

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
報告（案）

平成 29 年 6 月 2 日

目 次

I. 審議事項	1
II. 委員会、作業班及びアドホックグループの構成	1
III. 検討経過	1
(1) 放送システム委員会での検討	1
(2) 衛星放送用受信設備作業班での検討	2
(3) 2.5GHz 帯アドホックグループでの検討	2
IV. 審議概要	3
V. 審議結果	3
別添 1 情報通信技術分科会 放送システム委員会 構成員	4
別添 2 衛星放送用受信設備作業班設置要綱	5
別添 3 衛星放送用受信設備作業班 構成員	6
別添 4 2.5GHz 帯アドホックグループ設置要綱	7
別添 5 2.5GHz 帯アドホックグループ 構成員	9
別添 6 光配信アドホックグループ設置要綱	10
別添 7 光配信アドホックグループ 構成員	12

別紙（審議概要）

第 1 章 審議の背景等	15
1. 1 審議の背景	15
1. 2 衛星放送用受信設備の概要	16
1. 3 中間周波数帯と他の無線システムとの周波数関係	18
1. 4 提案募集の結果	19
第 2 章 衛星放送用受信設備の漏洩と関連する動向等	22
2. 1 右旋受信設備の中間周波数帯の電波漏洩の状況	22
2. 2 電波法における受信設備から副次的に発する電波の制限	24
2. 3 SHマーク登録制度	25
2. 4 ケーブルテレビの漏洩基準と受信設備の工事に必要とされる知識	27
2. 5 CISPR における衛星放送用受信設備からの漏洩規制	29
2. 6 微弱無線設備の測定	30
第 3 章 他の無線システムとの共用に関する検討	33
3. 1 漏洩基準の検討	33
3. 2 衛星放送用受信設備の検討モデル	34
3. 3 N-STAR との共用検討	39

3. 4	BWAとの共用検討	43
3. 5	その他無線システムとの共用検討	53
3. 6	衛星放送用受信設備の漏洩電波の測定	64
第4章	技術的条件の検討	79
4. 1	技術的条件	79
4. 2	測定方法	80
4. 3	今後の課題等	83
参考資料1	提案募集の結果	86
参考資料2	衛星放送の諸元	94
参考資料3	同一帯域に存在する他の無線システムの諸元	98
参考資料4	衛星放送用受信設備の漏洩電波の測定	112
参考資料5	測定方法の検討	168
参考資料6	海外の動向	182

I. 審議事項

放送システム委員会では、平成 18 年 9 月 28 日付け諮問第 2023 号「放送システムに関する技術的条件」のうち「衛星放送用受信設備に関する技術的条件」のうち「2224.41MHz 以上 3223.25MHz 未満の中間周波数を使用する受信設備に関する技術的条件」について、本報告（案）を取りまとめた。

II. 委員会、作業班及びアドホックグループの構成

放送システム委員会の構成は別添 1 のとおり。

なお、放送システム委員会の下に、委員会における調査のために必要な情報を収集し、技術的条件についての検討の促進を図るため、衛星放送用受信設備作業班及び 2.5GHz 帯アドホックグループ及び光配信アドホックグループを設置した。衛星放送用受信設備作業班の設置要綱は別添 2、衛星放送用受信設備作業班の構成は別添 3、2.5GHz 帯アドホックグループの設置要綱は別添 4、2.5GHz 帯アドホックグループの構成は別添 5、光配信アドホックグループの設置要綱は別添 6、光配信アドホックグループの構成は別添 7 のとおり。

III. 検討経過

本件に関する放送システム委員会、衛星放送用受信設備作業班、2.5GHz 帯アドホックグループ及び光配信アドホックグループでの検討経過は次のとおり。

(1) 放送システム委員会での検討

ア 第 55 回（平成 28 年 9 月 9 日）

審議方針、審議項目及び検討スケジュール等について検討を行った。審議の促進を図るため、衛星放送用受信設備の技術的条件について検討を行う衛星放送用受信設備作業班を設置することとした。

また、審議開始にあたり広く意見を求めるため、平成 28 年 9 月 12 日から同 9 月 26 日までの間、提案募集を行うこととした。

イ 第 57 回（平成 29 年 2 月 9 日）

衛星放送用受信設備作業班からの中間報告を審議した。

ウ 第 58 回（平成 29 年 5 月 18 日）

衛星放送用受信設備作業班からの検討状況報告を審議した。

エ 第 59 回（平成 29 年 6 月 2 日）

衛星放送用受信設備作業班からの報告案をメール審議し、委員会報告（案）をとりまとめた。また、委員会報告（案）について広く意見を求めることとし、平成 29 年 6 月 6 日から同年 7 月 5 日までの間、意見募集を行うこととした。

(2) 衛星放送用受信設備作業班での検討

ア 第1回(平成28年9月29日)

作業班の運営方法、今後のスケジュール、提案募集の結果等について検討を行った。2.5GHz帯アドホックグループの設置を行った。

イ 第2回(平成28年10月19日)

構成員からのプレゼンテーションを行い、衛星放送用受信設備の中間周波数帯の電波漏洩の状況、ARIB標準規格における受信機入力部の規定、SHマーク登録制度、CATVの漏洩技術基準と受信設備の工事において必要とされる知識について検討を行った。

ウ 第3回(平成28年12月7日)

構成員等からのプレゼンテーションを行い、CISPR等の現状、微弱無線設備の測定、光伝送システム等について検討を行った。

エ 第4回(平成29年2月1日)

2.5GHz帯アドホックグループからの中間報告について審議を行い、共用の基準案と実測の進め方について検討を行った。光配信アドホックグループの設置を行った。

オ 第5回(平成29年2月7日)(第4回2.5GHz帯アドホックグループとの合同会合)

実測に当たっての測定概要及び測定方法について検討を行った。

カ 第6回(平成29年3月30日)

漏洩電波の実測結果及び2.5GHz帯アドホックグループ報告について検討を行った。

キ 第7回(平成29年5月18日)

作業班中間報告をとりまとめた。

ク 第8回(平成29年6月1日)

メール審議を行い、報告書を取りまとめた。

(3) 2.5GHz帯アドホックグループでの検討

ア 第1回(平成28年9月29日)

アドホックグループの検討の進め方、検討スケジュールについて検討を行った。構成員からのプレゼンテーションを行い、XGP、WiMAX、N-STAR、衛星放送用受信設備の諸元について検討を行った。

イ 第2回(平成28年12月15日)

N-STARと衛星放送用受信設備の干渉評価モデルとこれによる漏洩基準例について検討を行った。

ウ 第3回(平成29年1月24日)

N-STAR、XGP、WiMAX と衛星放送用受信設備の干渉評価モデルとこれによる漏洩基準例について検討を行った。

エ 第4回（平成29年2月7日）（第5回作業班との合同会合）
実測に当たっての測定概要及び測定方法について検討を行った。

オ 第5回（平成29年3月24日）
実測結果とアドホックグループ報告をとりまとめた。

（4）光配信アドホックグループでの検討

ア 第1回（平成29年4月19日）
構成員からのプレゼンテーションを行い、光配信の現状と課題について検討を行った。

IV. 審議概要

別紙のとおり。

V. 審議結果

「放送システムに関する技術的条件」のうち「衛星放送用受信設備に関する技術的条件」のうち「2224.41MHz 以上 3223.25MHz 未満の中間周波数を使用する受信設備に関する技術的条件」について、答申（案）を取りまとめた。

情報通信技術分科会 放送システム委員会 構成員

(敬称略)

氏 名	主 要 現 職
主査 委員 伊丹 誠	東京理科大学 基礎工学部 電子応用工学科 教授
主査代理 専門委員 都竹 愛一郎	名城大学 理工学部 教授
委員 村山 優子	津田塾大学 学芸学部 情報科学科 教授
専門委員 井家上 哲史	明治大学 理工学部 教授
〃 大矢 浩	一般社団法人日本 CATV 技術協会 副理事長
〃 甲藤 二郎	早稲田大学 基幹理工学部教授
〃 門脇 直人	国立研究開発法人情報通信研究機構 理事
〃 関根 かをり	明治大学 理工学部 教授
〃 高田 潤一	東京工業大学 環境・社会理工学院 教授
〃 丹 康雄	北陸先端科学技術大学院大学 先端科学技術研究科 教授
〃 野田 勉	スターキャット・ケーブルネットワーク(株) 上席主任研究員
〃 松井 房樹	一般社団法人電波産業会 専務理事・事務局長
〃 山田 孝子	関西学院大学 総合政策学部 教授

衛星放送用受信設備作業班設置要綱

放送システム委員会における「衛星放送用受信設備に関する技術的条件」に関する検討に必要とする情報を収集し、技術的条件についての調査を促進させるために「衛星放送用受信設備作業班」を設置することとする。

1. 作業班の運営等

- (1) 作業班の会議は、主任が招集する。
- (2) 作業班に主任代理を置くことができ、主任が指名する者がこれに当たる。
- (3) 主任代理は、主任が不在のとき、その職務を代行する。
- (4) 主任は、作業班の調査及び議事を掌握する。
- (5) 主任は、会議を招集する時は構成員にあらかじめ日時、場所及び議題を通知する。
- (6) 特に迅速な調査を必要とする場合であって、会議の招集が困難な場合、主任は電子メールによる調査を行い、これを会議に代えることができる。
- (7) 主任は、必要があるときは、会議に必要と認める者の出席を求め、意見を述べさせ、又は説明させることができる。
- (8) 主任は、必要と認める者からなるアドホックグループを設置することができる。
- (9) 作業班において調査された事項については、主任がとりまとめ、これを委員会に報告する。
- (10) その他、作業班の運営については、主任の定めるところによる。

2. 会議の公開

会議は、次の場合を除き公開する。

- (1) 会議を公開することにより当事者又は第三者の権利、利益や公共の利益を害する恐れがある場合。
- (2) その他、主任が非公開とすることを必要と認めた場合。

3. 事務局

作業班の事務局は、情報流通行政局放送技術課が行う。

情報通信技術分科会 放送システム委員会

衛星放送用受信設備作業班 構成員

(敬称略)

氏名	主要現職
主任 後藤 薫	国立研究開発法人 情報通信研究機構 (NICT) 電磁波研究所 電磁環境研究室 主任研究員
佐野 康二	一般財団法人 テレコムエンジニアリングセンター (TELEC) 電磁環境・較正事業本部 電磁環境試験部長
沼尻 好正	一般社団法人 電子情報技術産業協会 (JEITA) 受信システム事業委員会 委員長
加藤 千早	一般財団法人 電波技術協会 業務執行理事 調査研究部長
中野 浩(第6回まで) 中井 了一(第7回から)	一般社団法人 電波産業会 (ARIB) 研究開発本部 放送グループ 担当部長
杉本 明久	一般財団法人 日本 CATV 技術協会 (JCTEA) 事業部長
宇佐美 雄司	一般社団法人 放送サービス高度化推進協会 (A-PAB) 技術部 部長

衛星放送用受信設備作業班 2. 5GHz 帯アドホックグループ設置要綱

「衛星放送用受信設備作業班」に関する検討に必要とする情報を収集し、技術的条件についての調査を促進させるために、同作業班の設置要綱 1. (8) に基づき、作業班に 2. 5GHz 帯アドホックグループを設置することとする。

1. アドホックグループにおける調査事項

2. 5GHz 帯における衛星放送用受信設備と BWA 及び衛星携帯電話との共用条件等について調査を行う。

2. アドホックグループのリーダー及びメンバー

アドホックグループのリーダー及びその他のメンバーは、作業班主任が指名する。

3. アドホックグループの運営等

(1) リーダーは、アドホックグループの調査及び議事を掌握する。

(2) アドホックグループの会議は、リーダーが招集する。

(3) アドホックグループにサブリーダーを置くことができ、リーダーが指名する者がこれに当たる。

(4) サブリーダーは、リーダー不在のとき、その職務を代行する。

(5) リーダーは、会議を招集する時は、メンバーにあらかじめ日時、場所及び議題を通知する。

(6) 特に迅速な審議を必要とする場合であって、会議の招集が困難な場合、リーダーは電子メールによる審議を行い、これを会議に代えることができる。

(7) リーダーは、必要があるときは、会議に必要と認める者の出席を求め、意見を述べさせ、又は説明させることができる。

(8) リーダーは、必要と認める者からなるサブグループを設置することができる。

(9) アドホックグループにおいて調査された事項については、リーダーが取りまとめ、これを作業班に報告する。

(10) その他、アドホックグループの運営に関し必要な事項は、リーダーが定めるところによる。

4. 会議の公開等について

会議は、次の場合を除き公開する。

- (1) 会議を公開することにより当事者又は第三者の権利、利益や公共の利益を害する恐れがある場合。
- (2) その他、リーダーが非公開とすることを必要と認めた場合。

5. 事務局

事務局は情報流通行政局放送技術課が行う。

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
 衛星放送用受信設備作業班 2.5GHz 帯アドホックグループ
 構成員

(敬称略)

氏名	所属等	
田島 慶一	スカパーJSAT 株式会社	システム技術部 部長代行
白柳 芳和	一般社団法人 電子情報技術産業協会(JEITA)	受信システム事業委員会 幹事
川村 秀昭		テレビネットワーク事業委員会 委員長
田中 祥次	日本放送協会	放送技術研究所 上級研究員
正源 和義	株式会社放送衛星システム	総合企画室 専任部長
古川 憲志	株式会社NTTドコモ	電波部 電波企画担当部長
拮石 康博	UQコミュニケーションズ株式会社	渉外部 渉外グループマネージャ
佐野 弘和	Wireless City Planning 株式会社	渉外本部 標準化推進部 担当課長
	【事務局】	
糸 将之	総務省	放送技術課 課長補佐

衛星放送用受信設備作業班 光配信アドホックグループ設置要綱

「衛星放送用受信設備作業班」に関する検討に必要とする情報を収集し、技術的条件についての調査を促進させるために、同作業班の設置要綱 1.（8）に基づき、作業班に光配信アドホックグループを設置することとする。

1. アドホックグループにおける調査事項

同軸配信方式と比較して電波漏洩が非常に少ない光配信方式の普及推進を見据えた技術的検討を実施する。

2. アドホックグループのリーダー及びメンバー

アドホックグループのメンバーは作業班主任が指名し、リーダーは互選とする。

3. アドホックグループの運営等

- (1) リーダーは、アドホックグループの調査及び議事を掌握する。
- (2) アドホックグループの会議は、リーダーが招集する。
- (3) アドホックグループにサブリーダーを置くことができ、リーダーが指名する者がこれに当たる。
- (4) サブリーダーは、リーダー不在のとき、その職務を代行する。
- (5) リーダーは、会議を招集する時は、メンバーにあらかじめ日時、場所及び議題を通知する。
- (6) 特に迅速な審議を必要とする場合であって、会議の招集が困難な場合、リーダーは電子メールによる審議を行い、これを会議に代えることができる。
- (7) リーダーは、必要があるときは、会議に必要と認める者の出席を求め、意見を述べさせ、又は説明させることができる。
- (8) リーダーは、必要と認める者からなるサブグループを設置することができる。
- (9) アドホックグループにおいて調査された事項については、リーダーが取りまとめ、これを作業班に報告する。
- (10) その他、アドホックグループの運営に関し必要な事項は、リーダーが定めるところによる。

