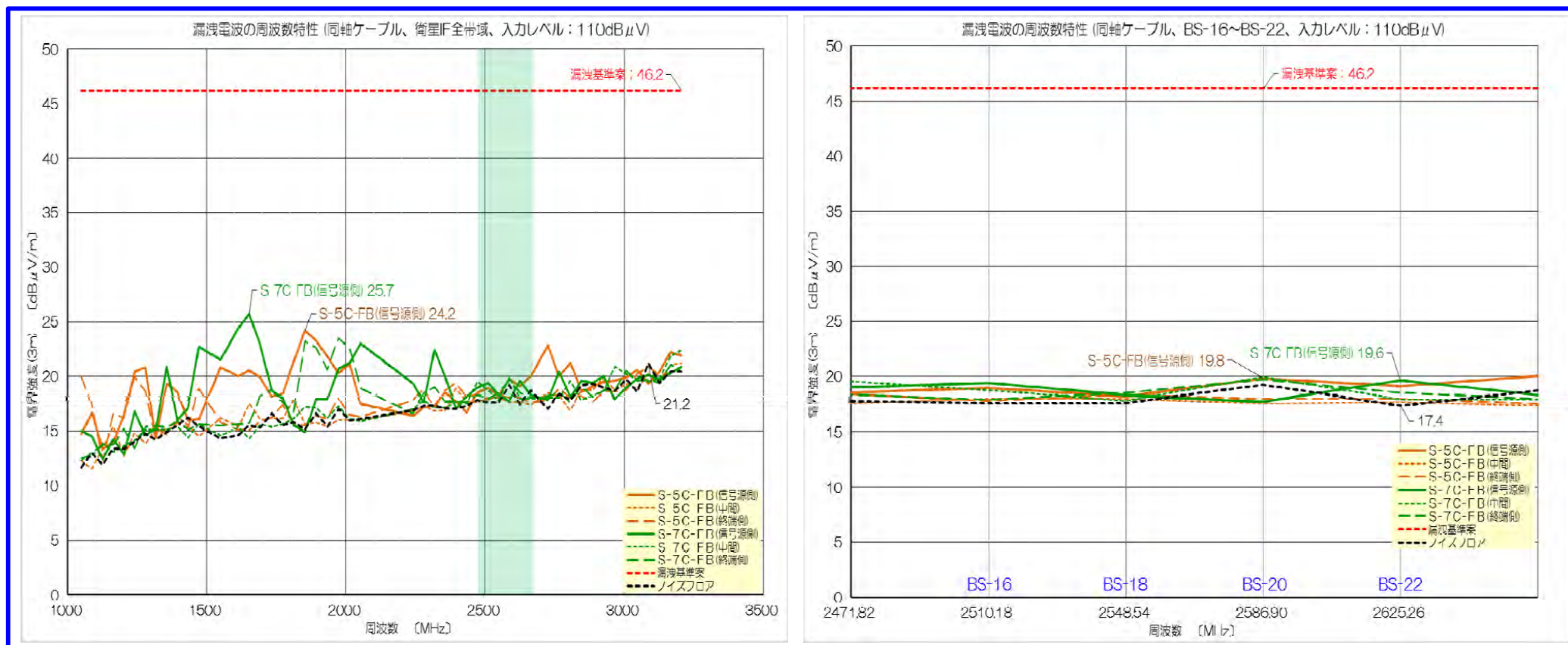


※ノイズフロアのグラフは、RBW=300kHzにおける測定値のみをプロットした。

- ・入力レベルをARIB STD-B63設計例の値に換算すると、壁面端子の入力レベルが低い
ため、漏洩電力も低く、漏洩基準案に対して全ての帯域にて30dB以上のマージンがある

同軸ケーブルの測定結果(入力レベル110dB μ V)

2-5-9. 同軸ケーブルからの漏洩電波の周波数特性① (入力レベル:110dB μ V)

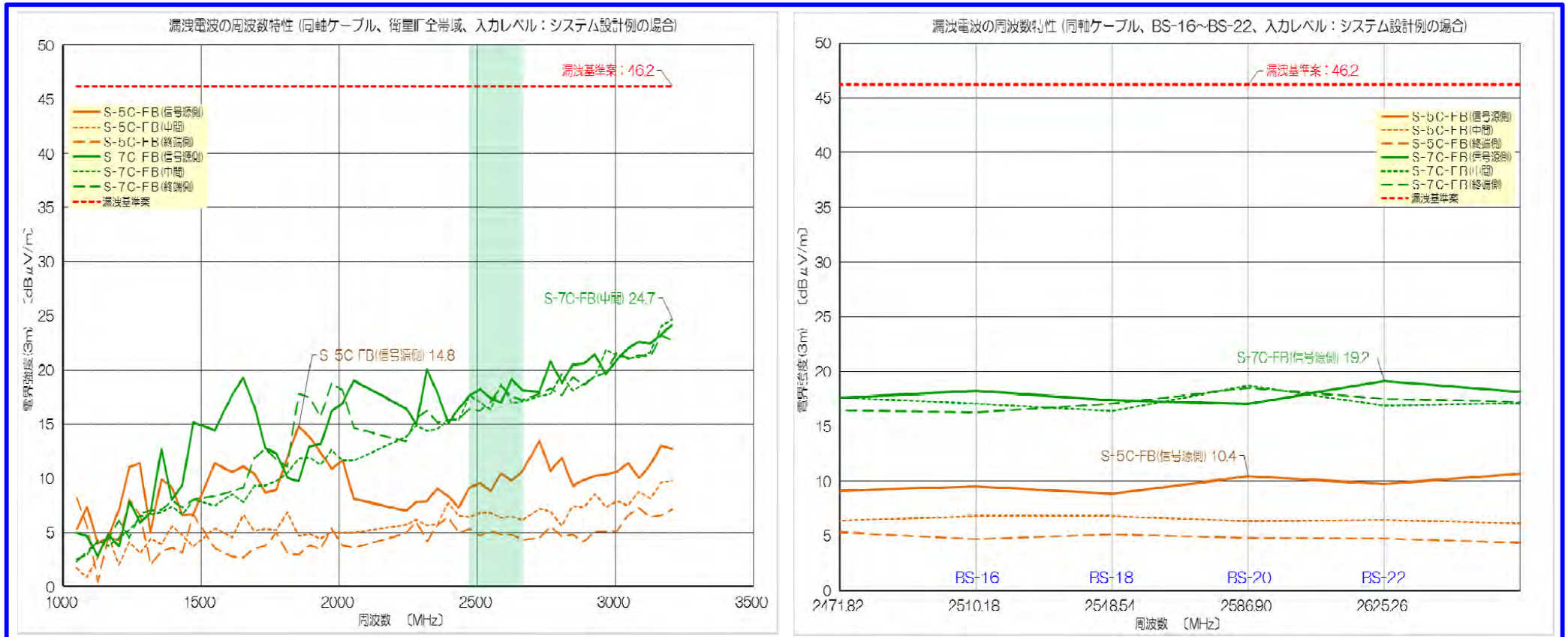


※ノイズフロアのグラフは、RBW=300kHzにおける測定値のみをプロットした。

- ・漏洩基準案に対して、全ての帯域にて20dB程度以上のマージンがある
- ・BS-16~BS-22においても25dB程度のマージンがある

同軸ケーブルの測定結果(STD-B63換算)

2-5-10. 同軸ケーブルからの漏洩電波の周波数特性② (入力レベル: ARIB STD-B63設計例の場合)



※ノイズフロアのグラフは、RBW=300kHzにおける測定値のみをプロットした。

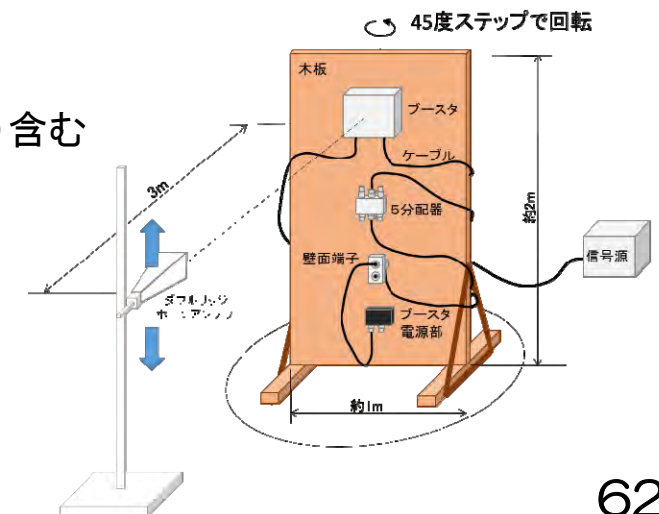
- ・漏洩基準案に対して、全ての帯域にて20dB以上のマージンがある
- ・BS-16~BS-22においても25dB程度のマージンがある

3. 宅内配線モデルにおける漏洩電波の測定(受信システム測定)

3. 宅内配線モデルにおける漏洩電波の測定(受信システム測定)

3-1. 測定方法

- ・測定環境 電波暗室内の回転台上のパネルに受信システムを構築
- ・被測定システム 戸建住宅モデル: ARIB STD-B63記載の構成図に従って構築
 - ※ ブースタは、周波数によらず、利得は34dB、出力レベルは101dB μ Vとする(チルトなし)
 - ※ 壁面端子の出力が76.2dB μ V(1032MHz)~54.9dB μ V(3220MHz)よりも高くなる場合がある集合住宅モデル: ARIB STD-B63記載の構成例に従って構築
 - ※ 初段のブースタは、利得が43.7dB(3220MHz)以上、出力レベルが113.7dB μ V(3220MHz)となる機器を使用する(チルト有)
 - ※ 次段のブースタは、利得が43.7dB(3220MHz)以上、出力レベルが112.6dB μ V(3220MHz)となる機器を使用する(チルト有) (初段と次段のブースタはメーカーが異なっていても良い)
 - ※ 壁面端子の出力が67.2dB μ V(1032MHz)~57.4dB μ V(3220MHz)よりも高くなる場合がある
- ・測定方法 1軸測定手法(45度刻み、8方向)
測定位置による漏洩電力分布を把握するために、ブースタの高さに対して10cm(集合住宅モデルは20cm)を加えた位置(最上位点)から壁面端子の位置(最下位点)までを5cm間隔で測定
- ・信号源 変調方式 CW
- ・測定周波数 BS・CSの右/左旋の全チャンネル
(中心周波数は1049.48~3206MHzの全50波) ※ND26(1550MHz)含む
- ・周波数ステップ 38.36MHz(BS)、40MHz(CS)
- ・測定距離 3m
- ・測定器 スペクトルアナライザ(RBW:300kHz、VBW:3MHz)
- ・受信アンテナ ダブルリッジホーンアンテナ

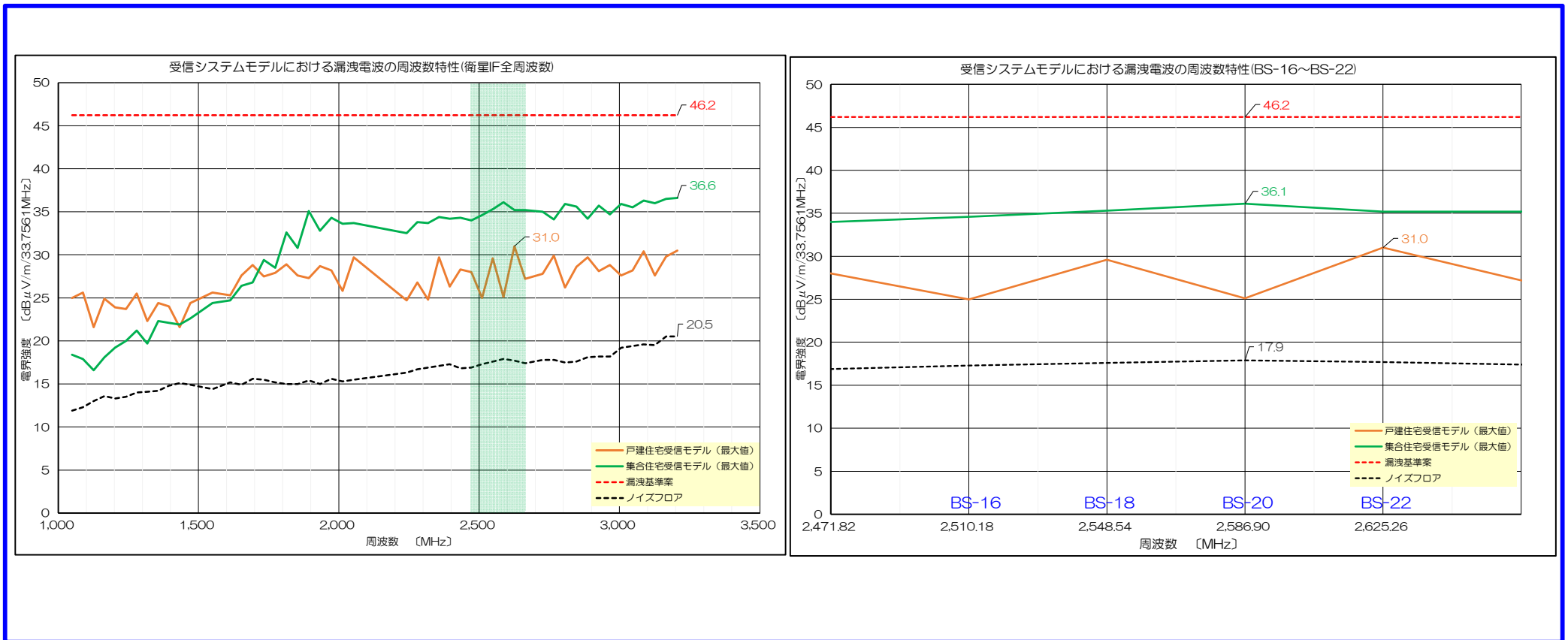


受信システム(モデル)からの漏洩電波の周波数特性

3-2. 周波数特性

- ・BS・CSの各チャンネルの中心周波数ごとの漏洩電波の最大レベル(電界強度換算、水平偏波・垂直偏波、高さ方向の大きい方)を下図に示す。
- ・図中、赤破線は漏洩基準案レベル、黒破線はノイズフロアレベルを示す。