4. 会議の公開等について

会議は、次の場合を除き公開する。

- (1) 会議を公開することにより当事者又は第三者の権利、利益や公共の利益を害する恐れがある場合。
- (2) その他、リーダーが非公開とすることを必要と認めた場合。

5. 事務局

事務局は情報流通行政局放送技術課が行う。

放送システム委員会 衛星放送用受信設備作業班

光配信アドホックグループ 構成員

(敬称略)

構成員所属	社名等	氏名
一般社団法人 電子情報技術産業協会 (JEITA)	サン電子(株) 開発部 副部長	奈良木 一郎
	日本アンテナ(株) 営業統括部 担当部長	沼尻 好正
一般社団法人 電波産業会 (ARIB)	日本放送協会 放送技術研究所 上級研究員	田中 祥次
一般社団法人 日本CATV技術協会 (JCTEA)	一社) 日本CATV技術協会 事業部長	林 孝一
一般社団法人 日本ケーブルテレビ連盟	一社) 日本ケーブルテレビ連盟 常務理事	和食 暁
一般社団法人 放送サービス高度化推進協会 (A-PAB)	技術部 部長	宇佐美 雄司
一般社団法人 リビングアメニティ協会 (ALIA)	マスプロ電工(株) 執行役員開発部長	武田 政宗
	DXアンテナ(株) 開発本部技術推進課 担当課長	松下 智昭
【事務局】		
総務省	放送技術課 課長補佐	糸 将之

審議概要

第1章 審議の背景等

1.1 審議の背景

衛星放送の電波は、放送衛星より送信された12GHz帯の電波が各建物に設置されているアンテナで受信され、受信信号コンバータ（Low Noise Block-converter（以下、「LNB」という。））により同軸ケーブルによる伝送に適した中間周波数帯（BS・CS-IF）に変換・増幅された後、集合住宅や宅内での配信による損失を補うために再度ブースタにより増幅され、適宜分配器により分配され、各戸や宅内の各部屋のテレビ用壁面端子まで同軸ケーブルにより伝送されているのが一般的である。

これに関し、アンテナからテレビ用壁面端子までの間に存在する同軸ケーブルや分配器の接続箇所等から衛星放送用受信設備の中間周波数帯の電波が漏洩し、同一周波数帯を用いる無線システムへの有害な干渉を生ずる例が報告されているが、現状では当該受信設備からの漏洩電波のレベルについては、国の技術基準が存在していない。

従来の衛星放送の中間周波数帯は約1～2GHz帯であったが、2018年から始まる衛星による4K・8K実用放送（左旋円偏波を利用）の中間周波数帯は2.2～3.2GHzとなり、その漏洩により同一周波数帯で既にサービスを実施している他の無線システムとの共用における懸念が指摘されている。

加えて、電波利用の高度化、IoTの進展等に伴い携帯電話等の無線システムの利用が急増することが想定されるところ、衛星放送用受信設備のように多数設置、常時運用されているシステムからの漏洩・雑音は、その進展の阻害要因となる可能性もある。

また、国際的には、欧州宇宙機関（ESA）が運用する地球観測衛星SMOS（Soil Moisture and Ocean Salinity）が、衛星放送の中間周波数帯と重複のある周波数帯において地球観測（受動業務）を行うなかで、日本上空において継続的に雑音の影響を受けている旨の報告が同機関よりなされている。すでに雑音の主たる原因として衛星放送用受信設備からの電波漏洩が指摘されており、国際対応の面でも速やかに当該雑音の発生を抑止するための対策を調査検討する必要がある。

上記を踏まえ、衛星放送用受信設備に関する技術的条件の検討を開始した。

1. 2 衛星放送用受信設備の概要

放送衛星より送信された 12GHz 帯の電波をパラボラアンテナで受信し、LNB により中間周波数帯 (BS・CS-IF) に変換・増幅した後、ブースタにより増幅し、分岐器・分配器により分けることで、集合住宅の各戸や戸建住宅の各部屋に設置されたテレビ用壁面端子まで同軸ケーブルを用いて伝送し受信している。(参考資料 2)

2018 年から始まる衛星による 4K・8K 実用放送を実現するには、新たな帯域の確保が必要であり、右旋円偏波の周波数再編に加え、新たに左旋円偏波を用いた放送方式を採用することとしている。現行右旋円偏波の中間周波数は 1~2GHz 帯を使用しており、新たに使用される左旋円偏波の中間周波数は 2.2~3.2GHz 帯を使用することになった。

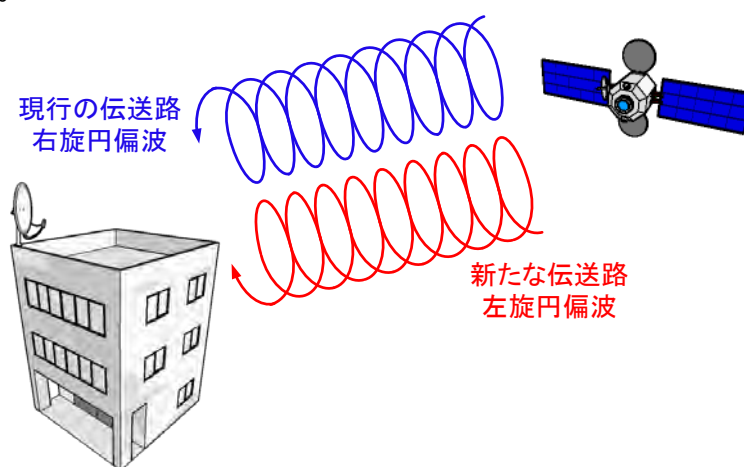


図 1.2-1 BS・CS 放送の受信と伝送偏波 (新たに左旋利用)

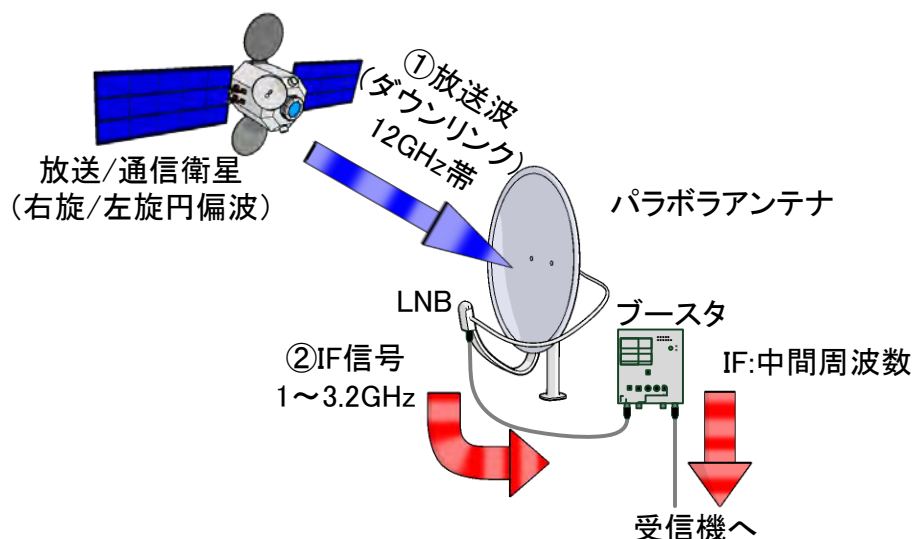
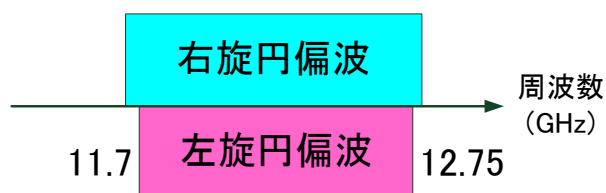


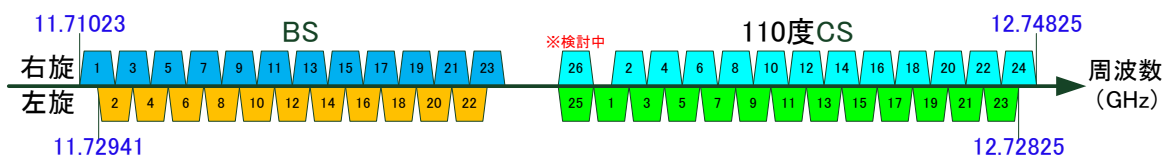
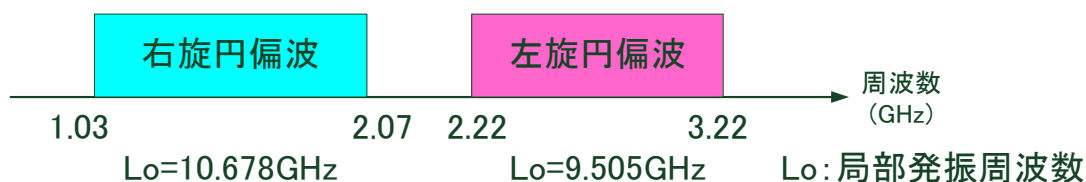
図 1.2-2 衛星放送用受信設備 (右旋/左旋円偏波)

①放送波（ダウンリンク）



一本の同軸ケーブルで同時配信するために左旋円偏波信号を右旋円偏波信号の上側周波数に周波数変換

②IF 信号



偏波分離、周波数変換（ブロックコンバート）
中心周波数間隔 BS: 38.36MHz CS: 40MHz

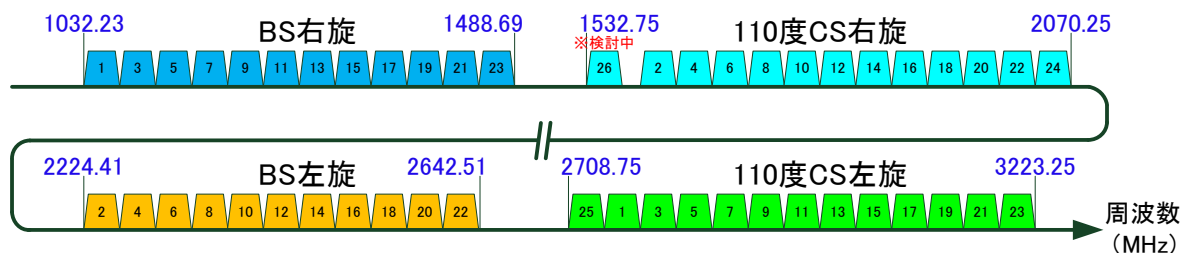


図 1.2-3 周波数の配列

1. 3 中間周波数帯と他の無線システムとの周波数関係

衛星放送用受信設備が使用する中間周波数帯と他の無線システムの周波数関係について、図 1.3-1 及び表 1.3-1 に示す。

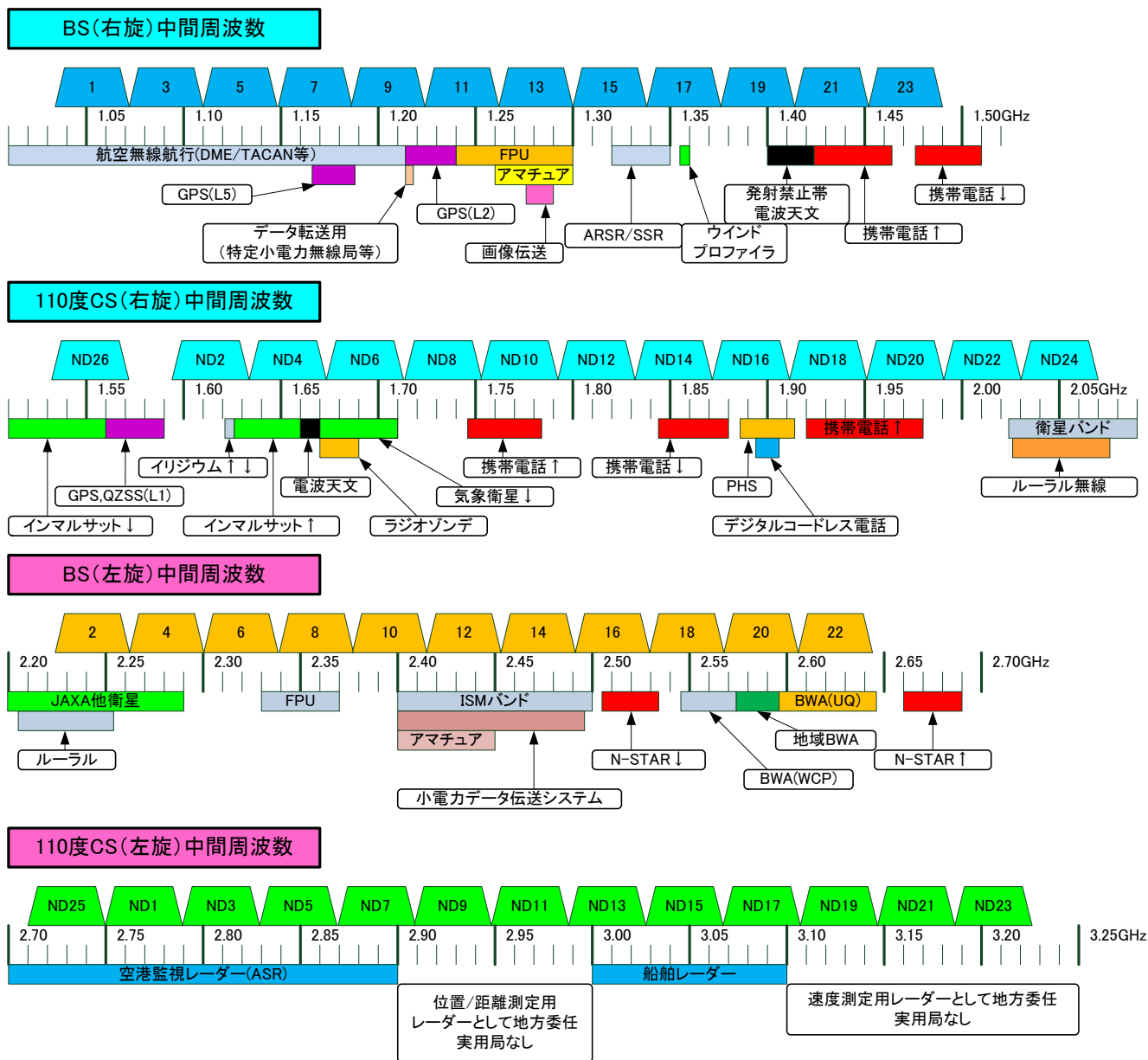


図 1.3-1 衛星放送用受信設備が使用している中間周波数帯と他の無線システムの周波数関係

表 1.3-1 衛星放送用受信設備が使用している中間周波数帯と他の無線システムの周波数関係

周波数帯(MHz)	用途	無線局の種別	無線局の目的
2205.5～2255.5	ルーラル加入者無線	移動	電気通信業務用
2200～2290	衛星、ロケットの追跡管制等	宇宙運用	公共業務用
2330～2370	放送事業用無線局 (FPU)	移動	放送事業用
2400～2450	アマチュア無線	アマチュア	アマチュア業務用
2400～2500	高周波利用設備 (電子レンジ)		(産業科学医療用)
2400～2483.5	高度化小電力データ通信システム (無線 LAN)	移動	小電力業務用
2471～2497	小電力データ通信システム (無線 LAN)	移動	小電力業務用
2499.7	道路交通情報通信システム (VICS) 電波ビーコン	移動	公共業務用
2505～2535	携帯移動衛星通信システム (N-STAR)	移動衛星	電気通信業務用
2545～2575	広帯域移動無線アクセスシステム (XGP)	移動	電気通信業務用
2575～2595	地域広帯域移動無線アクセスシステム	移動	電気通信業務用
2595～2645	広帯域移動無線アクセスシステム (WiMAX)	移動	電気通信業務用
2660～2690	携帯移動衛星通信システム (N-STAR)	移動衛星	電気通信業務用
2690～2700	電波天文		
2700～2900	空港監視レーダ (ASR)	航空無線航行	公共業務用
2900～3100	船舶無線航行用レーダ	無線航行	公共業務用