3-2-1. 受信システム(モデル)からの漏洩電波の周波数特性

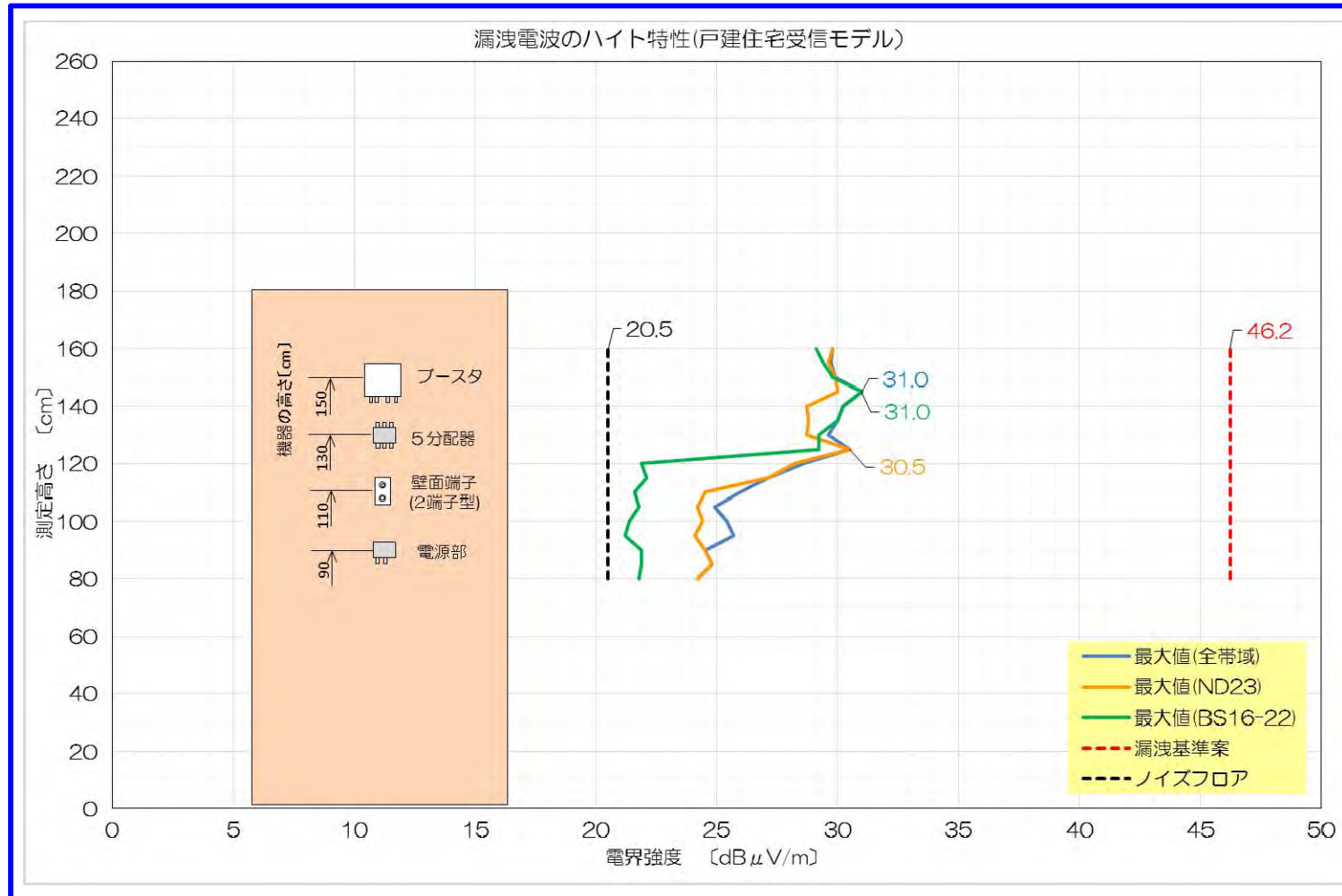


※ノイズフロアのグラフは、RBW=300kHzにおける測定値のみをプロットした。

- ・漏洩基準案に対して、全ての帯域にて10dB程度のマージンがある
- ・BS-16~BS-22においても10dB程度のマージンがある

受信システム(戸建住宅受信モデル)からの漏洩電波

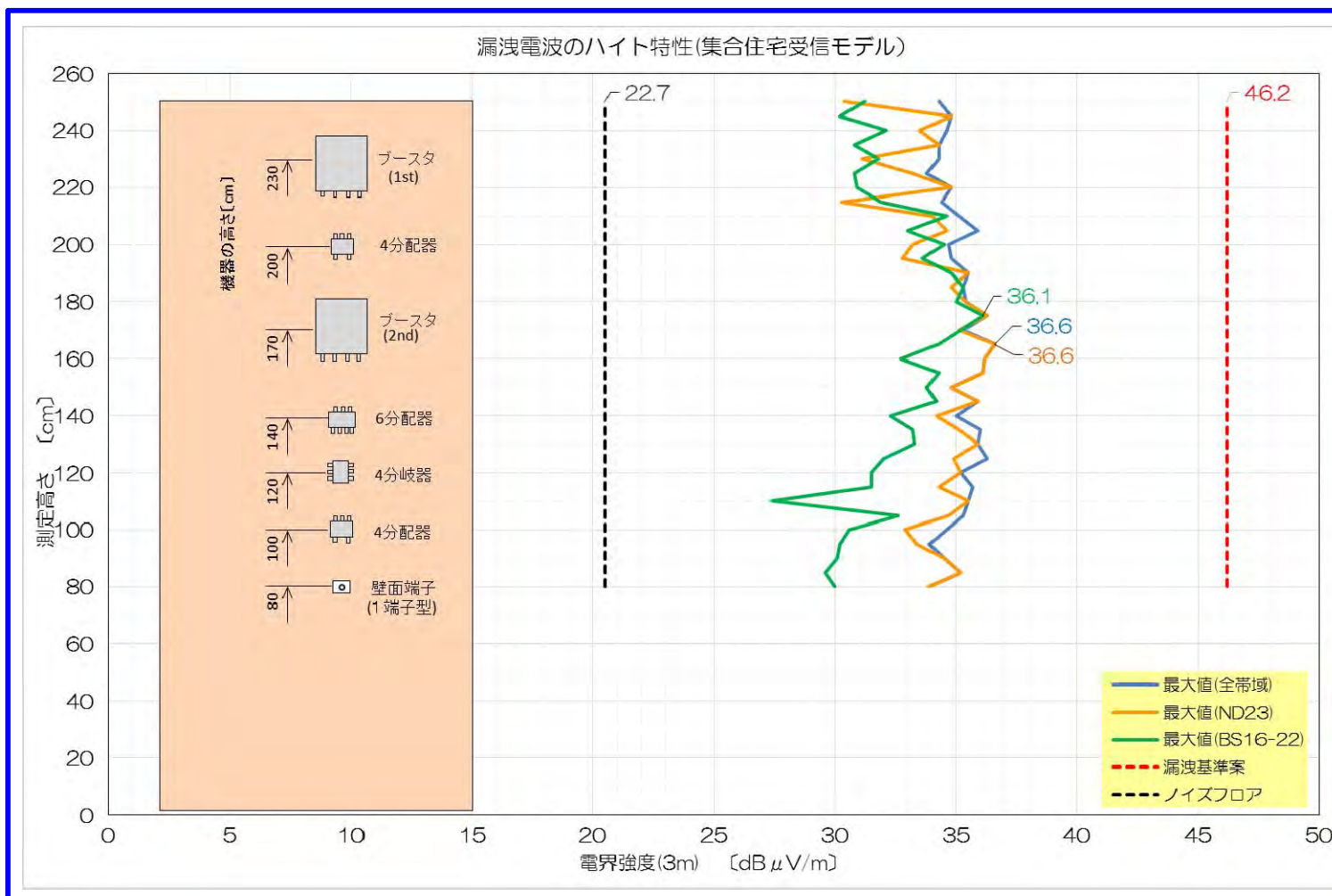
3-2-2. 受信システム(戸建住宅受信モデル)からの漏洩電波の高さ方向の分布



・漏洩基準案に対して、全ての帯域にて15dB程度のマージンがある

受信システム(集合住宅受信モデル)からの漏洩電波

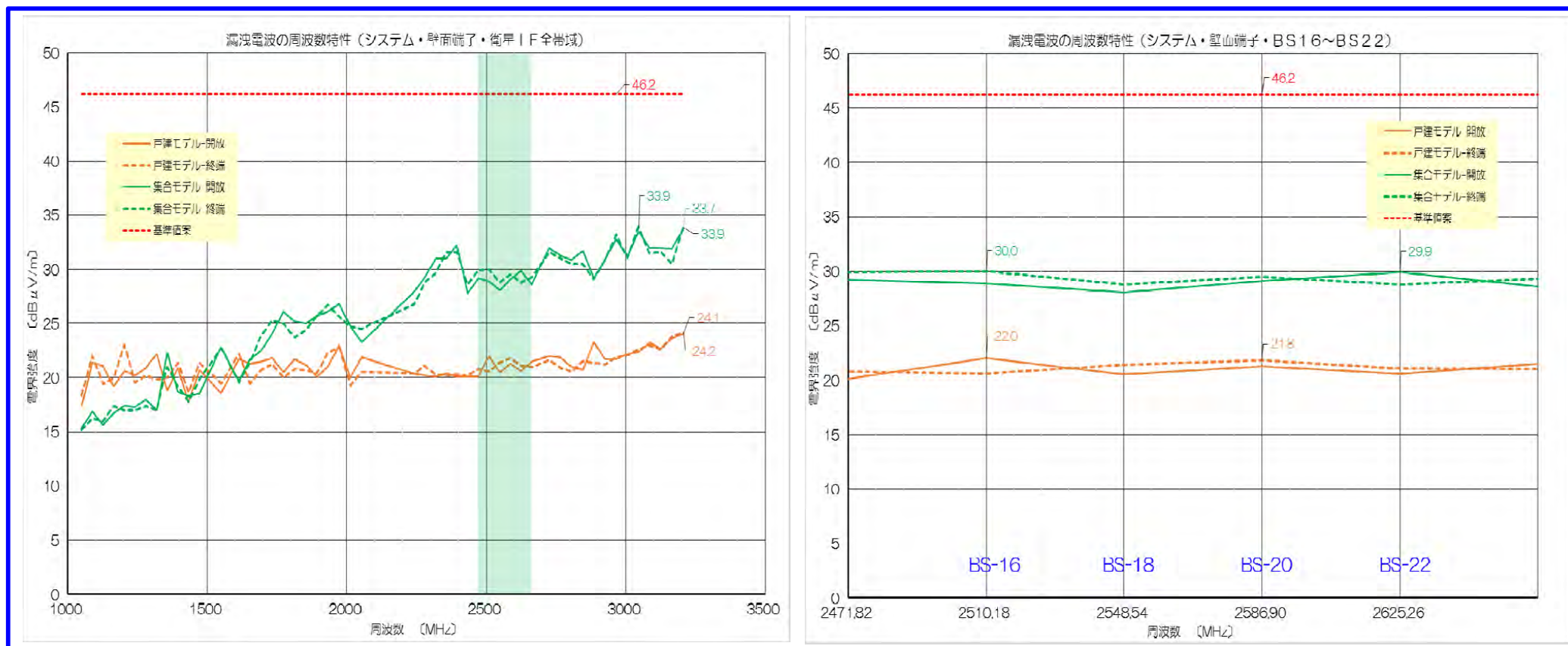
3-2-3. 受信システム(集合住宅受信モデル)からの漏洩電波の高さ方向の分布



・漏洩基準案に対して、全ての帯域にてほぼ10dBのマーヅンがある

受信システムの壁面端子の開放・終端の比較

3-2-4 受信システム(戸建住宅受信モデル)の壁面端子の開放・終端の比較



- ・漏洩基準案に対して、全ての帯域にて15dB程度以上のマージンがある
- ・BS-16~BS-22においても20dB程度のマージンがある
- ・漏洩が最大となる周波数において、開放・終端の差は0.2dB程度である

4. 干渉検討のための減衰特性測定

4. 干渉検討のための減衰特性測定

4-1. 測定方法

- ・測定環境 電波暗室内1.5m高の回転台上に被測定機器を設置
※ 設置する向きは、単体測定において漏洩電波が最大となった方向を受信点に向けること
- ・被測定機種 ブースタ: 戸建住宅用もしくは集合住宅用で漏洩電波が最大の機種
- ・測定方法 1面固定測定手法
- ・信号源 変調方式 CW
- ・測定周波数 BS-16～BS-22の4チャンネル(中心周波数は2510.18～2625.26MHz)
- ・周波数ステップ 38.36MHz(BS)
- ・測定距離 0.74mから10.5mまで (測定は0.64mより実施)
- ・測定器 スペクトルアナライザ(RBW: 30Hz、VBW:30Hz)
- ・受信アンテナ ダブルリッジホーンアンテナ

漏洩電波強度の実力値を反映した干渉評価

4-2. 実機を用いた漏洩電波強度の実力値から無線システムへの干渉評価

4-2-1. 屋外基地システム(N-STAR、XGP、WiMAX)との離隔距離

該当帯域の実力値で計算した離隔距離

| 被干渉モデル | | 与干渉モデル | 離隔距離 [計算値] | 離隔距離 [実力値] |
|--------------|------|-----------------|---------------|---------------|
| N-STAR | 端末 | 戸建ブースタ | 43.2m | 10.5m |
| XGP 基地局 | 独立鉄塔 | 戸建ブースタ | 11.4m | 2.5m |
| | 独立鉄塔 | 集合ブースタ 収納箱あり | 2.0m | 0.35m |
| | 同一建屋 | | 2.0m | 0.35m |
| | 独立鉄塔 | 集合ブースタ 収納箱なし | 11.4m | 2.0m |
| | 同一建屋 | | 11.4m | 2.0m |
| WiMAX 基地局 | 独立鉄塔 | 戸建ブースタ | 11.1m | 2.0m |
| | 独立鉄塔 | 集合ブースタ 収納箱あり | 2.0m | 0.42m |
| | 同一建屋 | | 2.0m | 0.42m |
| | 独立鉄塔 | 集合ブースタ 収納箱なし | 11.1m | 2.3m |
| | 同一建屋 | | 11.1m | 2.3m |

2. 5GHz帯におけるブースタの漏洩電波強度(距離3m)

| | 2510.18MHz [BS-16] | 2548.54MHz [BS-18] | 2586.90MHz [BS-20] | 2625.26MHz [BS-22] |
|-----------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| A社戸建 | 29.7 | 30.0 | <u>31.5</u> | 31.2 |
| A社集合 | 30.1 | 30.5 | <u>31.0</u> | <u>32.7</u> |
| B社戸建 | 21.8 | 21.8 | 22.9 | 22.1 |
| B社集合 | 21.5 | 21.4 | 22.2 | 21.7 |
| C社戸建 | 24.4 | 22.8 | 23.8 | 22.7 |
| C社集合 | 23.5 | 23.9 | 24.2 | 21.9 |
| D社戸建 | <u>33.9</u> | <u>33.1</u> | 31.3 | <u>31.3</u> |
| D社集合 | <u>30.8</u> | <u>31.0</u> | 30.6 | <u>32.7</u> |
| 戸建 最大値 | 33.9 | 33.1 | 31.5 | 31.3 |
| 集合 最大値 | 30.8 | 31.0 | 31.0 | 32.7 |

単位: dBμV/m(下線部は帯域毎の最大値)

N-STARの周波数: 2505~2535MHz ⇒ [BS-16]~[BS-18]
 XGPの周波数 : 2545~2575MHz ⇒ [BS-18]~[BS-20]
 WiMAXの周波数 : 2595~2645MHz ⇒ [BS-20]~[BS-22]

- ・2.5GHz帯における単体機器の漏洩電波強度の実力値から、各システムの離隔距離を再計算
- ・検討モデルに基づき帯域毎の最大値から算出(=最悪値条件)
- ・収納箱の遮蔽減衰量は15dBで計算

漏洩電波強度の実力値を反映した干渉評価

4-2. 実機を用いた漏洩電波強度の実力値から無線システムへの干渉評価

4-2-2. 屋外レピータ・端末、屋内レピータ・端末(XGP、WiMAX)との離隔距離

該当帯域の実力値で計算した離隔距離

| 被干渉モデル | | 与干渉モデル | 離隔距離 [計算値] | 離隔距離 [実力値] |
|-------------|-------|------------------|---------------|---------------|
| XGP 屋外 | レピータ | 戸建ブースタ | 3.6m | 0.79m |
| | 端末 | | 3.6m | 0.79m |
| XGP 屋内 | レピータ | 宅内配信機器 (分配器等) | 3.6m | 0.04m |
| | 端末 | | 3.6m | 0.04m |
| WiMAX 屋外 | レピータ | 戸建ブースタ | 3.5m | 0.65m |
| | 端末 | | 3.5m | 0.65m |
| WiMAX 屋内 | 屋内基地局 | 宅内配信機器 (分配器等) | 4.4m | 0.04m |
| | レピータ | | 3.5m | 0.04m |
| | 端末 | | 3.5m | 0.04m |

2. 5GHz帯におけるブースタ及び宅内分配器の漏洩電波強度(距離3m)

| | 2510.18MHz [BS-16] | 2548.54MHz [BS-18] | 2586.90MHz [BS-20] | 2625.26MHz [BS-22] |
|-------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 戸建 ブースタ 最大値 | 33.9 | 33.1 | 31.5 | 31.3 |
| 宅内 分配器 最大値 | 5.7 | 5.8 | 6.2 | 5.8 |

宅内分配器最大値は、戸建て用5分配器の漏洩値を適用。(単位:dBμV/m)

N-STARの周波数: 2505~2535MHz ⇒ [BS-16]~[BS-18]

XGPの周波数 : 2545~2575MHz ⇒ [BS-18]~[BS-20]

WiMAXの周波数 : 2595~2645MHz ⇒ [BS-20]~[BS-22]

- ・2.5GHz帯における単体機器の漏洩電波強度の実力値から、各システムの離隔距離を再計算
- ・検討モデルに基づき帯域毎の最大値から算出(=最悪条件)

ブースタの漏洩電波強度の実力値を反映した離隔距離

4-3. ブースタの漏洩電波強度の実力値を反映した離隔距離

4-3-1. 漏洩電波強度の実力値を反映した離隔距離

- ・2.5GHz帯における単体機器の漏洩電波強度の実力値から、N-STAR、XGP、WiMAXの離隔距離を再計算
- ・単体機器の漏洩電波強度はブースタが最大であったため、測定した8機種種の帯域毎の最大値から算出(=最悪条件)

2. 5GHz帯におけるブースタの漏洩電波強度(距離3m)

| | 2510.18MHz [BS-16] | 2548.54MHz [BS-18] | 2586.90MHz [BS-20] | 2625.26MHz [BS-22] |
|---------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| A社戸建住宅用 | 29.7 | 30.0 | <u>31.5</u> | 31.2 |
| A社集合住宅用 | 30.1 | 30.5 | 31.0 | <u>32.7</u> |
| B社戸建住宅用 | 21.8 | 21.8 | 22.9 | 22.1 |
| B社集合住宅用 | 21.5 | 21.4 | 22.2 | 21.7 |
| C社戸建住宅用 | 24.4 | 22.8 | 23.8 | 22.7 |
| C社集合住宅用 | 23.5 | 23.9 | 24.2 | 21.9 |
| D社戸建住宅用 | <u>33.9</u> | <u>33.1</u> | 31.3 | 31.3 |
| D社集合住宅用 | 30.8 | 31.0 | 30.6 | <u>32.7</u> |
| 最大値 | 33.9 | 33.1 | 31.5 | 32.7 |

該当帯域のブースタ実力値で計算した離隔距離(最悪条件)

| | [BS-16] 実力値の 離隔距離 | [BS-18] 実力値の 離隔距離 | [BS-20]~ [BS-22] 実力値の 離隔距離 | [参考] 漏洩基準案 の離隔距離 |
|----------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------------------|------------------------|
| N-STAR 端末 | 10.5m | | | 43.2m |
| XGP 小電力 レピータ 端末 | | 0.79m | | 3.6m |
| WiMAX 小電力 レピータ 端末 | | | 0.74m | 3.5m |

N-STARの周波数: 2505~2535MHz ⇒ [BS-16]~[BS-18]

XGPの周波数 : 2545~2575MHz ⇒ [BS-18]~[BS-20]

WiMAXの周波数 : 2595~2645MHz ⇒ [BS-20]~[BS-22]

単位: dBμV/m (下線部は帯域毎の最大値)

ブースタの漏洩電波強度の離隔距離との伝搬特性

4-3-2. 離隔距離と漏洩電波強度の特性

- ・[BS-22]で漏洩電波強度が最大となったA社集合住宅用ブースタをサンプルとし、距離を変えて漏洩電波強度の変化を測定
- ・漏洩が最大となった方向の1軸測定手法で測定(ノイズフロア:10dB μ V/m)

| 距離 | 2510.18MHz [BS-16] | 2548.54MHz [BS-18] | 2586.90MHz [BS-20] | 2625.26MHz [BS-22] | [参考] 漏洩基準案 |
|-------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|---------------|
| 0.74m | 43.1 | 43.5 | 44.9 | <u>46.0</u> | 58.3 |
| 0.79m | 42.6 | <u>43.1</u> | 44.0 | 45.0 | 57.7 |
| 0.94m | 41.0 | 41.7 | 42.8 | <u>44.4</u> | 56.2 |
| 1m | 40.8 | 42.1 | 42.3 | 43.4 | 55.7 |
| 1.5m | 37.2 | 38.2 | 38.8 | 39.9 | 52.2 |
| 2m | 34.5 | 36.0 | 36.4 | 37.5 | 49.7 |
| 2.5m | 32.6 | 33.8 | 34.4 | 35.6 | 47.7 |
| 3m | 31.1 | 32.3 | 33.0 | 34.1 | 46.2 |
| 4m | 28.9 | 30.0 | 30.5 | 31.9 | 43.7 |
| 5m | 27.0 | 28.1 | 28.9 | 30.0 | 41.7 |
| 6m | 25.1 | 26.6 | 26.8 | 28.2 | 40.1 |
| 7m | 24.4 | 25.5 | 25.4 | 27.1 | 38.8 |
| 8m | 22.1 | 23.6 | 24.3 | 26.3 | 37.6 |
| 9m | 22.5 | 23.6 | 23.9 | 25.1 | 36.6 |
| 10.5m | <u>19.4</u> | 20.2 | 21.1 | 23.5 | 35.3 |

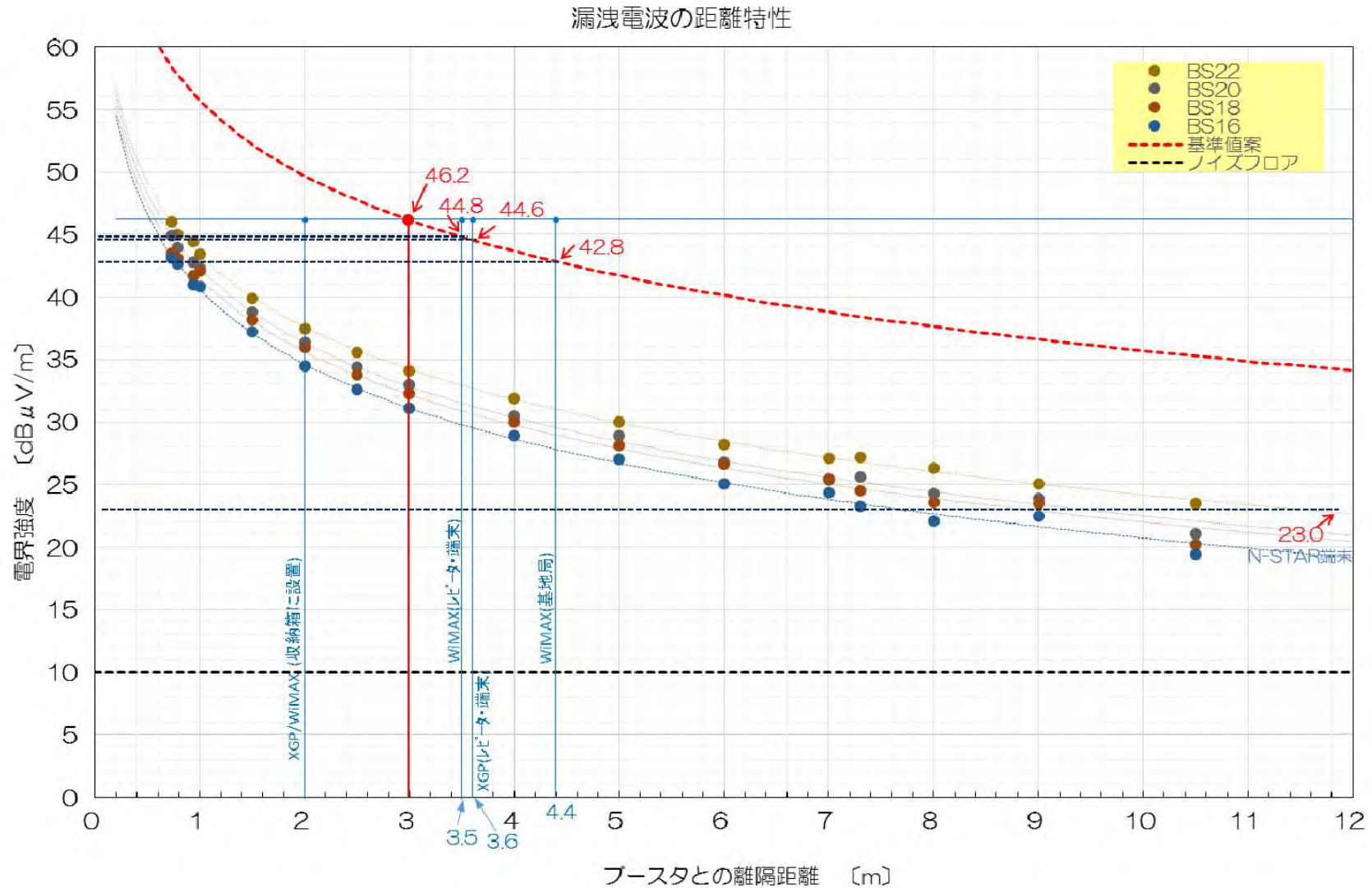
| | 漏洩基準案に対する 離隔距離／電界強度 | ブースタ実力値での 離隔距離 ／電界強度実測値 |
|----------------------------|------------------------|-------------------------------|
| N-STAR 端末 | 43.2m／23.0dB μ V/m | 10.5m／19.4dB μ V/m |
| XGP 屋外 レピータ 端末 | 3.6m／44.6dB μ V/m | 0.79m／43.1dB μ V/m |
| WiMAX 小電力 レピータ 端末 | 3.5m／44.8dB μ V/m | 0.74m／46.0dB μ V/m |