1. 4. 提案募集の結果

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では、「衛星放送用受信設備に関する技術的条件」についての検討を行うなかで、同委員会等における議論の参考とするため、平成 28 年 9 月 12 日 (月) から同年 9 月 26 日 (月) までの間、提案募集を行った。(参考資料 1)

次に掲げる検討課題に対し、どのように議論を進めるかについて計 9 者から提案があった。

検討方針

本検討の対象となる周波数帯は 1032.23～3223.25MHz (衛星放送用受信設備の中間周波数帯域) であり、多数のシステムが同帯域を使用しているが、全てのシステムについて同時並行で検討することは困難である。効率的な検討を進めるための基本的方針とともに、優先的に検討すべきシステムをどのように考えるか。

検討範囲や程度等

規律する受信設備の範囲、規律の程度やあり方をどのように考えるか。

その他

【例】現状、各個人で設置工事が可能な衛星放送用受信設備について、漏洩等を起こさない確実な施工をどのように担保するか。

本検討において技術基準を定めても、なお当該基準に合致しないことが想定される受信設備について、どのように置き換えを進めて行くのか。

上で掲げた検討課題に対し、それぞれの課題ごとに主に以下の内容の提案が提出された。

(1) 検討方針についての検討

- 優先度の検討に当たっては、干渉を受ける可能性の高さ、影響度の大きさを考慮すべきではないか。
- 検討にあたっては、干渉耐性や想定干渉量、地理的關係、代替手段や干渉低減技術の利用可能性等を考慮すべきではないか。
- 今後、新たに放送が開始される左旋放送に対応した中間周波数帯において、混信を未然に防止するため、優先して検討すべきではないか。
- 全中間周波数帯域を対象とし、2.5GHz帯を優先して検討すべきではないか。

(2) 検討範囲や程度等についての検討

- アンテナから受信機までの受信設備全体を規律の対象とすべきではないか。
- システム全体からの漏洩の基準に加え、受信設備を構成する個々の機器についても満足すべき基準を定める必要があるのではないか。
- 既存の受信設備も規律範囲に含めるべきではないか。
- 実機での実証実験を行いながら基準を規定すべきではないか。
- 既存の規定の程度も参考とすべきではないか（微弱無線局、有線一般放送品質省令）。
- 民間の任意規格ではなく、強制規格とすべきではないか。その際十分な経過措置を設けるべきではないか。

(3) その他についての検討

- 漏洩防止を担保する施工方法を示したガイドラインが必要ではないか。
- 漏洩がおきていないことを確認する検査手法、監視体制が必要ではないか。
- 製造業者や販売業者の協力、施工業者や個人等への周知が必要ではないか。

- 漏洩の原因や実態を把握するため、実地での調査を行い、現状を把握すべきではないか。
- 漏洩をおこしている受信設備の改善、置き換えを促す仕組みが必要ではないか。

作業班において、これらの提案募集の結果を踏まえ議論を行い、共用条件が最も厳しいと考えられる 2.5GHz 帯無線システムとの共用から検討を開始することとし、必要な調査を行うため 2.5GHz 帯アドホックグループを設置し検討を進めることにした。

第2章 衛星放送用受信設備の漏洩と関連する動向等

2.1 右旋受信設備の中間周波数帯の電波漏洩の状況

過去において、衛星放送用受信設備のうち右旋受信の中間周波数帯の電波漏洩については、総務省が一般財団法人電波技術協会に委託した調査が行われている。

ここでは、漏洩の現状の一例として、携帯電話基地局周辺における電波漏洩の発信源調査と市街地における電波漏洩状況の調査の例を報告する。

(1) 携帯電話基地局周辺における電波漏洩の発信源調査結果

携帯電話基地局周辺における電波漏洩の発信源調査では、携帯電話の基地局から半径1km、120度の扇型の範囲(約1km²)を1セクターとして、神奈川県、埼玉県、大阪府、岡山県、香川県及び愛媛県から71セクターについて調査を行った。その結果、665の電波漏洩が確認され、そのうち100件について所有者に協力を得た家屋への立入り調査を行った。結果を表2.1-1に示す。

電波漏洩の確認は、電測車で走行し道路上での漏洩電波の強度を記録した上、漏洩が疑われる建物の付近で漏洩電波の方向を確認し建物の特定を行った。

漏洩電波の有無の判定は、スペクトラムアナライザを用いて測定を行った際に、漏洩信号がノイズレベルと分離して観測できるものとして判断した。

表 2.1-1 指定地域における電波漏洩状況の調査

調査地域	調査セクター数	電波漏洩の数	発信源調査数
埼玉県	13	148	20
神奈川県	2	25	1
大阪府	9	117	15
岡山県	14	122	23
香川県	30	200	28
愛媛県	3	53	13
合計	71	665	100

立入り調査においては、電波漏洩の発信源を探索し機器等の取替えを行い漏洩の原因の特定を行った。漏洩原因の分類を表2.1-2に示す。

受信設備機器(ブースタ、分配器、混合器及び分波器)からの漏洩は、同軸ケーブルの芯線を直付けするタイプの機器が原因であった。同軸ケーブルからの漏洩は、施工不良(芯線ねじり接続、いわゆる「手ひねり」)、配線損傷、同軸ケーブルの不良が原因であった。

表 2.1-2 漏洩原因の分類

原因の分類	箇所数	割合 (%)
ブースタ	64	49.6
分配器、混合器、分波器	58	45.0
同軸ケーブル	7	5.4
合計	129	100.0

※ 発信源調査数 100 において、129 箇所の原因を特定

後日、機器等の取り換えを行った建物の付近の道路上においてノイズレベルと分離できないレベルであることを確認している。

発信源調査結果から、漏洩電波の主な原因は旧式型の受信機器による『直付け接続』と同軸ケーブルの『手ひねり』接続であることが確認され、適切な機器（コネクタ接続型）を使用し、適切な工事（コネクタ接続）を行うことで電波漏洩を十分低減できることを確認した。

(2) 市街地における電波漏洩状況の調査結果

市街地における電波漏洩状況は福岡市及び宮崎市の市街地で調査した。電波漏洩の確認は、(1)の電波漏洩の確認と同様な方法で行いその調査結果を表 2.1-3 に示す。福岡市の南部では東部及び西部より多くの電波漏洩が見つかった。

表 2.1-3 調査結果と原因の分類

調査地域	調査面積 (km ²)	電波漏洩の数
福岡市		
東部	30	318
南部	30	509
西部	30	306
宮崎市	9	137
全体	99	1270

発信源の建物種別では戸建て住宅がもっとも多く、次いでアパートが多かった。団地、マンションではほとんど漏洩はみられなかった。商業施設についても一定の漏洩がみられた。建物別における漏洩電波の割合を表 2.1-4 に示す。

表 2.1-4 建物別における漏洩電波の割合

発信源の建物種別	福岡東部		福岡南部		福岡西部		宮崎市		全地域	
	漏洩の数	割合(%)	漏洩の数	割合(%)	漏洩の数	割合(%)	漏洩の数	割合(%)	漏洩の数	割合(%)
戸建住宅	246	77.4	399	78.4	232	75.8	127	92.7	1004	79.1
アパート	59	18.5	87	17.1	61	20	1	0.7	208	16.4
団地	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
マンション	0	0	6	1.2	3	1	0	0	9	0.7
商業施設	13	4.1	17	3.3	10	3.2	9	6.6	49	3.9
合計	318	100	509	100	306	100	137	100	1270	100

建物種別の定義を表 2.1-5 に示す。

表 2.1-5 建物種別の定義

電波漏洩の建物種別	内 容
戸建住宅	戸建の住宅
アパート	2階建以下の木造及び軽量鉄骨の集合住宅
団地	5階建て以下のコンクリート造の集合住宅
マンション	上記以外の鉄筋コンクリート造及び鉄骨鉄筋コンクリート造・鉄骨コンクリート造の集合住宅
商業施設	上記以外の建物

2. 2 電波法における受信設備から副次的に発する電波の制限

電波法では、受信設備が副次的に発する電波の限度（第 29 条）、受信設備に対する監督（第 82 条）、基準不適合設備に関する勧告等（第 102 条の 11）を定めている。また電波法第 82 条の措置命令に従わない場合は罰則が科される。

電波法（昭和 25 年法律第 131 号）（抜粋）

（受信設備の条件）

第二十九条 受信設備は、その副次的に発する電波又は高周波電流が、総務省令で定める限度をこえて他の無線設備の機能に支障を与えるものであつてはならない。

（免許等を要しない無線局及び受信設備に対する監督）

第八十二条 総務大臣は、第四条第一項第一号から第三号までに掲げる無線局（以下「免許等を要しない無線局」という。）の無線設備の発する電波又

は 受信設備が副次的に発する電波 若しくは高周波電流 が他の無線設備の機能に継続的かつ重大な障害を与えるときは、その設備の所有者又は占有者に対し、その障害を除去するために必要な措置をとるべきことを命ずることができる。

2～3 (略)

(基準不適合設備に関する勧告等)

第十二条の十一 無線設備の製造業者、輸入業者又は販売業者は、無線通信の秩序の維持に資するため、第三章に定める技術基準に適合しない無線設備を製造し、輸入し、又は販売することのないように努めなければならない。

2～5 (略)

電波法第 29 条の規定をうけ、無線設備規則第 24 条に受信設備が副次的に発する電波等の限度が定められている。また同条第 2 項から 29 項において、特定小電力無線局、構内無線局、携帯無線通信の中継を行う無線局の受信装置等の種別毎により詳細な副次的に発する電波の限度の規定が設けられている。

無線設備規則（昭和 25 年電波監理委員会規則第 18 号）（抜粋）

(副次的に発する電波等の限度)

第二十四条 法第二十九条に規定する副次的に発する電波が他の無線設備の機能に支障を与えない限度は、受信空中線と電氣的常数の等しい疑似空中線回路を使用して測定した場合に、その回路の電力が四ナノワット以下でなければならない。

2～29 (略)

2. 3 SHマーク登録制度

衛星放送用受信設備に関連した民間規格として、SH マークが挙げられる。SH マーク（スーパーハイビジョン受信マーク）は、BS・110 度 CS 右左旋放送受信帯域（3.224GHz まで）に対応した機器のうち、一般社団法人電子情報技術産業協会（JEITA）で審査・登録され、一定以上の性能を有するスーパーハイビジョン衛星放送受信に適した衛星アンテナ、受信システム機器に付与するシンボルマークである。

登録対象となる製品は、BS・110 度 CS 放送受信アンテナ並びに、ブースタ（増幅器）、分配器、壁面端子など 7 品目がある。

SH マーク製品は、ケーブルとの接続部分がコネクタタイプで金属ケースを採用し外部からの不要な電波の飛び込みを排除する能力（イミュニティ）に優れている。



- ◆ スーパーハイビジョン受信マーク（4K・8K対応）
- ◆ 一定の性能を有する信頼の証
- ◆ 対応周波数：1.032～3.224GHz
- ◆ 一般社団法人電子情報技術産業協会（JEITA）で審査・登録
- ◆ ブースタ（増幅器）、分配器、壁面端子など7品目



※一般社団法人電子情報技術産業協会（JEITA）カタログから

また、JEITAでは、衛星放送用受信設備の漏洩基準を含む機能・規格等を制定するなど当該製品について、一定以上の品質を保つよう取り組んでいる。

現在使用されているデジタルハイビジョン受信（右旋対応まで）の規格であるDHマークについては、平成28年6月30日現在29社、1,257機種が登録されている。4K・8K左旋対応の製品化に合わせてSHマーク規格に適用する機器が次々と登録されていく見通しである。

JEITAでは、今後決定される漏洩基準について満足できる技術基準を設けるとともに、現在のSHマーク機器についても実力を確認していく予定にしている。

2. 4 ケーブルテレビの漏洩基準と受信設備の工事に必要とされる知識

一般社団法人日本CATV技術協会(JCTEA)では、ケーブルテレビ用受信設備の工事に関して技術者資格制度の運用による技術者育成、システムの性能・測定方法など技術基準を制定し、一定以上の品質を保つよう取り組んでいる。

(1) 有線一般放送の品質に関する技術基準を定める省令(平成23年総務省令第95号)

第8条に『漏洩電界強度の許容値』が定められており、有線一般放送事業者(引込端子数が501以上のものに限る。)は、当該技術基準に適合するよう有線放送設備を維持しなければならないとされている

第8条(漏えい電界強度の許容値)

有線放送設備から漏えいする電波の電界強度は、当該有線放送設備から3メートルの距離において、毎メートル0.05ミリボルト以下でなければならない。
漏えい電界強度の許容値=0.05mV/m以下(34dB μ V/m以下)

この規定に基づき、登録一般放送事業者等の有線放送設備(ヘッドエンド、中継増幅器、線路、受信用光伝送装置等)については測定が行われている。

一般的にケーブルテレビの受信点設備、ヘッドエンド、伝送路設備は、遮蔽効果の大きい機器や機材を使用しており、施工においても一定の品質が確保できるため故障や事故などによるもの以外は問題として報告されていない。

一方、受信者がケーブルテレビに加入する際は、ケーブルテレビ設備と住戸設備を接続するため、双方向サービスにおける流合雑音、他の無線局からの飛び込み妨害、電波漏洩による他の無線通信への障害など、住戸設備を主原因とする受信設備の問題は数々報告されている。そのため漏洩基準を満足するためのシステム設計、技術基準に適合する機器の選定、適切な工事及び工事完成時に行われる漏洩電波の検査等を実施するなどの取組が求められる。

(2) 測定方法（例）

有線放送設備からの漏えい電波の測定方法については、主な測定条件を次のとおり示す。

- 測定周波数は、放送電波が存在しないUHFをVHFに変換したチャンネルや、自主放送、またはパイロット信号などを用いて測定する。
- 測定アンテナと測定器は、半波長ダイポールアンテナと電界強度測定器またはスペクトラムアナライザを用い、被測定物と同じ高さで3m離れた位置の電界強度を測定する。図2.4-1に示す。
- 測定は、水平偏波と垂直偏波の2つの偏波で行い最大となる値を読み取る。
- 測定値から電界強度への換算は、アンテナ実効長、ケーブル等の損失補正、終端値で測定した場合は開放値へ換算する6dBの加算を行い算出する。

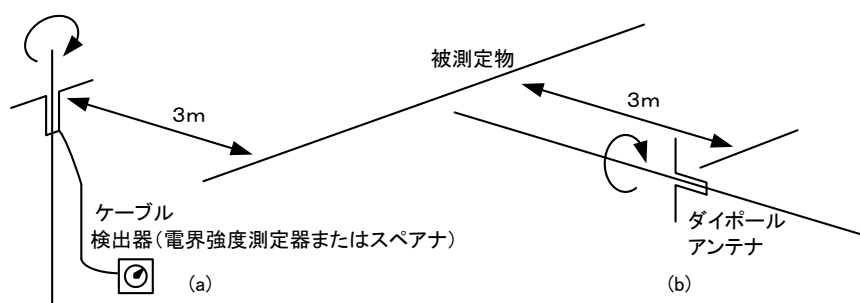


図 2.4-1 有線放送設備からの漏えい電波の測定方法

(3) 受信設備の工事に必要とされる知識

ケーブルテレビの受信設備の工事に必要とされる技術知識を深めるとともに、当該業務に従事する者の関係法令への理解に資するためJCTEAでは表2.4-1に示すとおり7区分の資格を制定し、最新技術の取り込みや関連情報の周知を含め技術者の育成に取り組んでいる。

また、平成28年12月には、他の無線システムとの干渉を防止する目的で、図2.4-2に示すとおり施工テキストを改定し、電波干渉及び放送受信障害の防止に向けて重要となる周知・育成を進めている。

表 2.4-1 資格区分と求められる技術的能力

資格区分	求められる技術的能力
CATV総合監理技術者	CATV設備の受信調査、施工、システム並びにブロードバンドの専門的な技術知識と実務経験を有し、CATV設備全般の設計・設置・維持管理等に関する業務を総合監理できる技術者（実務経験1年以上）
第1級CATV技術者	CATV設備の受信調査、施工並びにシステムの専門的な技術知識と実務経験を有し、CATV設備全般の設計・設置・維持管理等に関する業務を監理できる技術者（実務経験1年以上）
CATVエキスパート（受信調査）	放送受信技術、建造物障害予測調査など受信調査の専門的な技術知識を有し、受信調査業務の実務管理ができる技術者（自治体等での受信調査業務において、この資格以上が指定される場合がある）
CATVエキスパート（施工）	CATV設備の施工・保守に関する専門的な技術知識を有し、CATV線路、宅内設備の設置施工・保守業務の実務管理ができる技術者（自治体等でのCATV施工業務において、この資格以上が指定される場合がある）
CATVエキスパート（システム）	CATV設備の送出センターから宅内までのCATVシステムの構成（HFC、FTTH）やデジタル放送システムに関する専門的な技術知識を有し、CATV放送システムに関する実務管理ができる技術者
CATVエキスパート（ブロードバンド）	CATV設備のブロードバンド分野の専門的な技術知識（IPの基本、DOCSISシステム、VoIP、IPTVなどケーブルテレビ特有の技術）を有し、ケーブルテレビのブロードバンド通信に関する業務の実務管理ができる技術者
第2級CATV技術者	CATVに係わる基本的な幅広い技術知識を有し、CATV一般ユーザへの適切な指導、助言ができる者

※法規科目は、有線一般放送事業者、技術的能力・技術基準、安全信頼性についての法規を習得し、ケーブルテレビに関する全般的な法規を理解する（すべての資格に共通）

8.2.3 無線システムとの干渉（『CATVエキスパート技術者テキスト（施工）』の抜粋）

2018年より新たに放送開始が予定されているBS・110度CS左旋衛星のIFパススルー信号の周波数帯域は、他の無線システムでも使用されており、無線LAN、広帯域移動無線アクセスBWA（Broadband Wireless Access）等では、相互で干渉する可能性がある。

この相互干渉を回避できる可能性がある方策として、以下の内容が考えられる。

- ① 壁面テレビ端子、直列ユニットなどの入出力端子は直付け（Ωバンド）仕様のもは使用せず、F形接栓仕様のもを使用する。その他の宅内機器も金属ケースに入ったシールド性の良い機器を使用し、入出力端子はF形接栓仕様のもを使用する。
- ② 同軸ケーブル接続時には、必ずC15形コネクタを使用して接続し、直付け接続やねじり接続は行わない。
- ③ 同軸ケーブルは、FBタイプ等の2重シールド以上のものを使用する。なお、5C-2VやTVEFCXなどのシールド性や周波数帯域が保証されていないものは使用しない。
- ④ 壁面テレビ端子などの空き端子において、使用されていないL型プラグ等は撤去する。
- ⑤ 室内無線LAN機器は、テレビ端子及びSTB・テレビ受信機等の機器から遠ざけて設置する。

図 2.4-2 施工テキストの改定内容

出典：一般社団法人日本CATV技術協会 CATVエキスパート技術者テキスト（施工）平成28年12月（第2版）より

2.5 CISPRにおける衛星放送用受信設備からの漏洩規制

国際無線障害特別委員会（CISPR）では、無線障害の原因となる各種機器からの不要電波（妨害波）に関し、その許容値と測定法の国際規格について策定している。

衛星放送用受信設備についてはCISPR32 Rev2.0（平成27年12月国内答申）でマルチメディア機器のエミッション（電磁波妨害）について規定しており、電源線や通信線を伝わって妨害を与える伝導エミッションと空間放射される放射エミッションの2つに区分されている。衛星放送用受信設備からの漏洩規格に該当する部分について表2.5-1に示す。（参考資料6）

表 2.5-1 CISPR 32 に規定されている衛星放送用受信設備の漏洩規格（抜粋）

区 分	規格	周波数	測定条件			クラス B ^{※1} 許容値 (dB μ V/m)
			設備	距離	検波器/帯域幅	
衛星放送受信機	A5.1	1~3GHz	FSOATS ^{※2}	3m	平均値/1MHz	50
	A5.2				尖頭値/1MHz	70
衛星放送受信機	A5.1	3~6GHz	FSOATS ^{※2}	3m	平均値/1MHz	54
	A5.2				尖頭値/1MHz	74
衛星放送受信屋 外ユニット (LNB) ^{※3}	A7.2	1~2.5GHz	FSOATS ^{※2}	3m	平均値/1MHz	50
		2.5~18GHz		3m	平均値/1MHz	64
衛星放送受信屋 外ユニット (LNB) ^{※4}	A7.3	1~18GHz	FSOATS ^{※2}	3m	平均値/1MHz	37
	A7.4	1~18GHz	直接接続	—	平均値/1MHz	30dBpW

- ※1：クラスBとは、住宅環境内での放送サービスを適切に保護する条件。
- ※2：FSOATS(Free Space Open Area Test Site)とはオープンサイトで測定する。
- ※3：LNBの規格A7.2は、LNBの局部発振器の漏れ又はスプリアスが地上の無線業務に影響を与えないための規格でパラボラアンテナの主ビーム ± 7 度以外の範囲が対象となる。
- ※4：LNBの規格A7.4は、LNBの局部発振器が衛星の無線業務に影響を与えないようにしたものでパラボラアンテナの主ビーム ± 7 度以内の範囲が対象となる。

このほか、CISPR 32では測定方法や測定サイトについても規格化されている。

このCISPR 32の許容値をBS・110度CS放送の帯域幅33.7561MHzに換算した漏洩電波の許容値は、表2.5-2の値となる。

表 2.5-2 CISPR 32の規定に基づいた漏洩許容値

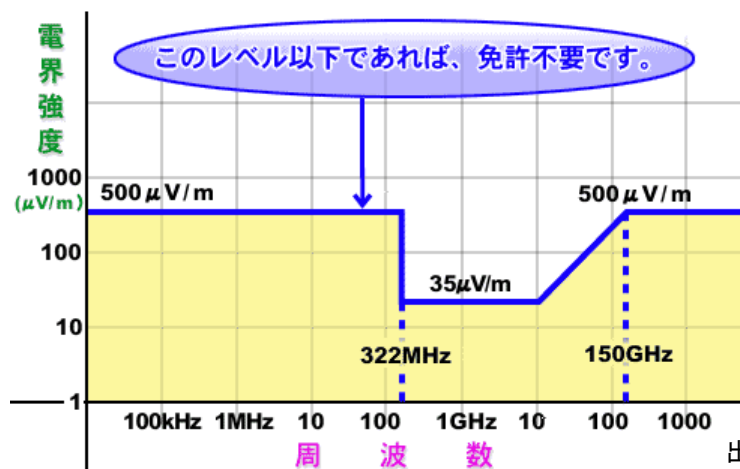
区 分	周波数	距離	検波器/帯域幅	許容値
衛星放送受信機	1~3GHz	3m	平均値/33.7561MHz	65.3 dB μ V/m
	3~6GHz			69.3 dB μ V/m
衛星放送受信屋 外ユニット (LNB)	1~2.5GHz	3m	平均値/33.7561MHz	65.3 dB μ V/m
	2.5~18GHz			79.3 dB μ V/m

2.6 微弱無線設備の測定

(1) 微弱無線設備

微弱無線設備に関する電波法関係法令では、次のように定められている。

- 電波法第4条第1項（微弱無線設備）
『発射する電波が著しく微弱な無線局で総務省令で定めるもの』
- 電波法施行規則第6条第1項(免許を要しない無線局)
『無線設備から3メートルの距離での電界強度が、図2.6-1及び表2.6-1に示されたレベルより低いもの』



出典：総務省ホームページより

図 2.6-1 微弱無線設備の 3m の距離における電界強度の許容値

表 2.6-1 微弱無線設備の 3m の距離における電界強度の許容値

周波数帯	電界強度
三二二 MHz 以下	毎メートル五〇〇マイクロボルト
三二二 MHz を超え 一〇GHz 以下	毎メートル三五マイクロボルト
一〇GHz を超え 一五〇GHz 以下	次式で求められる値(毎メートル五〇〇マイクロボルト を超える場合は、毎メートル五〇〇マイクロボルト) 毎メートル $3.5f$ マイクロボルト f は、GHz を単位とする周波数とする。
一五〇GHz を超える もの	毎メートル五〇〇マイクロボルト

(2) 測定方法

微弱無線設備の測定方法については、総務省告示の『著しく微弱な電波を放射する無線局の電界強度の測定方法を定める件』により定められている。

(昭和 63 年 2 月 25 日郵政省告示第 127 号)

最終改正：平成 18 年 3 月 28 日総務省告示第 172 号

微弱無線局の測定環境の条件については、図 2.6-2 に示す。

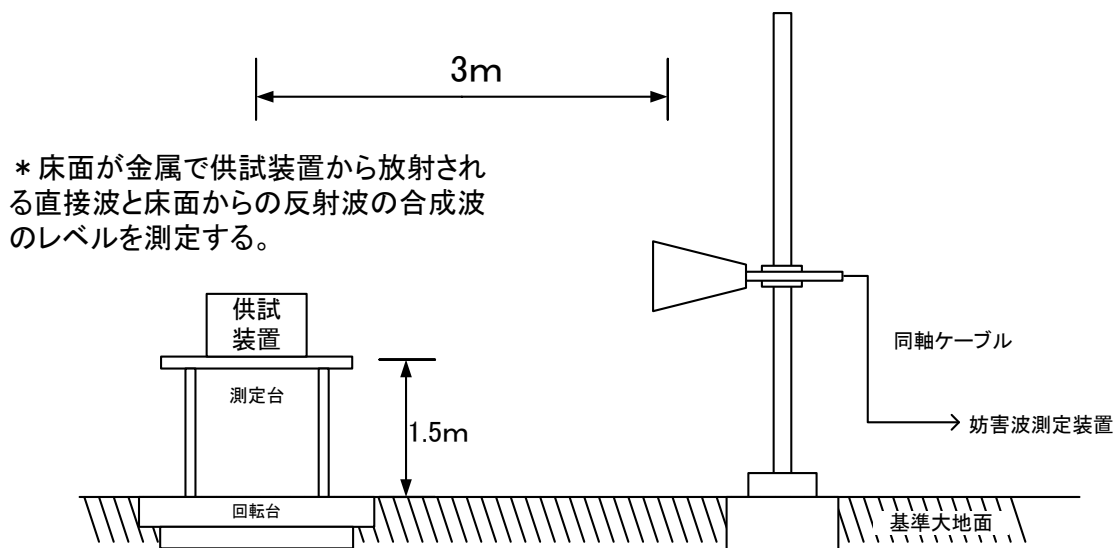


図 2.6-2 1GHz 超の微弱無線局の測定設備概略図

当該測定方法に関し、作業班において報告された、衛星放送用受信設備の IF 周波数帯となる 1GHz 超の周波数を測定する場合の課題については、次のとおりである。

- (1) 1GHz 超の測定では、低い信号を測定するためには工夫が必要。
 - S/N を確保するために距離を近づけ測定後に距離換算する工夫により測定精度を確保することができる。
 - 低いレベルの信号を測定する場合は、プリアンプを取付けて測定することにより測定精度を確保することができる。
- (2) 1GHz 超の周波数帯域を測定する場合の試験場所の評価方法が告示に示されていない。

電波法施行規則及び告示で規定されている許容値を BS・110 度 CS 放送の帯域幅 33.7561MHz に換算した漏洩電波の許容値は、表 2.6-2 の値となる。

表 2.6-2 微弱無線設備の規定に基づいた漏洩許容値

区分	周波数	距離	検波器 ^{※1} /帯域幅 ^{※2}	許容値
1MHz 幅単位	1~3GHz	3m	平均値/1MHz	30.9dB μ V/m (35 μ V/m)
衛星チャンネル帯域	1~3GHz	3m	平均値/33.7561MHz	46.2dB μ V/m (204.2 μ V/m)