いずれも実力値で計算した離隔距離において、共用条件を満たす電界強度以下か、+1～2dBの範囲となっている。

単位: dB μ V/m

離隔距離と漏洩電界強度の特性

4-3-3. 離隔距離と漏洩電界強度の特性



5. 収納箱(集合住宅用施工ボックス)の遮蔽減衰量の測定

5. 収納箱(集合住宅用施工ボックス)の遮蔽減衰量の測定

5-1. 測定方法

- ・収納箱
 - 一般的に使用されている収納箱2品種について遮蔽減衰量を測定する
 - (1)埋め込み形収納箱(屋内用、木製基板)
 - (2)防水型収納箱(屋外用水切構造・防塵・防水パッキン付、木製基板)
 - ※収納箱のサイズは(1)(2)ともに600 x 600 x 120mm、
鋼板の板厚は1.6mm
- ・測定方法
 - ・集合住宅用ブースタを収納箱内の木製基板に固定し、漏洩電波を測定する。
 - ・単体で測定した結果を用いて、差分から遮蔽減衰量を求める。
- ・測定対象
 - 集合住宅用ブースタ(C社製、1機種)
- ・信号源
 - 変調方式 CW
- ・測定周波数
 - BS・CSの右/左旋の全チャンネル(中心周波数は1049.48~3206MHzの全50波)
- ・周波数ステップ
 - 38.36MHz(BS)、40MHz(CS)
- ・測定距離
 - 1m
- ・測定器
 - スペクトルアナライザ(RBW:100kHz、VBW:1MHz)
- ・受信アンテナ
 - ダブルリッジホーンアンテナ
- ・補足
 - 収納箱本体は接地する。



上図 屋内用盤用収納箱(埋込形)
下図 屋外用制御盤収納箱(水切構造)

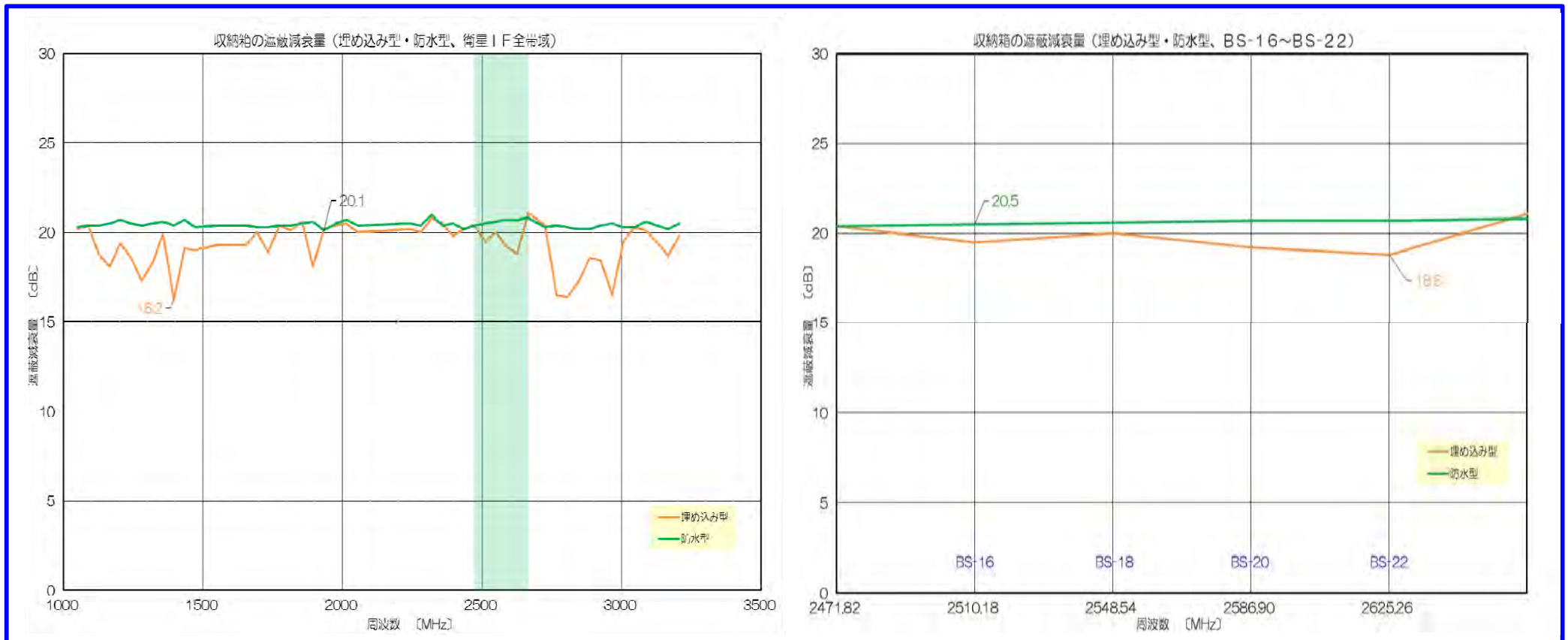


収納箱へのブースタ実装例
<イメージ>

遮蔽減衰量の周波数特性

5-2. 遮蔽減衰量

5-2-1. 遮蔽減衰量の周波数特性



- ・遮蔽減衰量は、検討した値(15dB)以上の結果が得られた
- ・周波数にほとんど依存しない特性が得られた

6. 床面反射の影響

6. 床面反射の影響

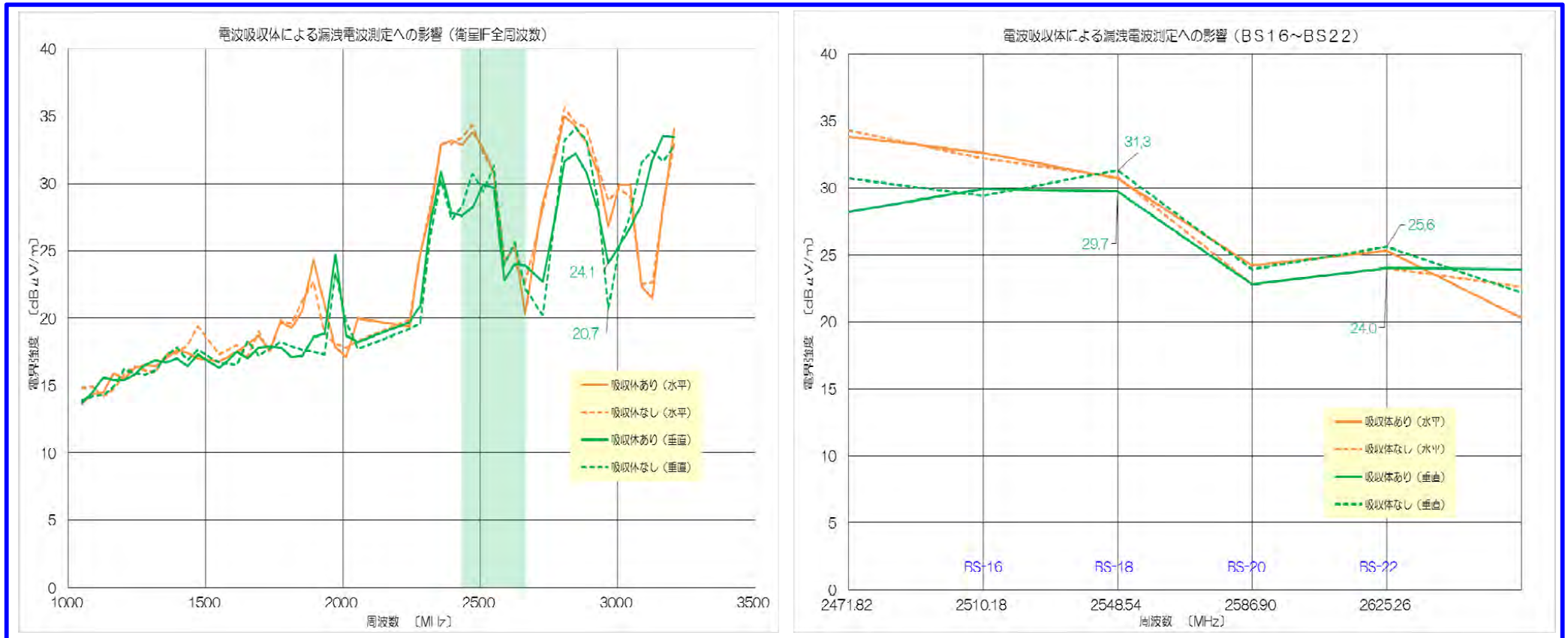
衛星IF信号の漏洩電波が支配的と推察されるブースタは、戸建住宅では衛星放送受信用アンテナの近傍に設置されるのが一般的であり、地面の反射の影響度はほとんどないと推察された。しかしながら、微弱電波の測定は床面を金属板として測定することが定められており、今回の種々の測定で、床面に設置した電波吸収体の有無が測定結果にどのくらい影響を与えるか、についてブースタ1機種を用いて検証を行った。

6-1. 測定方法

- ・測定対象 集合住宅用ブースタ(D社製、1機種)
- ・測定方法 利得を最大にして、周波数を3206MHz(ND23)における出力レベルが定格出力となるように入力を設定する。
- ・信号源 変調方式 CW
- ・測定周波数 BS・CSの右/左旋の全チャンネル(中心周波数は1049.48~3206MHzの全50波)
- ・周波数ステップ 38.36MHz(BS)、40MHz(CS)
- ・測定距離 3m
- ・測定器 スペクトルアナライザ(RBW:300kHz、VBW:3MHz)
- ・受信アンテナ ダブルリッジホーンアンテナ

漏洩電波の周波数特性

6-2. 漏洩電波の周波数特性



- ・床面反射の影響は最大で3dB程度である
- ・BS-16~BS-22においては最大で1.5dB程度である

7. LNBからの漏洩電波の測定

7. LNBからの漏洩電波の測定

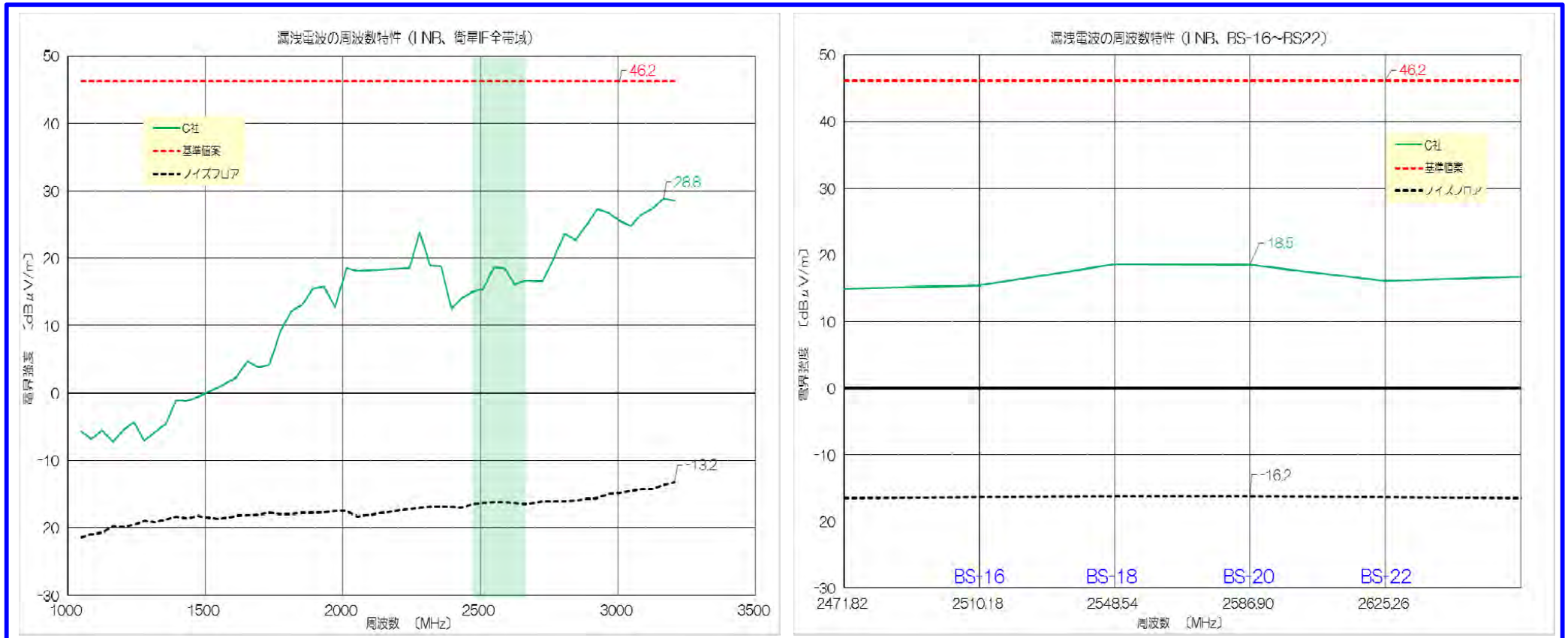
衛星放送受信用のパラボラアンテナに付属する受信信号コンバータ(LNB:Low Noise Block Converter)からの衛星IF信号の漏洩レベルを測定する。

7-1. 測定方法

- ・測定対象 右・左旋対応(3.2GHz対応)のLNB(1社、1機種)
- ・測定方法
 - ・LNBの近傍に疑似的に12GHz帯(12.711GHz)の信号源を設置し、LNBの出力レベルが $80\text{dB } \mu\text{V}$ になるように信号源の出力を調整する。(ARIB STD-B63のシステム設計例に準拠)
 - ・3m法6面固定手法を用いて測定する。スペクトルアナライザ(RBW:500Hz、VBW:5kHz)
- ・信号源 変調方式 CW
- ・測定周波数 BS・CSの右/左旋の全チャンネル(中心周波数は1049.48~3206MHzの全50波)
- ・周波数ステップ 38.36MHz(BS)、40MHz(CS)
- ・測定距離 3m
- ・測定器 スペクトルアナライザ(RBW:500Hz、VBW:5kHz)
- ・受信アンテナ ダブルリッジホーンアンテナ

漏洩電波の周波数特性

7-2. 漏洩電波の周波数特性



- ・漏洩基準案に対して、全ての帯域にて15dB程度以上のマージンがある
- ・BS-16~BS-22においては25dB程度のマージンがある
- ・2.5GHz帯のLNB漏洩電波は、集合住宅ブースタを収容箱に収容した場合と同等の値であった。

8. 手ひねり接続の漏洩電波の測定

8. 手ひねり接続の漏洩電波の測定

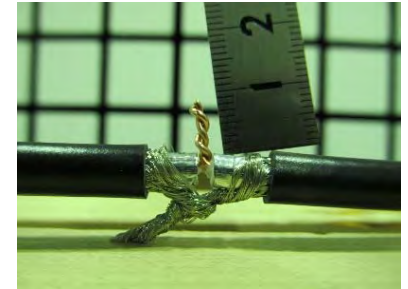
“手ひねり接続”とは、同軸ケーブル同士を接栓を用いずに直接接続する方法で、接続部分から衛星IF信号が漏洩することにより他の無線システムとの干渉の要因となる。

※総務省 電波利用ホームページ

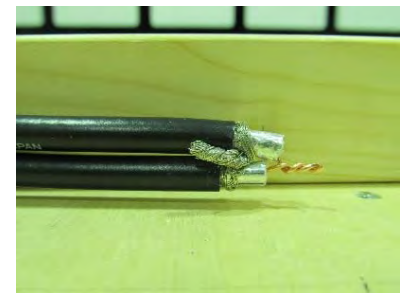
<http://www.tele.soumu.go.jp/j/adm/monitoring/illegal/bs/bs1/>

8-1. 測定方法

- ・測定対象 S-5C-FB同軸ケーブルを用いた手ひねり直列加工品および手ひねり並列加工品（右図参照）
- ・測定方法 3m法で1面固定手法を用いて測定する。
入力は110dB μ V
スペクトルアナライザ(RBW:300kHz、VBW:3MHz)
- ・補足 手捻りは直列の場合と並列の場合を測定する。



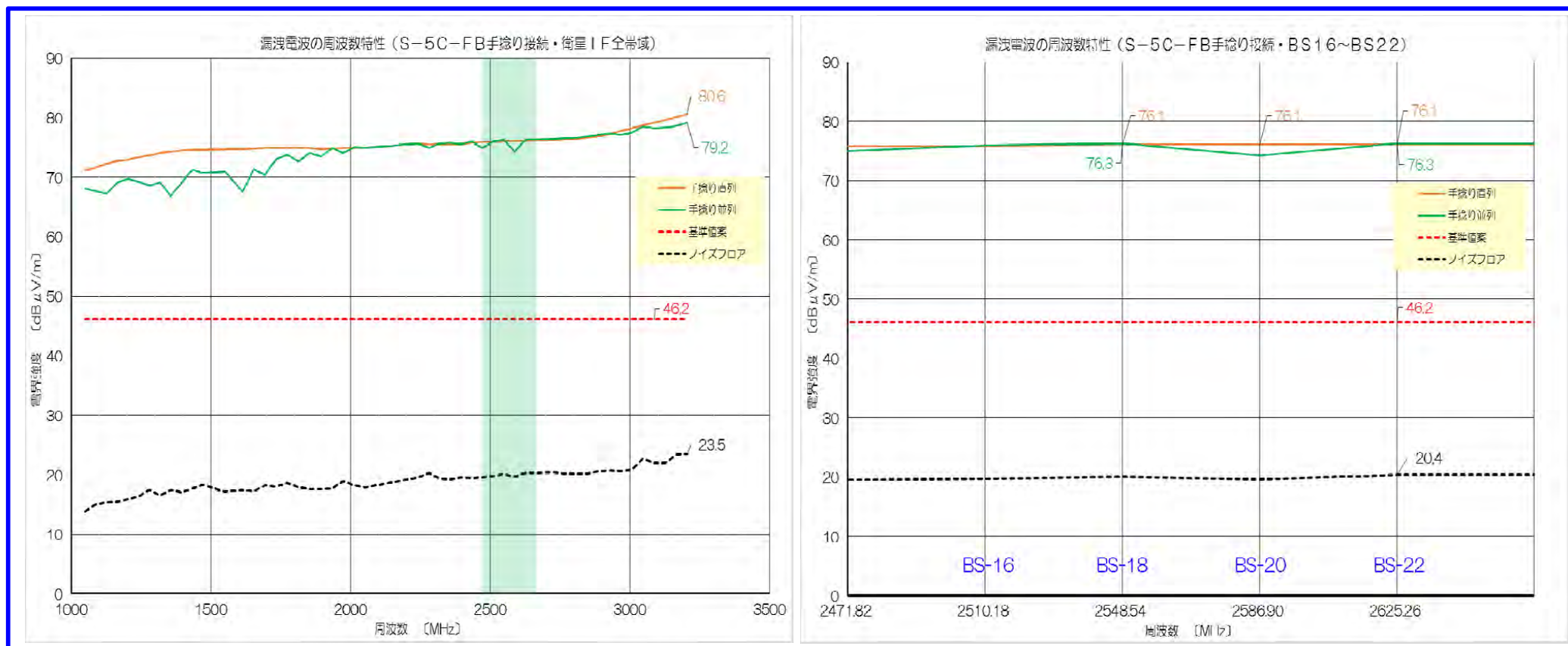
手ひねり直列



手ひねり並列

手ひねり接続の漏洩電波の周波数特性

8-2. 手ひねり接続の漏洩電波の周波数特性



- ・漏洩基準案に対して、30dB程度以上高い値となった
- ・BS-16~BS-22においてもほぼ同様に30dB程度以上高い値となった

9. 1330MHz対応の直付けブースタからの漏洩電波の測定

9. 1330MHz対応(DH規格以前の製品)の直付けブースタからの漏洩電波の測定

“直付け”とは、接栓を用いずに同軸ケーブルを剥離してネジ等で機器に接続(固定)する方法で、この方法で接続するタイプのブースタ、分配器、壁面端子等が過去に多く存在していた。接続箇所がシールドされないことから、接続部から衛星IF信号が漏洩した電波が他の無線システムとの干渉要因となることがある。

※総務省 東海総合通信局 <http://www.soumu.go.jp/soutsu/tokai/denpa/booster/>

今回、DHマーク対応以前のブースタ(BS-15(1330MHz)対応品)が直付け対応品であることに注目し、同ブースタを用いて、漏洩電波の電界強度を測定することとした。



9-1. 測定方法

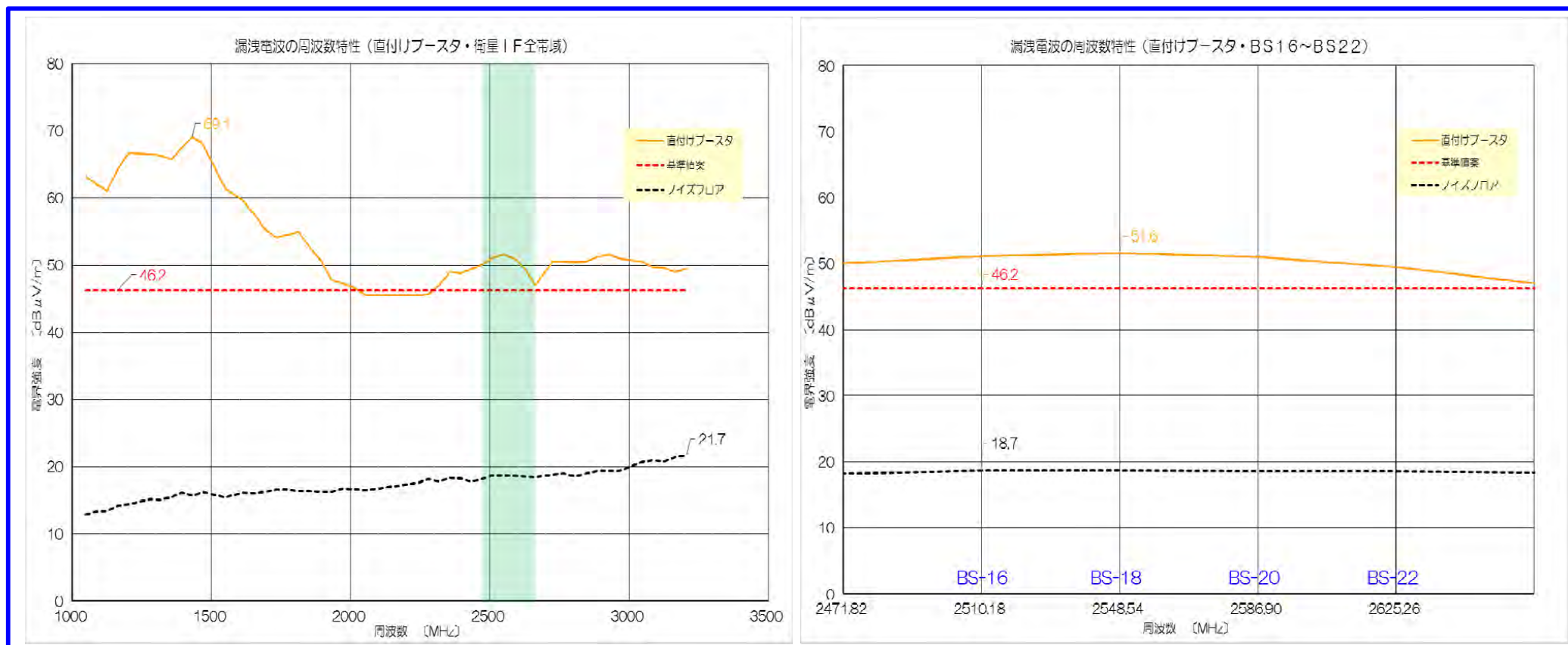
- ・測定対象
個別住宅用ブースタ (1社、1機種)
対応周波数: BS1~BS-15(1330MHzまで対応)
定格出力: 100dB μ V
利得: 27~33dB
- ・測定方法
3m法3軸測定手法を用いて測定する。
スペクトルアナライザ(RBW:300kHz、VBW:3MHz)



DH以前の直付けブースタ例
<イメージ>

漏洩電波の周波数特性

9-2. 漏洩電波の周波数特性



- ・増幅帯域が1330MHz帯までのものであることから、それ以上の周波数は規格外となる
- ・漏洩基準案に対して周波数によっては20dB程度高い値となることが確認された
- ・BS-16~BS-22においても、漏洩基準値に対して5dB程度高い値になる

10. 2600MHz対応のブースタからの漏洩電波の測定

10. 2600MHz対応(DH規格準拠の製品)のブースタからの漏洩電波の測定

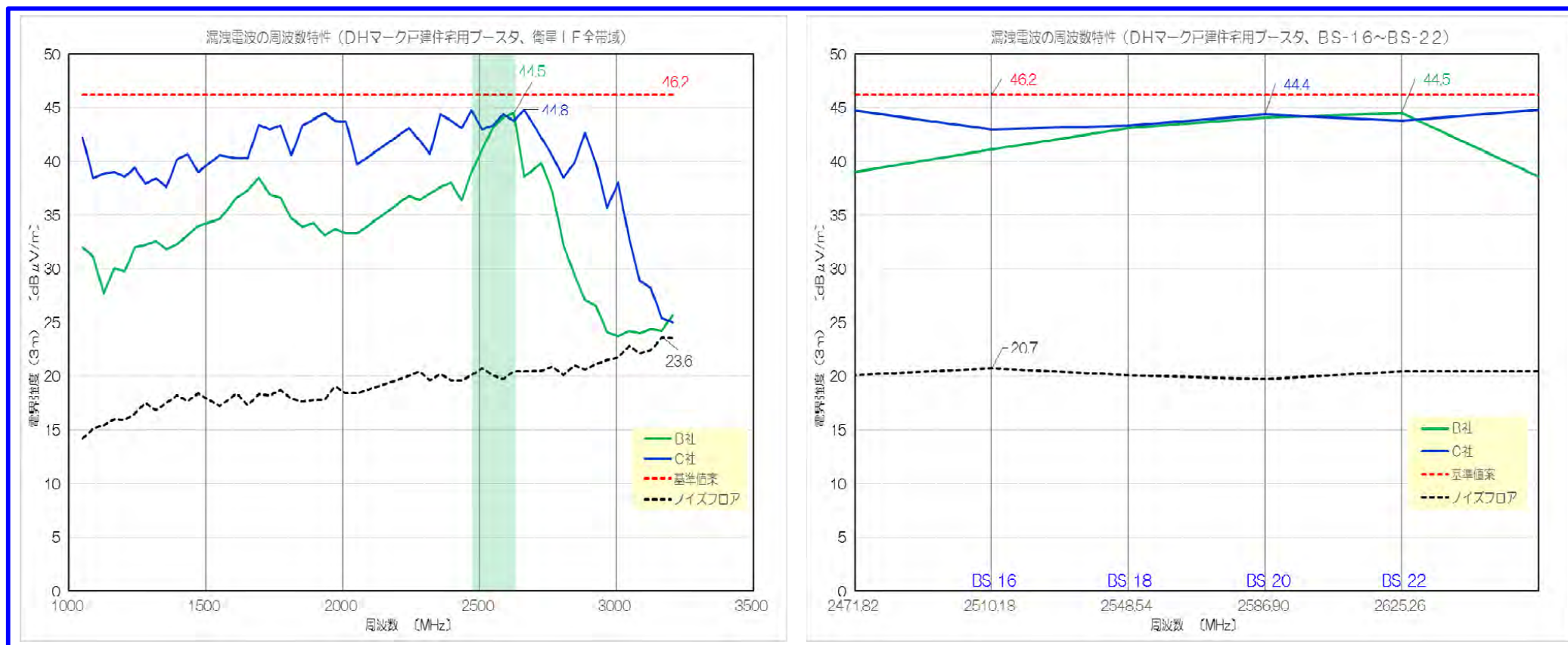
前記2にて、SHマーク準拠品(3.2GHz対応)のブースタの漏洩電波を測定したが、これまでに販売されているDHマーク準拠品(2.6GHz対応)について、衛星IF信号の漏洩電波を測定する。