※1：衛星放送の信号はデジタル変調方式を使用しているため、CISPR 32 を参考に平均値とした。

※2：総務省告示の『著しく微弱な電波を放射する無線局の電界強度の測定方法を定める件』により 1GHz を超える周波数は 1MHz と規定されている。

第3章 他の無線システムとの共用に関する検討

BS 及び 110° CS が用いる左旋偏波受信の中間周波数である 2224.41MHz 以上 3223.25MHz 未満の周波数帯を用いる主な無線システムについて、衛星放送用受信設備との共用を検討した。(参考資料 3・4)

3.1 漏洩基準の検討

(1) 考え方

衛星放送用受信設備が、他の無線システムに影響を与えず周波数共用できる漏洩基準について、次の項目を考慮し検討・整理した。

- 漏洩基準値は、他の無線システムと現実的に共用が可能となる値であって、衛星放送用受信設備機器単体や工事完成後の受信システムとして、その基準を満たすことが可能である値とすることが適当である。
- 漏洩基準値の検討にあたっては、各無線システムの諸元に基づく干渉評価モデルを用いることとする。
- 干渉検討を行う無線システムは、それぞれ帯域幅や許容干渉レベルが異なることから 1MHz あたりの漏洩基準値を設け干渉検討を行うことが適当である。また、必要に応じて帯域換算を行い検討することも可能とする。
- 衛星放送用受信設備のモデルは、ARIB STD-B63 のシステム設計例を踏まえ検討を行うことが適当である。
- 干渉検討は、単一モデル間で行うためシングルエントリーで行う。
- 漏洩基準値は、周波数に依存しない絶対値で管理することが適当である。

(2) 漏洩基準値

上記(1)の考え方を基に国際規格である CISPR 32 及び微弱無線設備の許容値を参考に検討し、表 3.1-1 のとおり厳しい値となる値で共用検討を行うこととした。

表 3.1-1 検討を行った漏洩基準値

	漏洩電力	3mにおける電界強度
1MHz あたり	-64.4dBm 以下	30.9dB μ V/m 以下
衛星 1 チャンネルあたり (33.7561MHz)	-49.1dBm 以下	46.2dB μ V/m 以下

なお、衛星放送の信号はデジタル変調であることから、漏洩基準値は平均電力として評価を行った。(CISPR 32 の 1GHz 超えを参考に平均値)

衛星放送の信号は、高度広帯域伝送方式を用いていることからナイキスト帯域幅 (33.7561MHz) で、1MHz からの換算は 15.3dB とする。

漏洩基準値における、帯域あたりの平均電力とする場合は、次式から算出した。

Rec. ITU-R P.525-3 Annex 1 (7)式 より算出

$$E = Pt - 20 \log d + 74.8$$

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

Pt: isotropically transmitted power (dB(W))

d: radio path length (km)

3m における電界強度 [dB μ V/m/MHz]

$$= \text{宅内配信機器からの漏洩電力 } Pt [\text{dBm/MHz}] + 95.3 [\text{dB}]$$

3. 2 衛星放送用受信設備の検討モデル

衛星放送用受信設備は、住宅形態等様々なパターンが存在するが、現在の高精度テレビジョン衛星放送用受信設備に 4 K・8 K 実用放送の受信機能を追加した場合の宅内配信システムモデルについて検討する。

一般社団法人 電波産業会 (ARIB) では放送を含む各種無線機器の標準化を行っており、高度広帯域衛星デジタル放送の伝送方式によるデジタル放送用受信装置の基本的な機能、定格及び性能を規定することを目的として、ARIB STD-B63 を発行している。(参考資料 2)

ARIB STD-B63 では図 3.2-1 に示すとおり、受信機を以下の構成に分け、望ましい仕様を定義している。

- ① 衛星受信アンテナ
- ② コンバータ
- ③ DIRD (DIRD 単体及び DIRD と表示装置の一体型を総称して受信機と言う)
- ④ コンバータと DIRD との接続ケーブル

衛星放送用受信設備からの漏洩電力の検討に用いる宅内配信システムのモデルについては、ARIB STD-B63 記載のシステム設計例による戸建住宅受信モデル (1 モデル) と集合住宅受信モデル (3 モデル) の表 3.2-1 のとおり合計 4 モデルについて検討した。

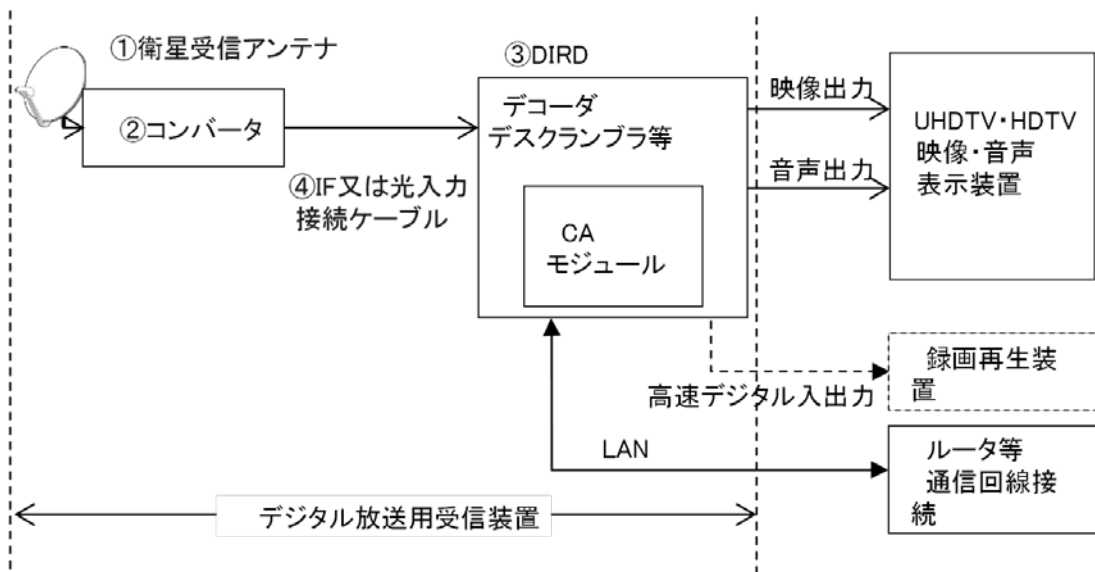


図 3.2-1 ARIB STD-B63 による受信装置の基本構成

表 3.2-1 検討に用いた 4 つの受信モデル

住宅形態	備考
戸建住宅	5 分配
集合住宅①	5 階建 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 40 世帯モデル、3 段ブースタ構成
集合住宅③	30 階建 240 世帯モデル、3 段ブースタ構成

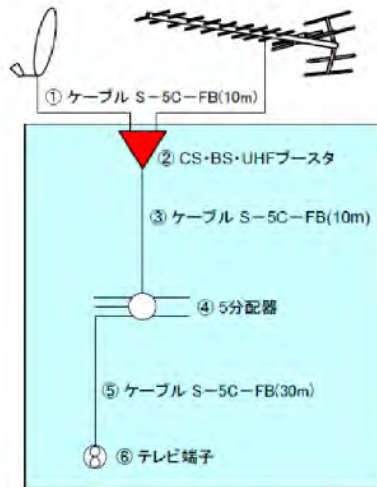
ARIB STD-B63 記載の戸建住宅受信モデル及び集合住宅の受信モデル例について図 3.2-2～図 3.2-5 に示す。

宅内配信システム例では、設計に用いた周波数として、BS 右旋、CS 右旋、BS 左旋及び CS 左旋の各中間周波数帯の最小周波数と最大周波数を規定している。各周波数について、表 3.2-2 に示す。

表 3.2-2 受信モデルの設計に用いた周波数

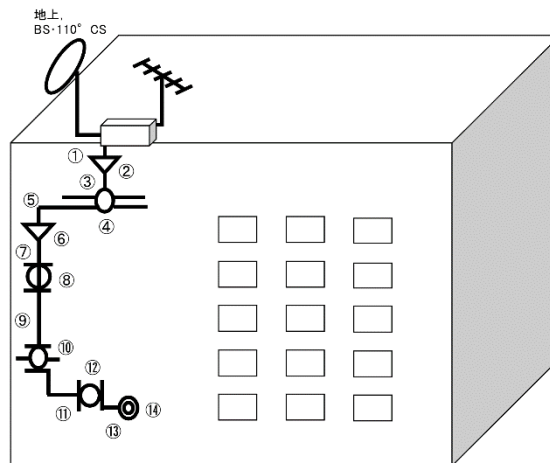
項目	備考			
	BS 右旋	CS 右旋	BS 左旋	CS 左旋
設計周波数(MHz)	1032-1489	1595-2071	2180-2680	2720-3220

高度広帯域衛星デジタル放送用受信装置標準規格<ARIB STD-B63 一部抜粋>



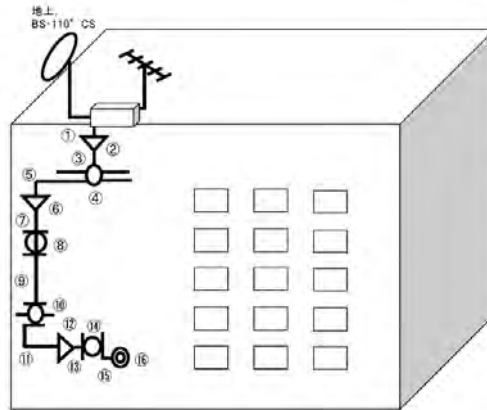
ブースタ仕様例 1		
周波数	1032MHz	3220MHz
利得	34dB 以上	
定格入力	67dB μ V	
定格出力	101dB μ V	

図 3.2-2 戸建住宅受信モデル



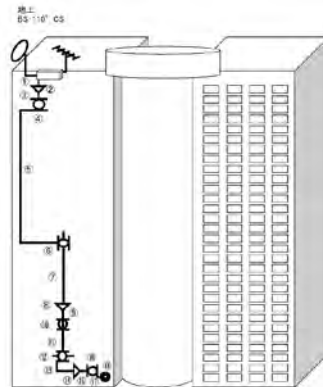
ブースタ仕様例 2 (1 段目~2 段目)			
周波数	1000MHz	2602MHz	3220MHz
標準利得	30dB 以上	40dB 以上	43.7dB 以上
定格入力	73dB μ V	73dB μ V	73dB μ V
定格出力	103dB μ V	113dB μ V	116.7dB μ V

図 3.2-3 集合住宅受信モデル①



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 4 (3 段目)			
周波数	1000MHz	2602MHz	3220MHz
標準利得	10dB 以上		

図 3.2-4 集合住宅受信モデル②



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 3.2-5 集合住宅受信モデル③

また、衛星放送用受信設備と他の無線システムとの共用検討を行ううえで評価を行うために考慮した条件を表 3. 2-3 に示す。

表 3. 2-3 共用条件を検討するうえでの衛星放送用受信設備の条件

項目	内容
戸建住宅のブースタの設置高	地上高 10m で検討する 基幹放送局の開設の根本的基準 最終改正：平成 27 年 3 月 27 日 総務省令第 25 号 第二条 十五 (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（ <u>地上十メートルの高さにおけるものとする。</u> ）が、毎メートル一ミリボルト以上である区域
屋外モデル	① 戸建住宅（地上の移動体又は小規模地上設備の場合） ② 集合住宅（鉄塔局の場合、同一建物の場合、収納箱の有無） 該当する機器は、戸建住宅ブースタ、集合住宅ブースタ、収納箱からの漏洩を検討する
屋内モデル	宅内配信機器（分配器等） 該当する機器は、4 分配器、5 分配器、壁面端子(1 端子)、壁面端子(2 端子)からの漏洩を検討する
干渉検討の電波伝搬計算式	干渉検討の電波伝搬計算式は、Rec. ITU-R P. 525-3 Annex (4) の自由空間伝搬損失を用いて計算する
机上検討の評価	干渉モデルの距離条件において、干渉許容値に対して漏洩基準値からの到達電界を算出し所要離隔距離を求める
漏洩実力値の評価	実機による漏洩電波の測定結果から、次の条件を用いて所要離隔距離を再計算し基準値とのマージンを評価する ① モデルに該当する機器（戸建住宅用ブースタ、集合住宅用ブースタ、宅内配信機器）の実力値とする ② 実力値の評価は、測定した複数機器のうち当該周波数における最悪値となる機器の値とする ③ 宅内配信機器については、他の無線システムと宅内で接近する条件で配置される機器のうち ARIB STD-B63 に記載のシステム設計例により漏洩電波が最悪値となる機器の値とする（具体的には、4 分配器、5 分配器、壁面端子(1 端子)、壁面端子(2 端子)の中から選択し、幹線分配器等は対象外とした）

3. 3 N-STAR との共用検討

衛星放送用受信設備と衛星移動携帯電話 N-STAR との共用条件について検討を行った。表 3. 3-1 に衛星移動携帯電話 N-STAR の諸元及び共用検討条件を示す。

表 3. 3-1 N-STAR の諸元及び共用検討条件

項目	N-STAR 受信端末
ダウンリンク周波数 [MHz]	2505~2535
アップリンク周波数 [MHz]	2660~2690
人工衛星局の位置	東経 132 度 静止軌道上
地球局の利用モデル	地上高 1.5m、移動使用
地球局から見た仰角	札幌 39.4 度、東京 47.8 度、福岡 50.9 度
空中線電力	人工衛星局 50mW~14.52W/地球局 2W
地球局の許容干渉電力 [dBm/MHz]	-124.9
地球局の空中線利得 Gr [dBi]	12.6
地球局の給電線損失 Lr [dB]	0

※平成 25 年 5 月情報通信審議会 情報通信技術分科会携帯電話等高度化委員会報告より引用

共用検討では、衛星放送用受信設備と地球局受信が最も近接する関係となることから、N-STAR 地球局受信端末への干渉検討を行うこととした。なお、人工衛星局については極めて遠方にあり衛星放送用受信設備の漏洩電波が影響を与えることは考えられないため検討対象外とする。

最も厳しい条件として N-STAR 地球局受信端末のアンテナ指向性方向と N-STAR 衛星と受信用ブースタが一直線上に設置される場合である。その条件における概要を図 3. 3-1 に示す。

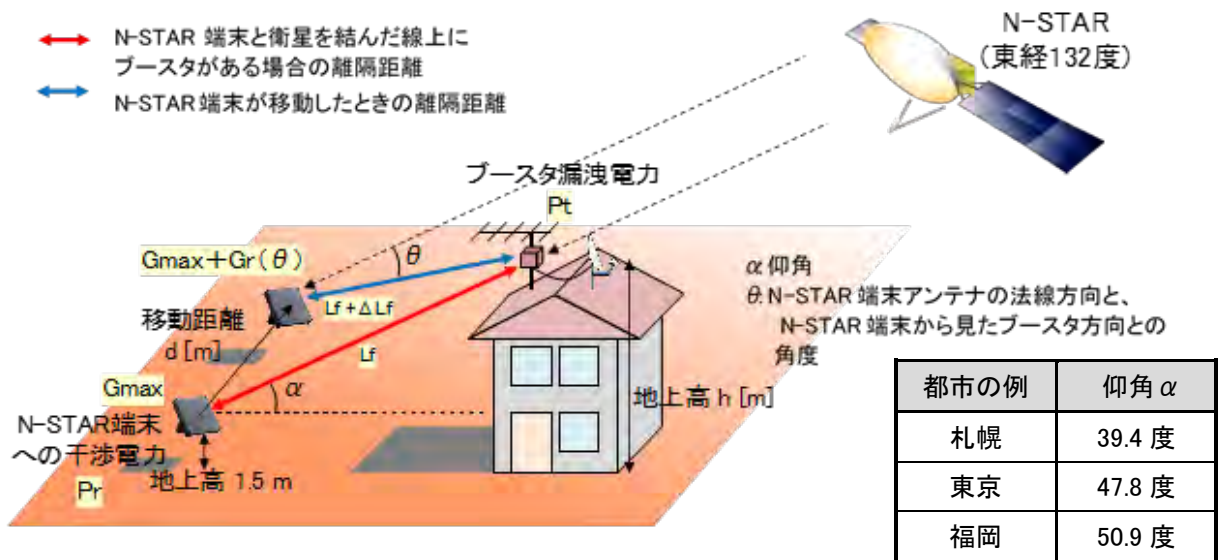


図 3. 3-1 N-STAR 地球局受信端末の干渉モデル

N-STAR 地球局受信端末の空中線指向特性を図 3.3-2~図 3.3-3 に示す。

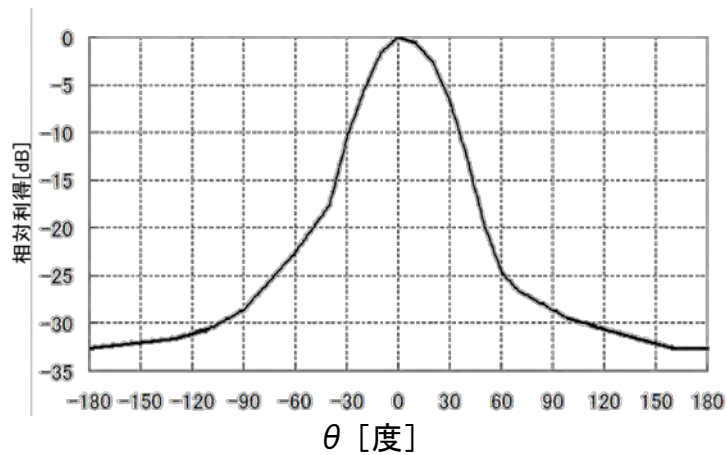


図 3.3-2 N-STAR 地球局受信端末の水平アンテナ放射パターン

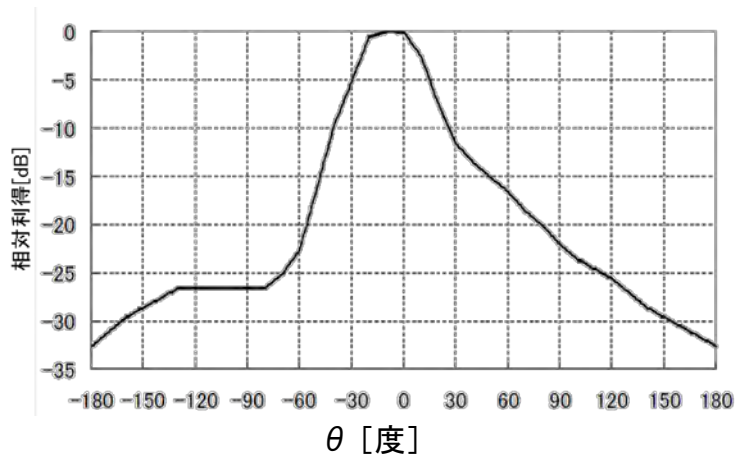


図 3.3-3 N-STAR 地球局受信端末の垂直アンテナ放射パターン

(平成 19 年 4 月情報通信審議会 情報通信技術分科会 広帯域移動無線アクセスシステム委員会報告から引用)

このモデルにおける干渉電力 P_r は以下の計算式で算出できる。

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

- P_r : 干渉電力 (許容干渉電力 -124.9 dBm/MHz)
- P_t : ブースタ漏洩電力 (漏洩基準 -64.4 dBm/MHz)
- L_f : 自由空間損失
- $\Delta L_f(\theta)$: 自由空間損失の変化量
- G_{max} : 空中線利得 (12.6 dBi)
- $G_r(\theta)$: アンテナ利得低下量
- L_r : 給電線損失 (0 dB)

これにより、 $\theta = 0$ すなわち N-STAR 地球局受信端末と人工衛星局を結んだ一直線上に ブースタがある最も厳しい条件の場合、必要となる自由空間損失 L_f は

73.1 dB となる。

ここで、自由空間損失 L_f の計算式は、Rec. ITU-R P. 525-3 Annex 1 (4) 式より、以下となる。

$$L_f = 32.4 + 20 \log(f) + 20 \log(d)$$

f : 周波数 (2505MHz)
d : 離隔距離 (m)

周波数 f は、離隔距離が最も厳しくなる条件として、使用周波数帯の下端である 2505 MHz を用いて計算すると、所要離隔距離は 43.2m となる。

N-STAR 地球局受信端末の地上高が 1.5m であることから、N-STAR 地球局受信端末と衛星を結んだ線上にブースタがある場合において、衛星位置と緯度の関係から所要ブースタ高を算出すると札幌で 28.9m、東京で 33.5m、福岡で 35.0m となる。

しかし、標準受信モデルのブースタ高は 10m であることから、前記のブースタ高の場合との自由空間損失の差分が、共用条件を満足するために必要なマージンとなる。3 都市による地域モデルにおいて、共用条件を満足するために必要なマージンを算出すると、札幌で 10.2dB、東京で 11.5dB、福岡で 11.9dB となる。

このマージンを確保する方策としては、N-STAR 地球局受信端末を水平方向（横方向）に移動して、図 3.3-2 に示されている水平アンテナ放射パターン相対利得を必要なマージン分だけ低下させる方法が考えられる。同水平アンテナ放射パターンより、必要な水平移動距離を算出すると、札幌 8.0m、東京 7.4m、福岡 7.2m となる。この時の θ はいずれもほぼ 30 度である。

N-STAR 地球局受信端末を水平方向（縦方向）に移動する場合は、前方への移動は戸建住宅による遮蔽範囲に入り、後方への移動は都市モデル札幌の例で N-STAR 受信端末の垂直アンテナ放射パターンから計算すると、約 21m の移動が必要となるため、干渉回避するためには横方向へ移動することが有効となる。

以上の結果を表 3.3-2 に示す。N-STAR 地球局受信端末の所要離隔距離は 43.2m、それ以下となる場合は、N-STAR 地球局受信端末を最大 8m 程度水平方向に移動すれば、N-STAR 地球局受信端末のアンテナ指向性により共用が可能と考えられる。

さらに衛星放送用受信機器の実機について漏洩電波の測定を実施した結果、漏洩基準より 10dB 以上のマージンがあるため、離隔距離を更に短縮することが可能と考えられる。

表 3.3-2 N-STAR 地球局受信端末との干渉評価結果

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
43.2m	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

なお、N-STAR 地球局受信端末の移動距離と干渉電力低下量の関係について、
図 3.3-4～図 3.3-5 に示す。この検討ではブースタ高を 10m 固定とした条件であ
る。

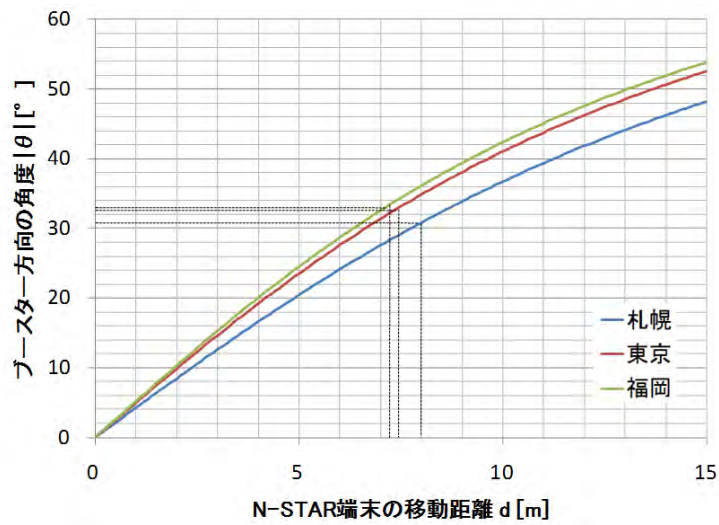


図 3.3-4 角度 θ の変化

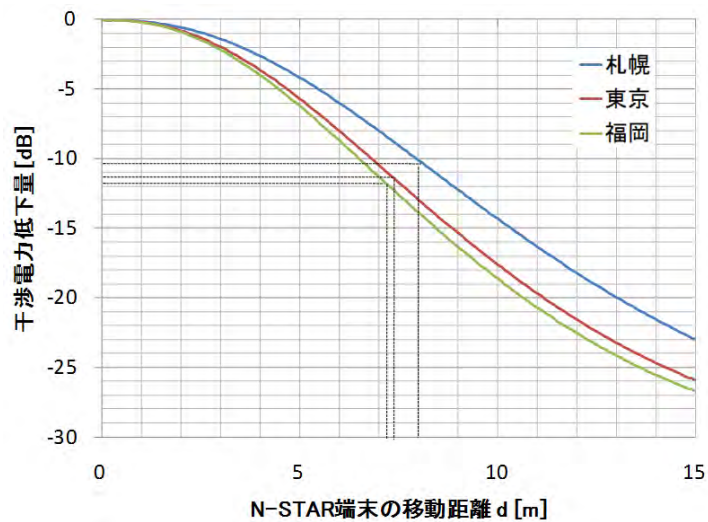


図 3.3-5 干渉電力低下量の変化

3. 4 BWAとの共用検討

3. 4. 1 XGPとの共用検討

衛星放送用受信設備と XGP との共用検討条件を次のとおり検討を行った。表 3. 4. 1-1 に XGP の諸元及び共用検討条件を示す。

表 3. 4. 1-1 XGP の諸元及び共用検討条件

項目	基地局	小電力レピータ	端末
使用周波数 [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

※平成 25 年 5 月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より引用

以下では、基地局の干渉評価モデルを戸建住宅の場合と集合住宅の場合（集合住宅の場合は独立鉄塔の場合と同一建屋の場合にさらに細分）の 3 パターンについて検討する

また、小電力レピータと端末について共用検討条件のパラメータが同一であるため、屋外と屋内の 2 パターンに分けて検討する。干渉検討では、計 5 パターンで検討する。

(1) 基地局（独立鉄塔等の場合）と戸建住宅における干渉モデル

XGP 基地局が戸建住宅の近隣に独立鉄塔等で設置される場合の干渉モデルを図 3. 4. 1-1 に示す。

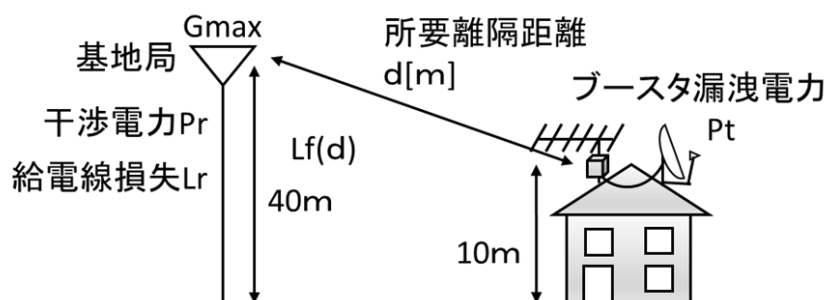


図 3. 4. 1-1 XGP 基地局の干渉評価モデル（戸建住宅）

このモデルにおける干渉電力 Pr は以下の計算式で算出できる。

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

- Pr : 干渉電力 (許容干渉電力 -114 dBm/MHz)
- Pt : ブースタ漏洩電力 (漏洩基準 -64.4dBm/MHz)
- Lf : 自由空間損失
- Gmax : 空中線利得 (17dBi)
- Lr : 給電線損失 (5dB)

以上により、必要となる自由空間損失 Lf は 61.6 dB となる。

ここで、Rec. ITU-R P.525-3 Annex 1 (4)式 より、自由空間損失 Lf の計算式は以下となる。

$$Lf = 32.4 + 20 \log(f) + 20 \log(d)$$

f : 周波数 (2545MHz)

d : 離隔距離 (m)

周波数 f は、離隔距離が最も厳しくなる条件として、使用周波数帯の下端である 2545 MHz を用いて計算すると、所要離隔距離は 11.4m となる。

干渉評価モデルで、ブースタの地上高は 10m、XGP 基地局の地上高が 40m であることから、両者間の距離は 30m 以上離れることとなり、所要離隔距離 11.4m が確保されることになるため、XGP 基地局 (独立鉄塔等) と戸建住宅の関係においては、共用が可能と考えられる。

(2) 基地局 (独立鉄塔等の場合) と集合住宅における干渉モデル

XGP 基地局が、集合住宅の近隣に、独立鉄塔等で設置される場合の干渉モデルを図 3.4.1-2 に示す。

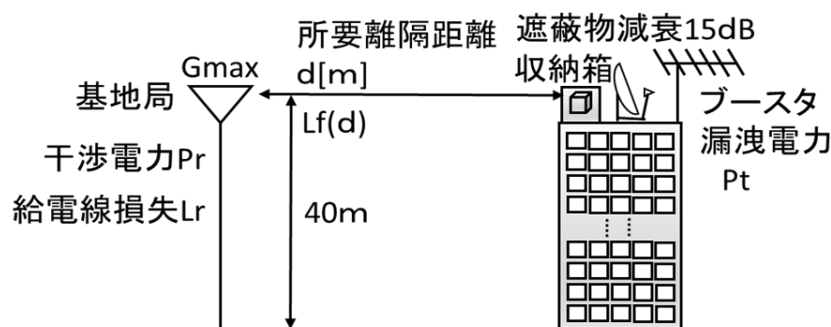


図 3.4.1-2 XGP 基地局の干渉評価モデル (集合住宅、独立鉄塔等)