10-1. 測定方法

- ・測定対象 DHマーク準拠ブースタ（2社、2機種）
 - ・戸建受信用： 2602MHz対応品、利得：～34dB、出力：～103dB
 - ・戸建受信用： 2602MHz対応品、利得：～35dB、出力：～105dB
- ・測定方法 SHマーク準拠ブースタと同条件で測定する。

漏洩電波の周波数特性

10-2. 漏洩電波の周波数特性



・DHマーク準拠のブースタからの漏洩は、漏洩基準案を満たしている。

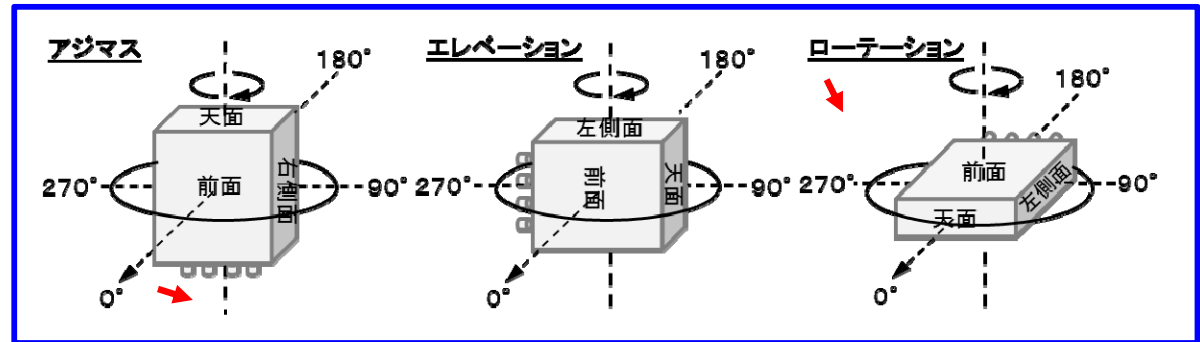
参考資料

【参考資料】

- 参考-1 回転軸と回転方向
- 参考-2 全方位測定手法の回転軸
- 参考-3 電波暗室の測定状況
- 参考-4 全方位測定手法と3軸測定手法の結果比較
- 参考-5 3軸測定手法における“1度刻み”と“15度刻み”での詳細測定
- 参考-6 3軸測定手法による測定結果(一例)
- 参考-7 収納箱の遮蔽減衰量
- 参考-8 受動機器における、測定時と使用例における機器入力レベルの換算

参考-1 回転軸と回転方向

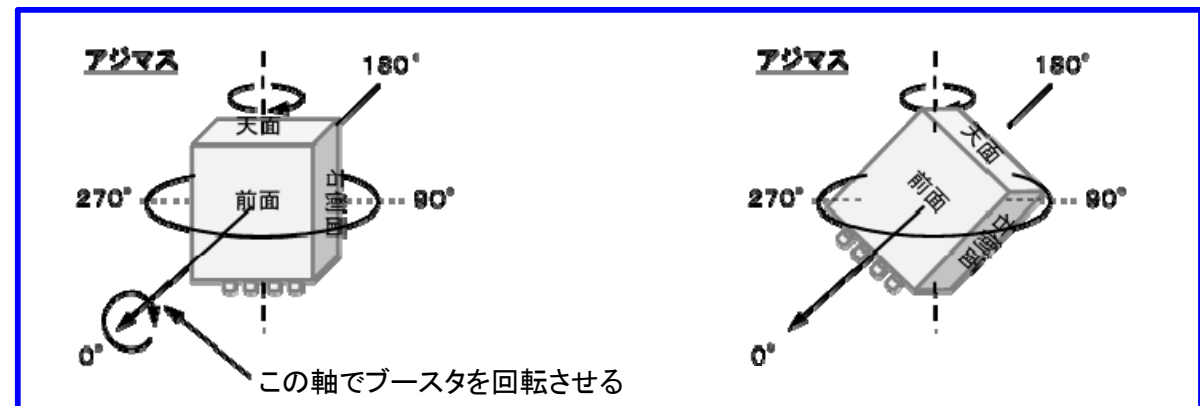
アジマス(Z軸)、エレベーション(Y軸)およびローテーション(X軸)における角度については、右図に示すものとする。



3軸測定手法における回転軸について

参考-2 全方位測定手法の回転軸

ブースタとホーンアンテナを軸とした方向(X軸)と、鉛直方向(Z軸)にブースタを回転(傾け)させ、漏洩電波を測定する。



全方位測定手法における回転軸について (左図: 水平角0度のイメージ、右図: 水平角45度のイメージ)

参考-3 電波暗室の測定状況



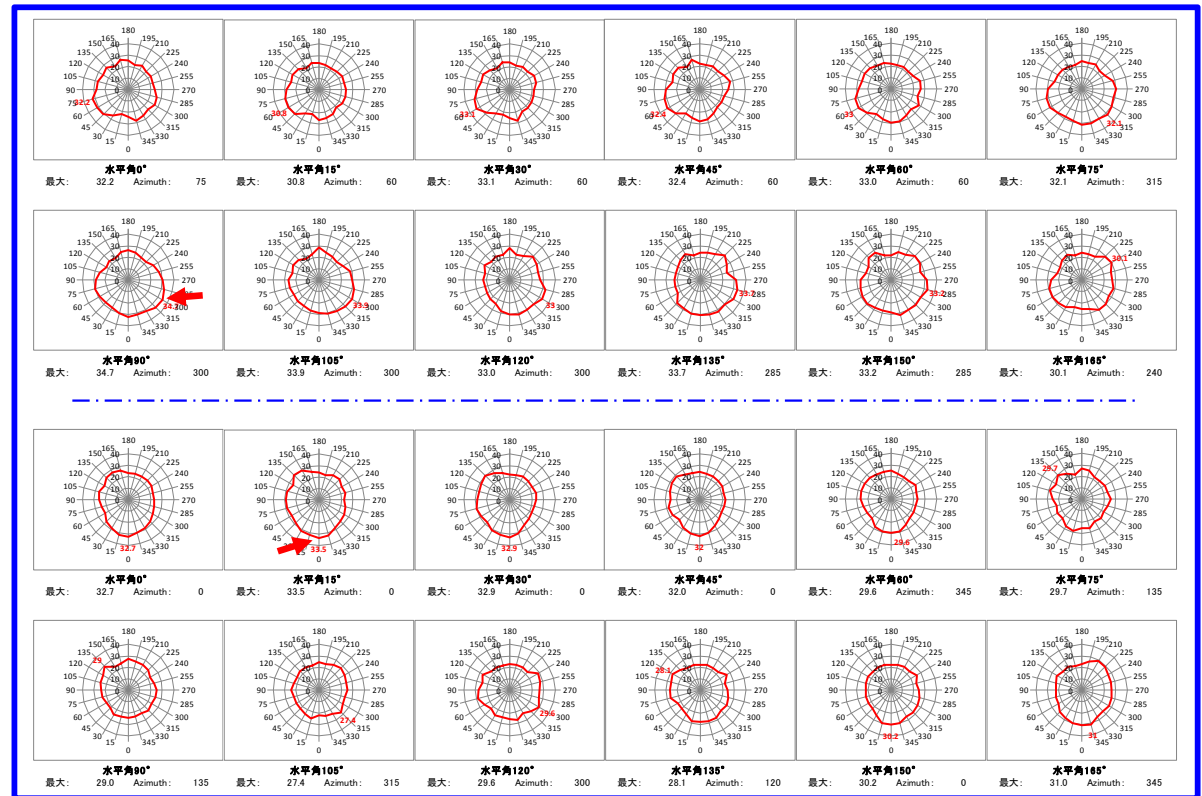
参考-4 全方位測定手法と3軸測定手法の結果比較

参考-4-1 測定周波数:3206.0MHz(ND23)の場合

| | | |
|-------------|-------------|------|
| 偏波 | 水平 | 垂直 |
| 最大値[dBuV/m] | 34.7 | 33.5 |
| 水平角[度] | 90 | 15 |
| アジマス[度] | 300 | 0 |

- 全方位の実機測定による3m電界強度は最大値で34.7dB μ V/mであった
- 漏洩基準案の46.2dB μ V/mに対して、10dB以上のマージンがあった

- 全方位測定手法と3軸測定手法との測定結果を比較すると、水平偏波で0.8dB、垂直偏波で0.5dBの差であった
- 漏洩基準案の46.2dB μ V/mに対して、双方ともに10dB以上のマージンがあった



全周図測定手法による測定結果 (上2図:水平偏波、下2図:垂直偏波)

- 今回の測定では、ブースタ(能動機器)については3軸測定手法を用いても大きな誤差はないことが確認できた。
- 全体傾向を把握することが求められている技術試験事務では、個々の1dB以下の測定精度を追求するより、多くの測定パターンによる検証を優先するため、3軸測定手法により測定を行うこととする。

参考-4-2 測定周波数:2586.9MHz(BS-20)の場合

水平・垂直偏波の最大値: 全方位測定手法・・・24.0dB μ V/m
 3軸測定手法・・・23.8dB μ V/m

- 被測定機器 戸建住宅用ブースタ: C社
- 測定周波数 3206.0MHz

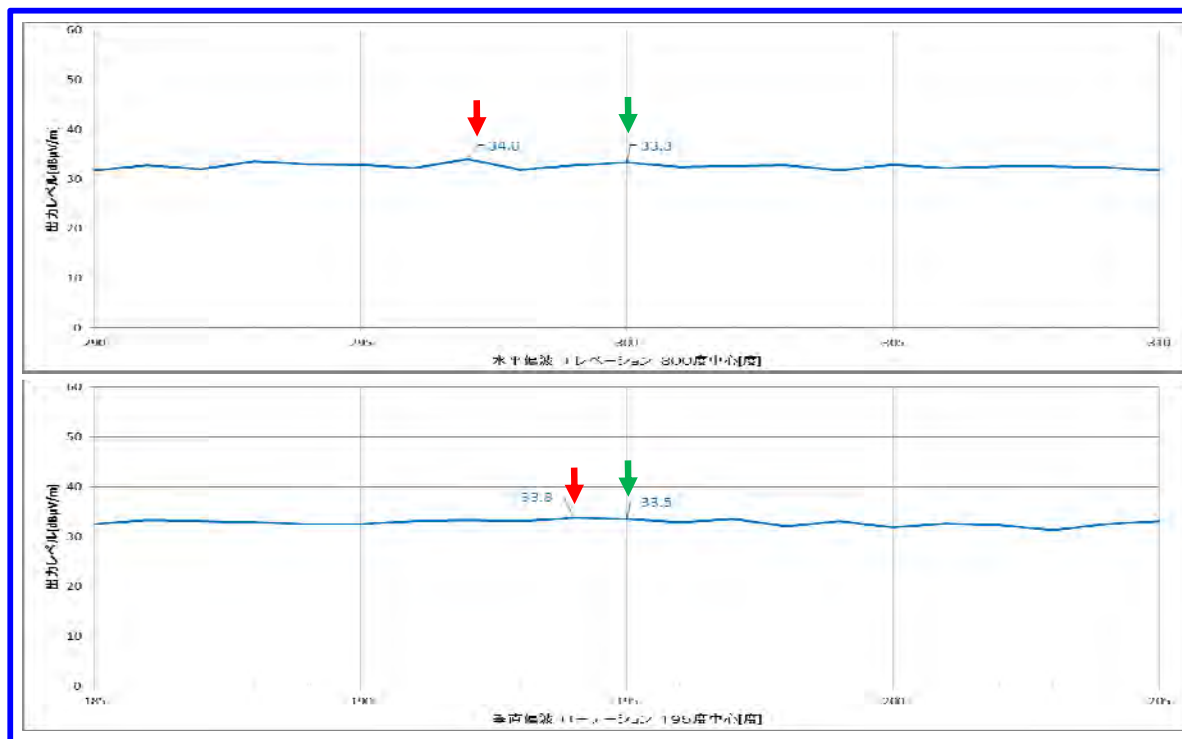
定格出力103dB μ V (入力レベル \cong 68dB μ V、利得 \cong 35dB)

参考-5 3軸測定手法における“1度刻み”と“15度刻み”での詳細測定

3軸測定手法で最大値を示した条件(水平偏波、エレベーション、300度)・(垂直偏波、ローテーション、195度)で±10度の範囲で1度刻みに測定した結果を右図に示す。

・15度刻みに測定した結果に対して、更に1度刻みで測定した結果と比較すると、極めて僅かな差異は見られるものの、ほぼ同値と考えることができる

・漏洩基準案の46.2dB μ V/mに対して、双方ともに10dB以上のマージンがあった



3軸測定手法で最大値が得られた条件で、角度を1度刻みで測定した結果

今回の技術試験事務では多くの試験が求められており、時間の制約がある中で必要なデータを取得するために、“3軸、15度刻み”、で測定を行うこととした。

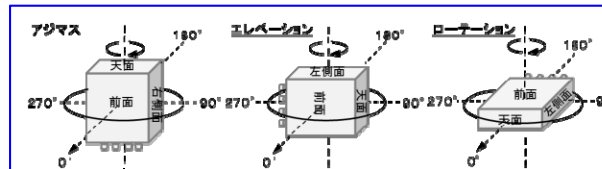
・被測定機器 戸建住宅用ブースタ: C社
・測定周波数 3206.0MHz

定格出力103dB μ V (入力レベル \approx 68dB μ V、利得 \approx 35dB)

参考資料

参考-6 3軸測定手法による測定結果(一例)

【用語の説明】



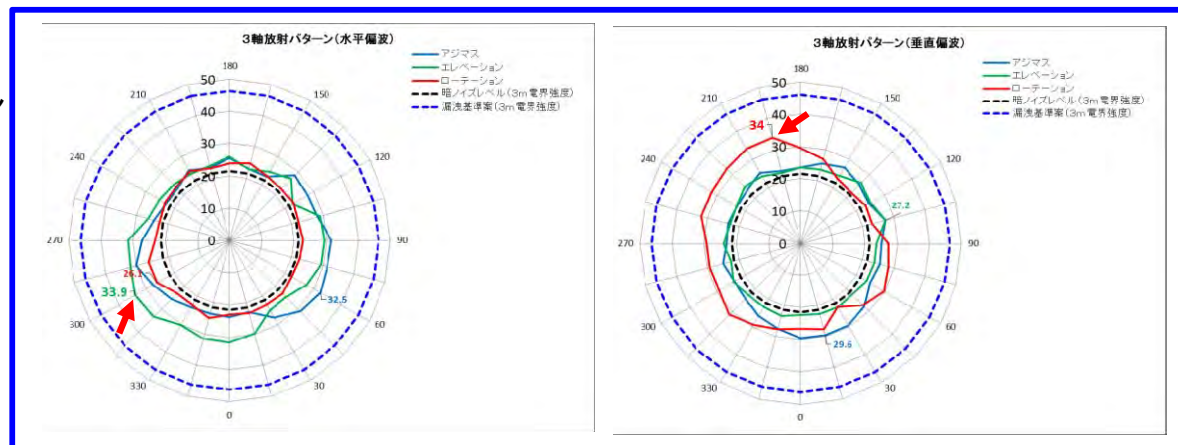
【図面の説明】

青線:アジマス
 緑線:エレベーション
 赤線:ローテーション

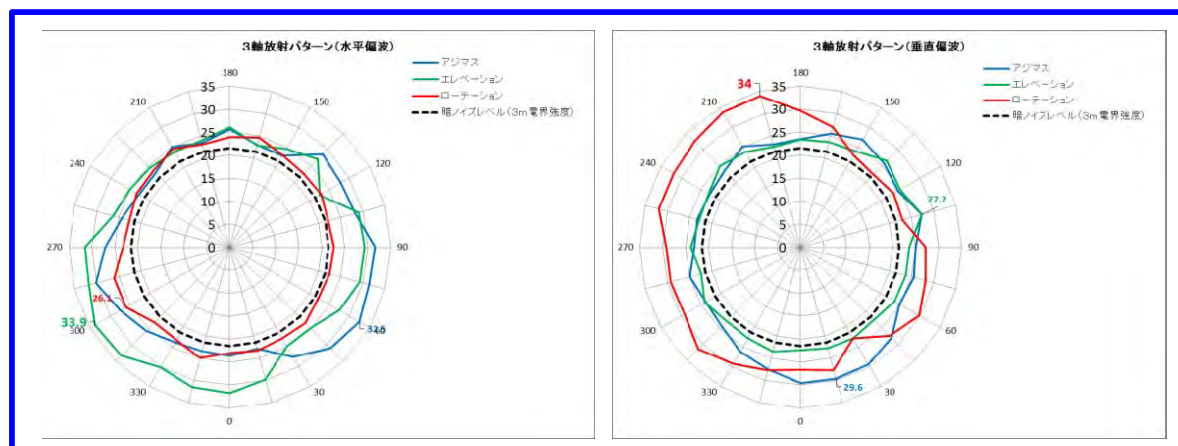
参考-6-1 測定周波数:3206.0MHz(ND23)の場合

| | | |
|-------------|---------|-------------|
| 偏波 | 水平 | 垂直 |
| 最大値[dBuV/m] | 33.9 | <u>34.0</u> |
| 測定軸 | エレベーション | ローテーション |
| アジマス[度] | 300 | 195 |

- ・実機測定による3m電界強度は、最大値で34.0dB μ V/mであった
- ・漏洩基準案の46.2dB μ V/mに対して、10dB以上のマージンがあった



3軸測定手法による測定結果(3206.0MHz) (左図:水平偏波、右図:垂直偏波)



上図の拡大図(3206.0MHz) (左図:水平偏波、右図:垂直偏波)

- ・被測定機器 戸建住宅用ブースタ: C社
- ・測定周波数 3206.0MHz、2586.9MHz

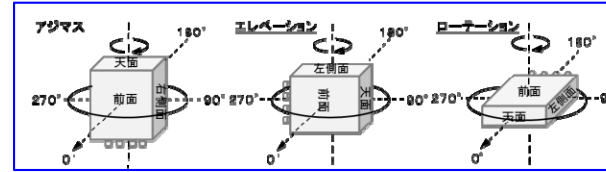
定格出力103dB μ V (入力レベル \approx 68dB μ V、利得 \approx 35dB)

参考-6-2 測定周波数:2586.9MHz(BS-20)の場合

| | | |
|-------------|------|-------------|
| 偏波 | 水平 | 垂直 |
| 最大値[dBuV/m] | 22.4 | <u>23.8</u> |
| 測定軸 | アジマス | エレベーション |
| アジマス[度] | 300 | 345 |

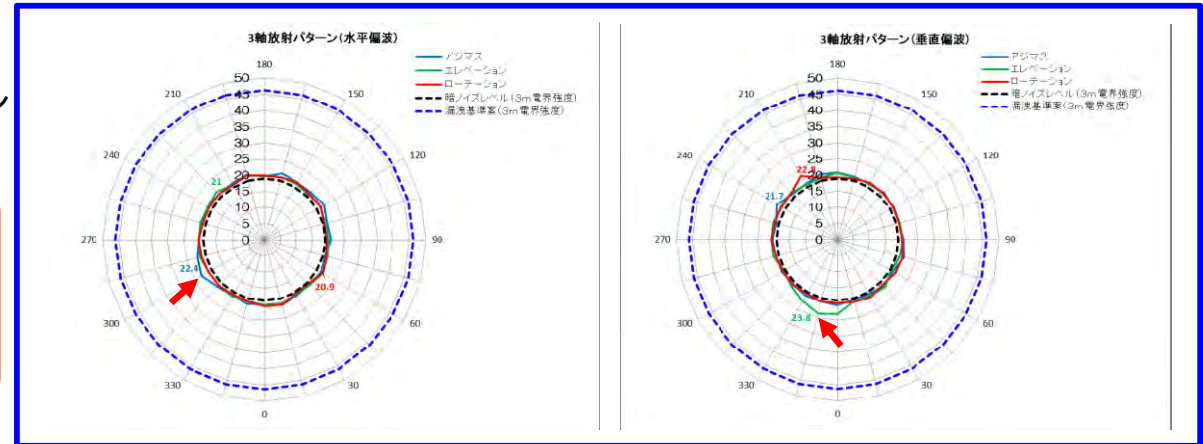
- ・実機測定による3m電界強度は、最大値で23.8dB μ V/mであった
- ・漏洩基準案の46.2dB μ V/mに対して、20dB以上のマージンがあった

【用語の説明】

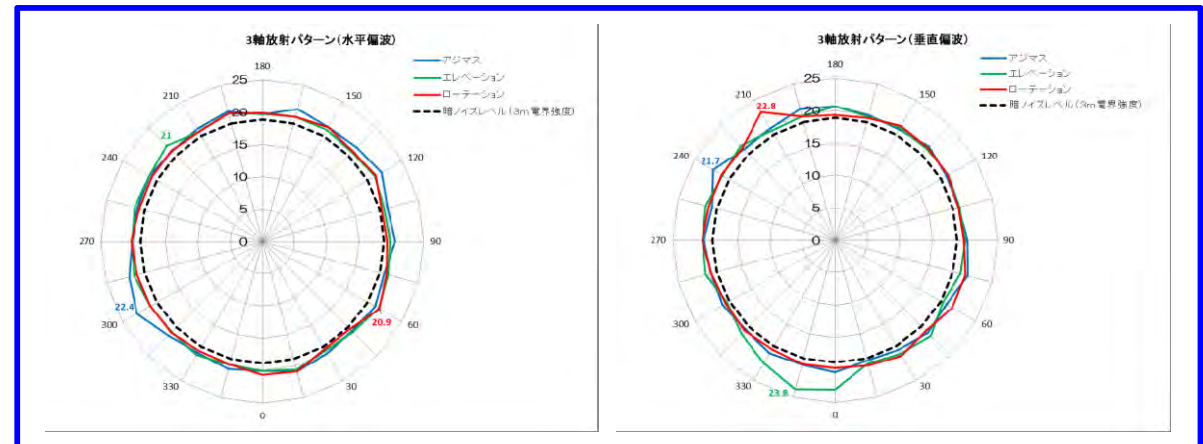


【図面の説明】

- 青線:アジマス
- 緑線:エレベーション
- 赤線:ローテーション



3軸測定手法による測定結果(2586.9MHz) (左図:水平偏波、右図:垂直偏波)



上図の拡大図(2586.9MHz) (左図:水平偏波、右図:垂直偏波)

- ・被測定機器 戸建住宅用ブースタ: C社
- ・測定周波数 3206.0MHz、2586.9MHz

定格出力103dB μ V (入力レベル \approx 68dB μ V、利得 \approx 35dB)

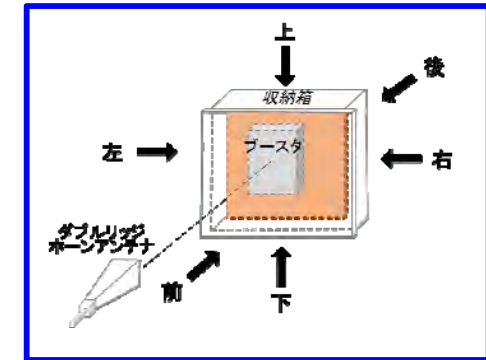
参考-7 収納箱の遮蔽減衰量

参考-7-1 測定方法

埋め込み型と防水型の収納箱内に集合住宅用ブースタ(C社)を設置し、単体測定した結果と比較して遮蔽減衰量を求めた。

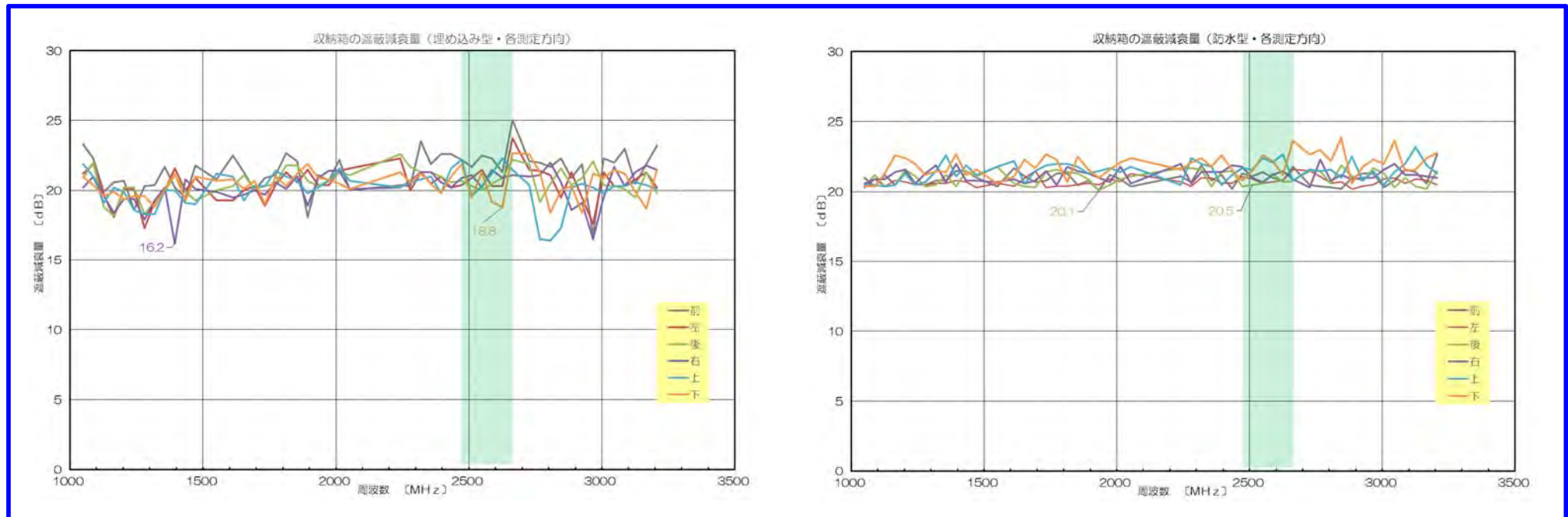
参考-7-2 測定結果

| 減衰量[dB] | 衛星IF全帯域 | BS16~BS22 |
|---------|---------|-----------|
| 埋め込み型 | 16.2 | 18.8 |
| 防水型 | 20.1 | 20.5 |