このモデルにおける干渉電力 Pr は以下の計算式で算出できる。基本的に「(1) 基地局 (独立鉄塔等の場合) と戸建住宅における干渉評価モデル」のとおり戸建住宅の場合と同様であるが、集合住宅用ブースタは屋内用のため収納箱内に設置されることから、収納箱の遮蔽減衰量 15dB^{※1} の分だけ、干渉電力 Pr が緩和される。

※1 : 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を参照し、収納箱による遮蔽減衰量を 15dB として計算する。

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

必要となる自由空間損失 L_f は、基地局と戸建住宅の場合の 61.6 dB より 15dB 低い 46.6dB となるため、この場合の所要離隔距離を求めると、2.0m となる。

従って、XGP 基地局（独立鉄塔等）と集合住宅の関係では、離隔距離 2.0m 以上で共用が可能と考えられる。

なお、参考として、ブースタが収納箱に設置されない場合を計算すると、基地局と戸建住宅の場合と同じ計算となり、所要離隔距離は 11.4m となる。

（3）基地局と集合住宅が同一建屋の場合における干渉モデル

XGP 基地局が、集合住宅の同一建屋の屋上に設置される場合の干渉モデルを図 3.4.1-3 に示す。

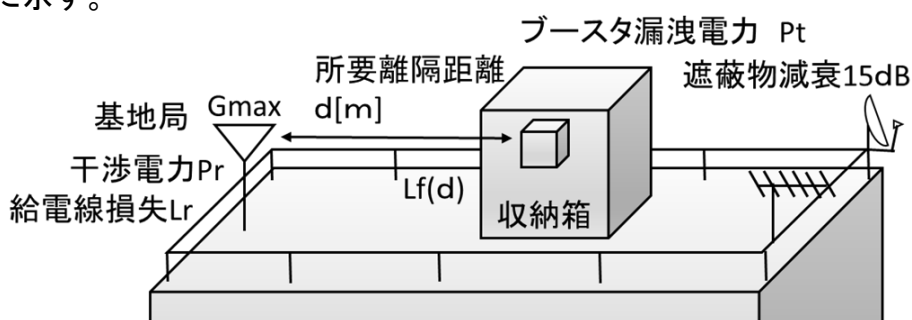


図 3.4.1-3 XGP 基地局の干渉モデル（集合住宅、同一建屋）

このモデルにおける干渉評価は、基本的に「（2）（独立鉄塔等の場合）と集合住宅における干渉評価モデル」のとおりパラメータが同一条件である。

集合住宅用ブースタは収納箱内に設置されることが前提であるため、所要離隔距離は 2.0m となり、XGP 基地局が集合住宅と同一建屋の屋上に設置される場合は、離隔距離 2.0m 以上で共用が可能と考えられる。

なお、参考として、ブースタが収納箱に設置されない場合を計算すると、基地局と戸建住宅の場合と同じ計算となり、所要離隔距離は 11.4m となる。

(4) 小電力レピータ・端末（屋外）の干渉モデル

XGP の小電力レピータと端末が、屋外に設置される場合の干渉モデルを図 3.4.1-4 に示す。

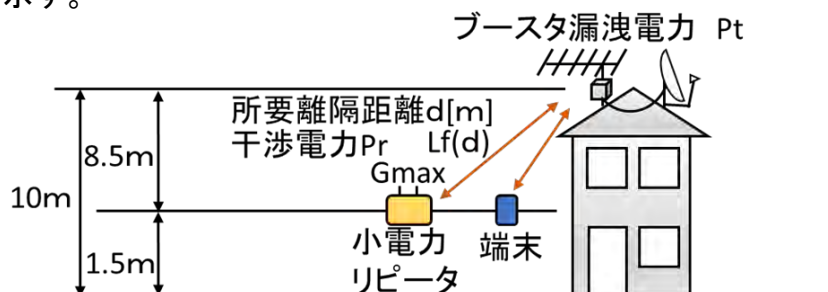


図 3.4.1-4 XGP 小電力レピータ・端末の干渉モデル（屋外）

このモデルにおける干渉電力 P_r は以下の計算式で算出できる。

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

P_r : 干渉電力（許容干渉電力 -112dBm/MHz ）

P_t : ブースタ漏洩電力（漏洩基準 -64.4dBm/MHz ）

L_f : 自由空間損失

G_{max} : 空中線利得（ 4dBi ）

L_r : 給電線損失（ 0dB ）

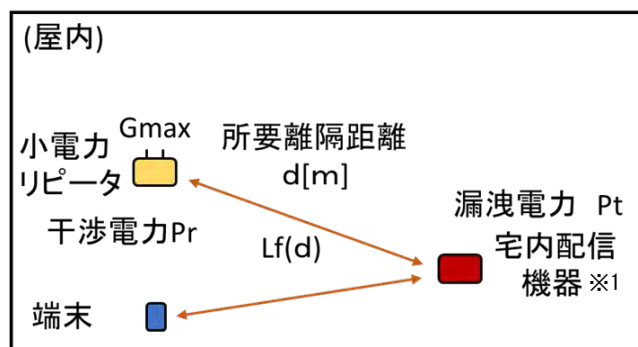
以上より、必要となる自由空間損失 L_f は 51.6 dB となる。

基地局の場合と同様に、所要離隔距離を計算すると 3.6 m となる。

干渉評価モデルで、戸建住宅用ブースタが地上高 10 m （最小高）、小電力レピータ・端末の地上高が 1.5 m であることから、両者の間は 8.5 m 以上離れることになり、離隔距離 3.6 m が確保されることになるため、XGP の小電力レピータ・端末が屋外に設置される場合は、共用が可能と考えられる。

(5) 小電力レピータ・端末（屋内）の干渉モデル

XGP の小電力レピータと端末が、屋内に設置される場合の干渉評価モデルを図 3.4.1-5 に示す。



※1 宅内配信機器の対象は、4 分配器、5 分配器、壁面端子（1 端子）、壁面端子（2 端子）となる。

図 3.4.1-5 XGP 小電力レピータ・端末の干渉モデル（屋内）

このモデルにおける干渉電力 Pr は以下の計算式で算出できる。

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

Pr : 干渉電力 (許容干渉電力 -112dBm/MHz)

Pt : 宅内配信機器漏洩電力 (漏洩基準 -64.4dBm/MHz)

Lf : 自由空間損失

Gmax : 空中線利得 (4dBi)

Lr : 給電線損失 (0dB)

以上より、必要となる自由空間損失 Lf は 51.6 dB となる。

同様に、所要離隔距離を計算すると 3.6m となる。

屋内の場合は、分配器等の宅内配信機器が干渉源になるものと想定されるため、分配器等の宅内配信機器との離隔距離 3.6m 以上の条件で、共用が可能と考えられる。

(6) 干渉評価モデルのまとめ

ここまで 5 パターンに分類して、XGP の干渉検討を行った。その結果を表 3.4.1-2 にまとめる。

さらに衛星放送用受信機器の実機について漏洩電波の測定を実施した結果、漏洩基準より 10dB 以上のマージンがあるため、離隔距離を更に短縮することが可能と考えられる。

表 3.4.1-2 XGP の干渉評価結果

対 象	屋 外				屋 内
	基地局 (戸建住宅) (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 レピータ 端末 (戸建住宅)	小電力 レピータ 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 (11.4m 収納無)	2.0 m (11.4m 収納無)	3.6 m	3.6 m

3. 4. 2 WiMAXとの共用検討

衛星放送用受信設備と WiMAX との共用検討条件を次のとおり検討を行った。

表 3. 4. 2-1 WiMAX の諸元及び共用検討条件を表 3. 4. 2-1 に示す。

表 3. 4. 2-1 WiMAX の共用検討条件

項目	基地局	屋内基地局	小電力レピータ	端末
使用周波数 [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

※平成 25 年 5 月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より引用

以下では、基地局の干渉評価モデルを戸建住宅の場合と集合住宅の場合（集合住宅の場合は独立鉄塔の場合と同一建屋の場合にさらに細分）の 3 パターンについて検討する

また、小電力レピータと端末については共用条件のパラメータが同一であるため、屋外と屋内の 2 パターンに分けて検討し、そのうちの屋内パターンについては、屋内基地局も含めて検討する。

以上、計 5 パターンの干渉評価モデルを構築して検討する。

(1) 基地局（独立鉄塔等の場合）と戸建住宅における干渉モデル

WiMAX 基地局の戸建住宅における干渉評価モデルを図 3. 4. 2-1 に示す。

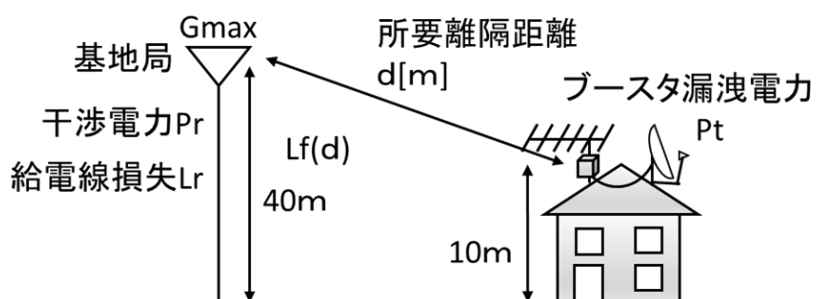


図 3. 4. 2-1 WiMAX 基地局の干渉評価モデル（戸建住宅）

このモデルにおける干渉電力 P_r は以下の計算式で算出できる。

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

P_r : 干渉電力 (許容干渉電力 -114 dBm/MHz)

P_t : ブースタ漏洩電力 (漏洩基準 -64.4 dBm/MHz)

L_f : 自由空間損失

G_{max} : 空中線利得 (17 dBi)

L_r : 給電線損失 (5 dB)

以上より、必要となる自由空間損失 L_f は 61.6 dB となる。

ここで、Rec. ITU-R P.525-3 Annex 1 (4)式より、自由空間損失 L_f の計算式は以下となる。

$$L_f = 32.4 + 20 \log(f) + 20 \log(d)$$

f : 周波数 (2595 MHz)

d : 離隔距離 (m)

周波数 f は、離隔距離が最も厳しくなる条件として、使用周波数帯の下端である 2595 MHz を用いて計算すると、所要離隔距離は 11.1 m となる。

干渉評価モデルで、ブースタの地上高が 10 m 、WiMAX 基地局の地上高が 40 m であることから、両者の距離は 30 m 以上離れることとなり、所要離隔距離 11.1 m が確保されることになるため、WiMAX 基地局 (独立鉄塔等) と戸建住宅の関係においては、共用が可能と考えられる。

(2) 基地局 (独立鉄塔等) と集合住宅における干渉モデル

WiMAX 基地局が、集合住宅の近隣に独立鉄塔等で設置される場合の干渉モデルを図 3.4.2-2 に示す。

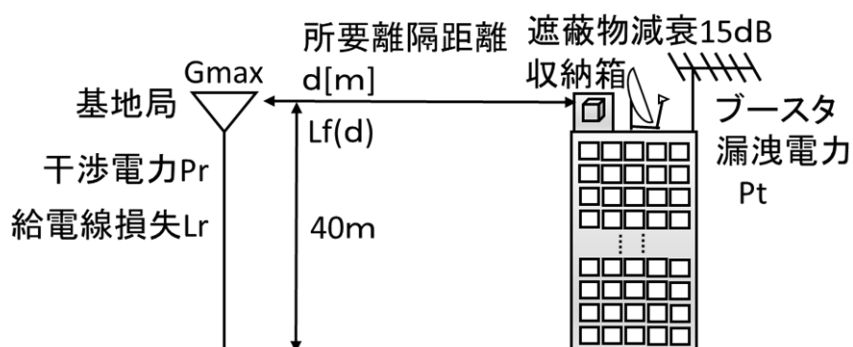


図 3.4.2-2 WiMAX 基地局の干渉評価モデル (集合住宅、独立鉄塔等)

このモデルにおける干渉電力 P_r は以下の計算式で算出できる。基本的に「(1) 基地局 (独立鉄塔等の場合) と戸建住宅における干渉評価モデル」のとおり戸建住宅の場合と同様であるが、ブースタが収納箱内に設置されることから、収納箱の遮蔽減衰量 15 dB の分だけ、干渉電力 P_r が緩和される。

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

必要となる自由空間損失 Lf は、基地局と戸建住宅の場合の 61.6 dB より 15dB 低い 46.6dB となるため、この場合の所要離隔距離を求めると、2.0m となる。

従って、WiMAX 基地局（独立鉄塔等）と集合住宅との関係では、所要離隔距離 2.0m 以上で共用が可能と考えられる。

なお、参考として、ブースタが収納箱に設置されない場合を計算すると、基地局と戸建住宅の場合と同じ計算となり、所要離隔距離は 11.1m となる。

（3）基地局と集合住宅が同一建屋の場合における干渉モデル

WiMAX 基地局が、集合住宅の同一建屋の屋上に設置される場合の干渉評価モデルを図 3.4.2-3 に示す。

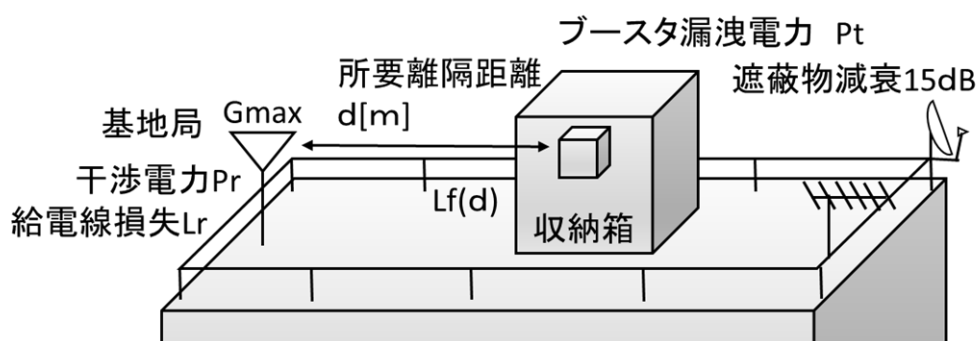


図 3.4.2-3 WiMAX 基地局の干渉モデル（集合住宅、同一建屋）

このモデルにおける干渉評価は、基本的に「（2）基地局（独立鉄塔等）と集合住宅における干渉評価モデル」のとおりパラメータが同一条件である。

集合住宅用ブースタは収納箱内に設置されることが前提であるため、所要離隔距離は 2.0m となり、WiMAX 基地局が集合住宅と同一建屋の屋上に設置される場合は、離隔距離 2.0m 以上で共用が可能と考えられる。