測定方向について

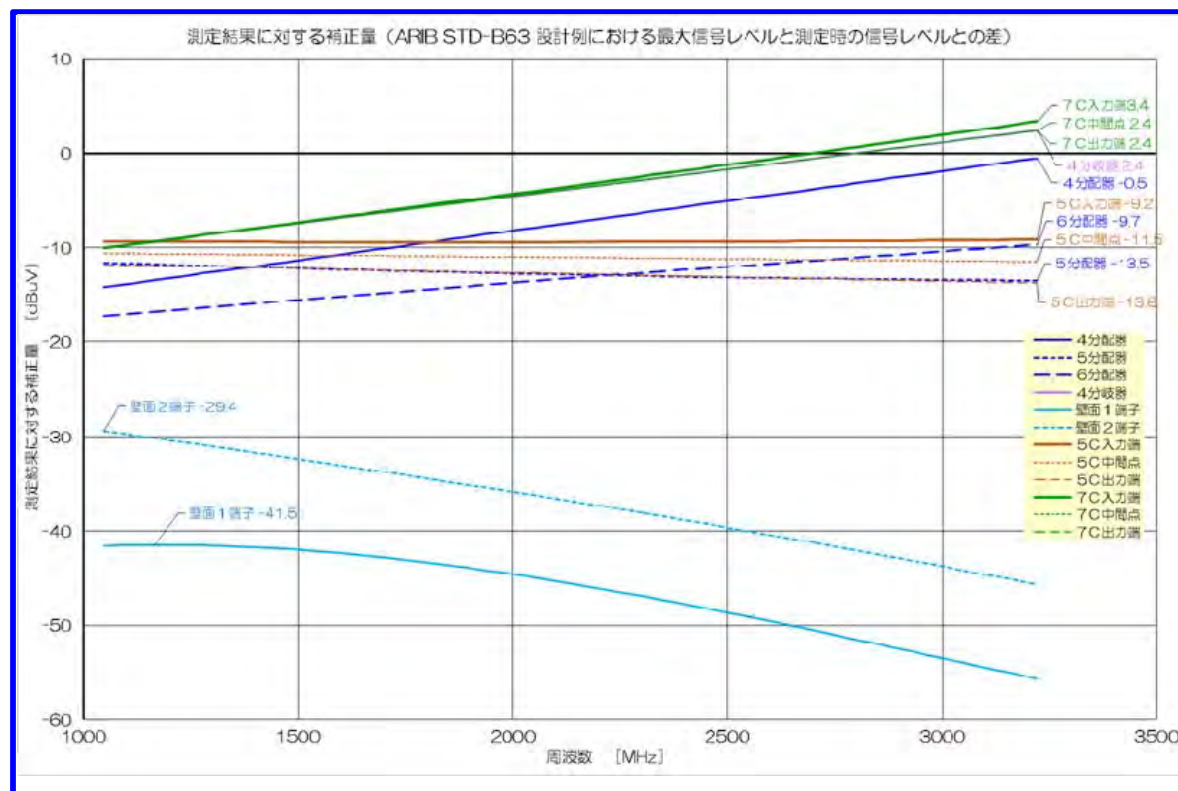
・遮蔽減衰量の最小値は16.2dBで、想定した15dB上の結果が得られた



参考-8 受動機器における、測定時と使用例における機器入力レベルの換算

今回の測定では、受動機器からの漏洩が極めて微弱であることが想定されるので、衛星IF信号としては信号発生器の最大出力である110dB μ Vを入力として漏洩電波を測定することとした。これにより、漏洩電力とノイズレベルとの切り分けを確実にできることになる。

しかしながら、「ARIB STD-B63」の設計例を近似するためには、実際の使用例に合わせて所定の入力レベルの場合における漏洩量に換算することが必要となる。



受動機器のうち、1段目のブースタに接続される同軸ケーブルや4分岐器には110dB μ V以上の入力があるため、正の補正が必要になるものの、ほとんどの場合は負の補正(入力レベルが低い)を必要とする。特に、壁面端子については30dB以上の補正が必要となる。

換算(補正)に関し、周波数毎に換算するため、場合によっては最大値となる周波数が換算前と異なる場合があるため、結果の一部に1dB以下の差異が生じる場合がある。(換算後の値は、漏洩基準案に比較して十分マージンがあるので大きな問題は生じない。)

参考-8 ARIB STD-B63 (宅内配信システムモデル)

ARIB STD-B63 参考資料

参考資料 1 宅内配信システム設計例

1.1 システム設計モデル

超高精細度テレビジョン衛星放送の BS 用宅内配信システムのシステム設計例を示す。表 R1-1 に設計周波数、表 R1-2 に設計に関するモデルを示す。

表 R1-1 宅内配信システム設計周波数

| 項目 | 内容 |
|-------|-------------------------------|
| 設計周波数 | BS 右旋 : (1032MHz、1489MHz) |
| | 広帯域 CS 右旋 : (1595MHz、2071MHz) |
| | 左旋① : (2180MHz、2680MHz) |
| | 左旋② : (2720MHz、3220MHz) |

表 R1-2 宅内配信システム設計のモデル

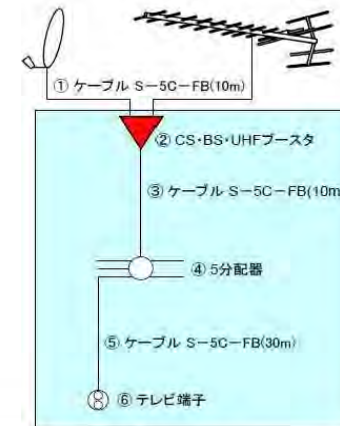
| 1 軸同軸配信システム | | |
|-------------|-------|------------------------------|
| 住宅形態 | 戸建 | 5 分配 |
| | 集合住宅① | 5 階建て 40 世帯モデル、高出力 2 段ブースタ構成 |
| | 集合住宅② | 5 階建て 40 世帯モデル、3 段ブースタ構成 |
| | 集合住宅③ | 30 階建て 240 世帯モデル、3 段ブースタ構成 |
| 光配信方式 | | |
| 住宅形態 | 戸建 | 5 分配 (光増幅器無し) |
| | 集合住宅① | 5 階建て 40 世帯モデル、1 段光増幅器構成 |
| | 集合住宅② | 30 階建て 240 世帯モデル、2 段光増幅器構成 |

なお、設計にあたっては、戸建は JEITA システム計算事例集第 1.1 版を参考とし、集合住宅は JCTEA STD-013-3.0 を参考とした。

ARIB STD-B63 参考資料

1.2 1 軸同軸配信システムの設計例

1.2.1 戸建住宅



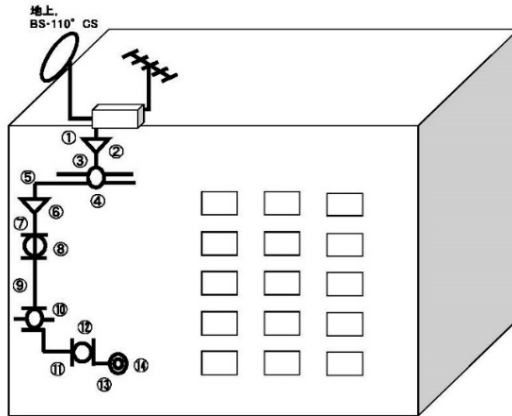
| ブースタ仕様例 1 | | |
|-----------|---------------|---------|
| 周波数 | 1032MHz | 3220MHz |
| 利得 | 34dB 以上 | |
| 定格入力 | 67dB μ V | |
| 定格出力 | 101dB μ V | |

図 R1-1 戸建住宅モデル

- ・ケーブル (S-7C-FB、S-5C-FB) の減衰量は、日本電線工業会規格 (JCS5423-2012) を基本に近似式で算出。
- ・ブースタ仕様例 1 の利得は周波数帯域に関係なく一律 34dB とした。また定格出力は一律 101dB μ V とした。
- ・2602MHz 以上の分配器、テレビ端子 (壁面端子) の損失は JEITA CPR-5204F の規格値から近似式で算出。
- ・2602MHz 以下の分配器、テレビ端子 (壁面端子) の損失は JEITA CPR-5204F の規格値から直線補間にて算出。
- ・アンテナ出力レベルはシステム計算事例集 (1-3) の下限値とした。
- ・ブースタ入力レベル調整分とは、同軸ケーブルの損失 (高域の傾斜) を補正する値として計算に含めた。機器又は機能名ではイコライザ等を示す。
- ・テレビ端子 (壁面端子) 数は JEITA 標準モデルの 2 端子とした。

ARIB STD-B63 参考資料

1.2.2 集合住宅① 5階建て40世帯モデル、高出力2段ブースタ構成



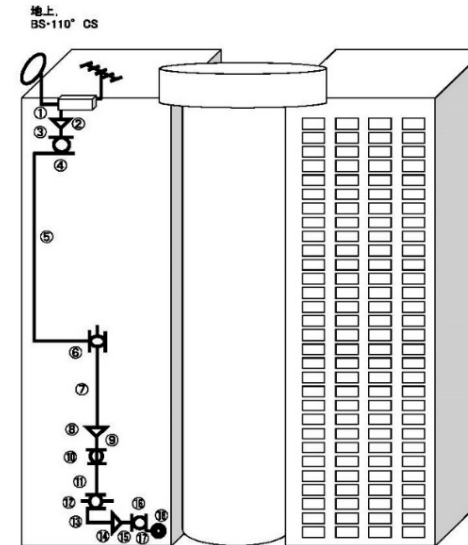
| ブースタ仕様例 2 | | | |
|-----------|---------------|---------------|-----------------|
| 周波数 | 1000MHz | 2602MHz | 3220MHz |
| 標準利得 | 30dB 以上 | 40dB 以上 | 43.7dB 以上 |
| 定格入力 | 73dB | 73dB | 73dB |
| 定格出力 | 103dB μ V | 113dB μ V | 116.7dB μ V |

図 R1-2 5階建て40世帯モデル、高出力2段ブースタ構成

- ・ケーブル (S-7C-FB、S-5C-FB) の減衰量は、日本電線工業会規格 (JCS5423:2012) を基本に近似線式で算出。
- ・ブースタ仕様例 2 の利得は、既存の 30/40dB (1000M/2602MHz) の特性を基本に、3220MHz まで同様の傾きで増加させた。又、定格出力は利得の増加分に合わせ 3220MHz で約 117dB μ V とした。
- ・2602MHz 以上の分配器、分岐器及びテレビ端子 (壁面端子) の損失等は (一財) ベターリビング (以下、BL) の規格値から近似線式で算出。
- ・2602MHz 以下の分配器、分岐器及びテレビ端子 (壁面端子) の損失等は BL の規格値から直線補間にて算出。
- ・「同軸ケーブル以外の損出」及び「その他の損出」は、ブースタ入力レベル調整用として、伝送路の傾斜を補正するための損失分を含む値とした。

ARIB STD-B63 参考資料

1.2.4 集合住宅③ 30階建て240世帯モデル、3段ブースタ構成



| ブースタ仕様例 3 (1段目~2段目) | | | |
|---------------------|----------------|-----------------|---------------|
| 周波数 | 1000MHz | 2602MHz | 3220MHz |
| 標準利得 | 26.3dB 以上 | 36.3dB 以上 | 40dB 以上 |
| 定格入力 | 71dB μ V | 71dB μ V | 71dB μ V |
| 定格出力 | 97.3dB μ V | 107.3dB μ V | 111dB μ V |
| ブースタ仕様例 5 (3段目) | | | |
| 周波数 | 1000MHz | 2602MHz | 3220MHz |
| 標準利得 | 10dB 以上 | 20dB 以上 | 24dB 以上 |

図 R1-4 30階建て240世帯モデル、3段ブースタ構成

- ・ケーブル (S-7C-FB、S-5C-FB) の減衰量は、日本電線工業会規格 (JCS5423:2012) を基本に近似線式で算出。
- ・ブースタ仕様例 3 は 3220MHz の利得を現行と同じ 40dB とし、1000MHz までは仕様例 2 と同様の傾きで、約 14dB とした。又、定格出力は 2602MHz からの帯域拡張分を考慮し、現行より 2dB ダウンの 111dB μ V とした。
- ・ブースタ仕様例 5 は、端末のレベル補償用とし 3220MHz の利得は 24dB、1000MHz までの傾きは 14dB とした。
- ・2602MHz 以上の分配器、分岐器及びテレビ端子 (壁面端子) の損失等は BL の規格値から近似線式で算出。
- ・2602MHz 以下の分配器、分岐器及びテレビ端子 (壁面端子) の損失等は BL の規格値から直線補間にて算出。
- ・「同軸ケーブル以外の損出」及び「その他の損出」は、ブースタ入力レベル調整用として、伝送路の傾斜を補正するための損失分を含む値とした。
- ・ブースタの継続接続調整分は 1 段目のみ 1dB とした。