なお、参考として、ブースタが収納箱に設置されない場合を計算すると、基地局と戸建住宅の場合と同じ計算となり、所要離隔距離は 11.1m となる。

（4）小電力レピータ・端末（屋外）の干渉モデル

WiMAX の小電力レピータと端末が、屋外に設置される場合の干渉モデルを図 3.4.2-4 に示す。

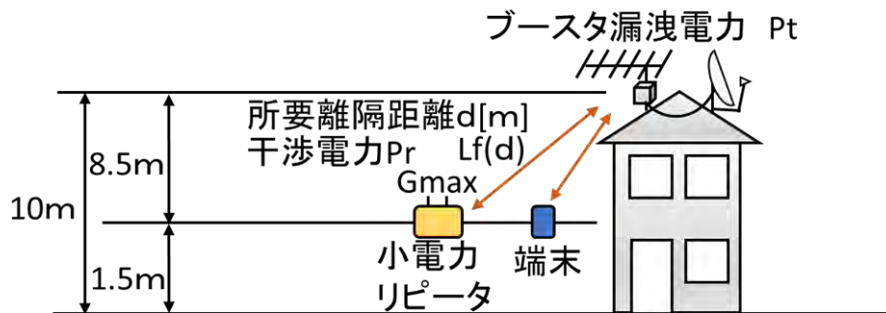


図 3.4.2-4 WiMAX 小電力リピータ・端末の干渉評価モデル（屋外）
このモデルにおける干渉電力 P_r は以下の計算式で算出できる。

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

- P_r : 干渉電力（許容干渉電力 -112dBm/MHz ）
- P_t : ブースタ漏洩電力（漏洩基準 -64.4dBm/MHz ）
- L_f : 自由空間損失
- G_{max} : 空中線利得（ 4dBi ）
- L_r : 給電線損失（ 0dB ）

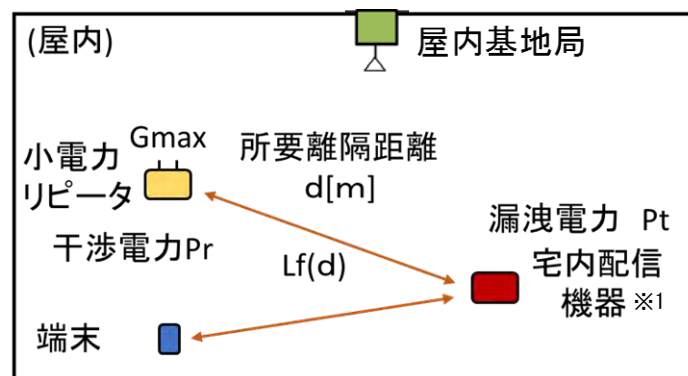
以上より、必要となる自由空間損失 L_f は 51.6 dB となる。

基地局の場合と同様に、所要離隔距離を計算すると 3.5 m となる。

干渉評価モデルで、戸建住宅用ブースタが地上高 10 m （最小高）、小電力リピータ・端末の地上高が 1.5 m であることから、両者の間は 8.5 m 以上離れることになり、離隔距離 3.5 m が確保されることになるため、WiMAX の小電力リピータ・端末が屋外に設置される場合は、共用が可能と考えられる。

（5）小電力リピータ・端末（屋内）・屋内基地局の干渉モデル

WiMAX の小電力リピータ、端末及び屋内基地局が、屋内に設置される場合の干渉評価モデルを図 3.4.2-5 に示す。



※1 宅内配信機器の対象は、4 分配器、5 分配器、壁面端子（1 端子）、壁面端子（2 端子）となる。

図 3.4.2-5 WiMAX 小電力リピータ・端末・屋内基地局の干渉評価モデル（屋内）

このモデルにおける干渉電力 Pr は以下の計算式で算出できる。

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

Pr : 干渉電力 (許容干渉電力 -112dBm/MHz)

Pt : ブースタ漏洩電力 (漏洩基準 -64.4dBm/MHz)

Lf : 自由空間損失

Gmax : 空中線利得 (4dBi)

Lr : 給電線損失 (0dB)

以上より、必要となる自由空間損失 Lf は 51.6 dB となる。

基地局の場合と同様に、所要離隔距離を計算すると 3.5m となる。

屋内の小電力レピータ、端末の場合は、分配器等の宅内配信機器が干渉源になるものと想定されるため、分配器等の宅内配信機器との離隔距離 3.5m 以上の条件で、共用が可能と考えられる。

屋内基地局は小電力レピータ・端末よりも許容干渉電力が 2dB 厳しくなるため、必要な自由空間損失 Lf は 53.6 dB となり、所要離隔距離は 4.4m となる。WiMAX の屋内基地局は、分配器等の宅内配信機器との離隔距離 4.4m 以上の条件で、共用が可能と考えられる。

(6) 干渉検討結果のまとめ

以上、ここまで5パターンに分類して、WiMAX の干渉検討を行った。その結果を表 3.4.2-2 にまとめる。

さらに衛星放送用受信機器の実機について漏洩電波の測定を実施した結果、漏洩基準より 10dB 以上のマージンがあるため、離隔距離を更に短縮することが可能と考えられる。

表 3.4.2-2 WiMAX の干渉評価結果

対象	屋 外				屋 内	
	基地局 (戸建住宅) (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 レピータ・端末 (戸建住宅)	屋内 基地局	小電力 レピータ 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	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 (11.1m 収納無)	2.0 m (11.1m 収納無)	3.5 m	4.4 m	3.5 m

3. 5 その他無線システムとの共用検討

衛星放送用受信設備と、N-STAR 及び BWA との共用検討の結果を踏まえ、衛星放送用受信設備とその他の無線システムとの共用検討を行った。

3. 5. 1 ルーラル加入者無線との共用検討

ルーラル加入者無線（周波数：2025.5-2075.5 MHz（低群）、2205.5-2255.5 MHz（高群））において、衛星放送用受信設備（ブースタが支配的）の中間周波数帯と重複する周波数を用いるのは加入者局（低群送信）から基地局（低群受信）への上り回線、及び基地局（高群送信）から加入者局（高群受信）への下り回線である。

ブースタからルーラル加入者無線局への与干渉については、ルーラル加入者無線の基地局と加入者局との見通し線上にブースタが設置される場合が最悪条件となり、その場合には低群受信時の基地局とブースタとの離隔距離が 75m 以上必要となる。また、ブースタを収納箱に収納する等の対策を講じることができる場合、あるいは低群受信時の基地局の最大アンテナ利得の方向（中心方向）とブースタとの方向に 15 度以上の角度差が確保できる場合、または両方を実施できる場合には 3m~14m 以上の離隔距離で共用可能となる。

中継局、加入者局のその他の組み合わせでの所要離隔距離については、図 3.5.1-1 及び表 3.5.1-1 に示す。

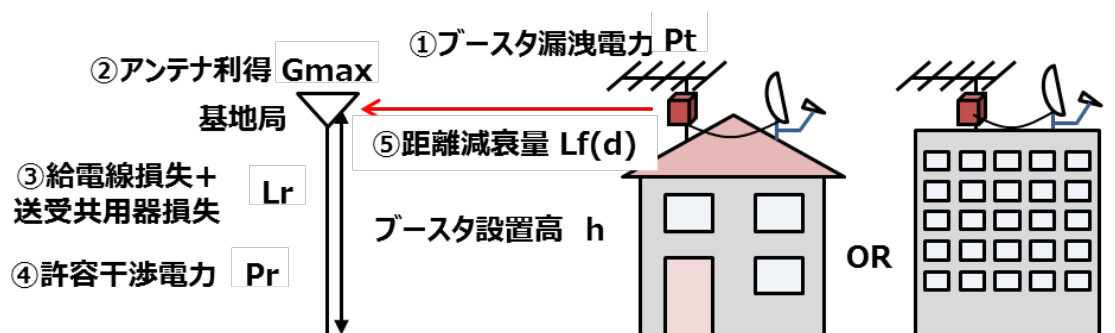


図 3.5.1-1 ルーラル加入者無線との干渉モデル

検討式：

$$\textcircled{5}Lf(d) [dB]$$

$$= \textcircled{1}Pt[dBm/MHz] + \textcircled{2}Gmax[dBi] - \textcircled{3}Lr[dB] - \textcircled{4}Pr [dBm/MHz] > 0$$

表 3.5.1-1 ルーラル加入者無線の諸元

項目		基地局（中継局） 受信	加入者局受信
受信周波数(中心周波数)		低群：2028-2048 MHz 高群：2208-2228 MHz	
アンテナ地上高		10m（ブースタと正対時を想定）	
①ブースタ漏洩電力 Pt （-49.1dBm/33.7561MHz）		-64.4dBm/MHz	
②空中線利得 Gmax		25dBi	
③給電線損失+送受共用器 損失 Lr		5.6dB	2.1dB
④許容干渉電力 Pr （保護基準 I/N=-10dB）		-120.9dBm/MHz	-113.9dBm/MHz
⑤ 距離減 衰量 Lf(d) から離隔 距離を計 算	対策なし	76dB →75m 以上離隔必要	73dB →50m 以上離隔必要
	対策1：最大ア ンテナ利得（中 心方向）からの ずれ角 15° （15dB 減）	61dB →14m 以上離隔必要	58dB →9m 以上離隔必要
	対策2：収納箱 （15dB 減）	61dB →14m 以上離隔必要	58dB →9m 以上離隔必要
	対策3：最大ア ンテナ利得（中 心方向）からの ずれ角 15° & 収納箱（30dB 減）	46dB →3m 以上離隔必要	43dB →2m 以上離隔必要

3. 5. 2 衛星、ロケットの追跡管制等との共用検討

2. 2GHz 帯は JAXA 等により衛星、ロケットの追跡管制等に利用されており、衛星放送用受信設備からの電波の漏洩がこれらに与える干渉について評価を行った。JAXA の地球局は、勝浦、種子島、沖縄、相模原、臼田、内之浦、小笠原に所在しており、主要な局毎に地理要因を考慮し検討を行った。

干渉検討の前提条件は以下のとおり。

(干渉検討の前提条件)

- ・ 各地球局のアンテナ地上高を考慮
- ・ 地球局アンテナの最低仰角は 0 度
- ・ 地球局アンテナの方位角は 0 度～360 度
- ・ 地球局アンテナの放射パターンとしては、開口径に応じて Rec. ITU-R S. 580-6 または Rec. ITU-R S. 465-6 を適用し、適用範囲外（主ビーム）については Rec. ITU-R B0. 1213-1 を適用
- ・ 地球局から 0.5km 未満は敷地内として検討対象から除外
- ・ 見通し等、地球局の地理的条件を考慮
- ・ シングルエントリーで評価

検討においては、図 3.5.2-1 に示す干渉評価モデルとこれに対応する評価式を用い、衛星放送用受信設備から各地球局に与える干渉電力を評価した。

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

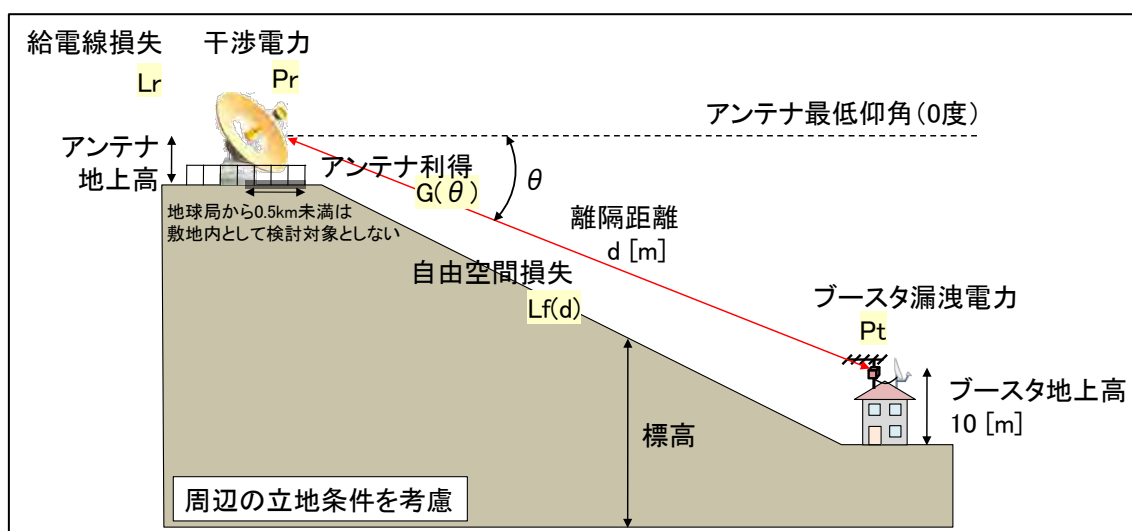


図 3.5.2-1 地球局に対する干渉の評価モデル

各局から見通しの範囲にある各地点について、地球局アンテナから見た仰角、離隔距離を算出した。更に、これらの各地点に所在する衛星放送用受信設備から各局がうける干渉電力を上述の評価式により算出し、最悪の干渉を与える地点からの干渉電力と、各局の許容干渉電力を比較した。

計算の結果、検討対象の全ての局において、許容干渉電力を上回る干渉を与える地点は存在しなかった。

以上のモデルを用いた検討により特段の干渉が想定されないことから衛星放送用受信設備との周波数共用は可能であると考えられる。

なお、アグリゲートエントリーでの検討は実施していない。

3. 5. 3 放送事業用無線局（FPU）との共用検討

放送事業用無線局（FPU）において、左旋偏波衛星放送用受信設備の中間周波数帯と同一帯域となるものは 2.3GHz 帯 FPU（周波数：2.33-2.37GHz）であり、共用検討を行った。

FPU と衛星放送用受信設備との共用条件については、FPU 受信基地局と衛星放送用受信設備が同一高さで近傍の位置関係となる場合を想定し検討した。

本検討にあたり、情報通信審議会放送システム委員会報告「放送事業用無線局の高度化のための技術的条件」に記載されているモデルを用いて、移動中継についてはモデル 2 による FPU 伝送距離を 10km とした場合、固定中継についてはモデル 1 による FPU 伝送距離を 50km とした場合で検討した。検討モデルについて図 3.5.3-1 に示す。

漏洩基準により検討した結果、中継車（移動）から FPU 受信基地局への移動中継については、FPU 伝送距離が 10km となる場合の FPU 受信基地局と衛星放送用受信設備との所要離隔距離は 4.8m となり運用面を含めて共用が可能である。

中継車（固定）から受信基地局へ固定中継については、FPU 伝送距離が 50km となる場合の受信基地局と衛星放送用受信設備との所要離隔距離は 1.6m となり運用面を含めて共用が可能である。なお、モデル 1 の FPU 受信基地局高は 40m であり、同一高さにある受信設備は集合住宅用と考えられるため、収納箱の遮蔽減衰量を考慮している。参考として、収納箱に設置されない場合を計算すると、所要離隔距離は 9.1m となる。

計算パラメータ及び計算結果を表 3.5.3-1、表 3.5.3-2 に示す。

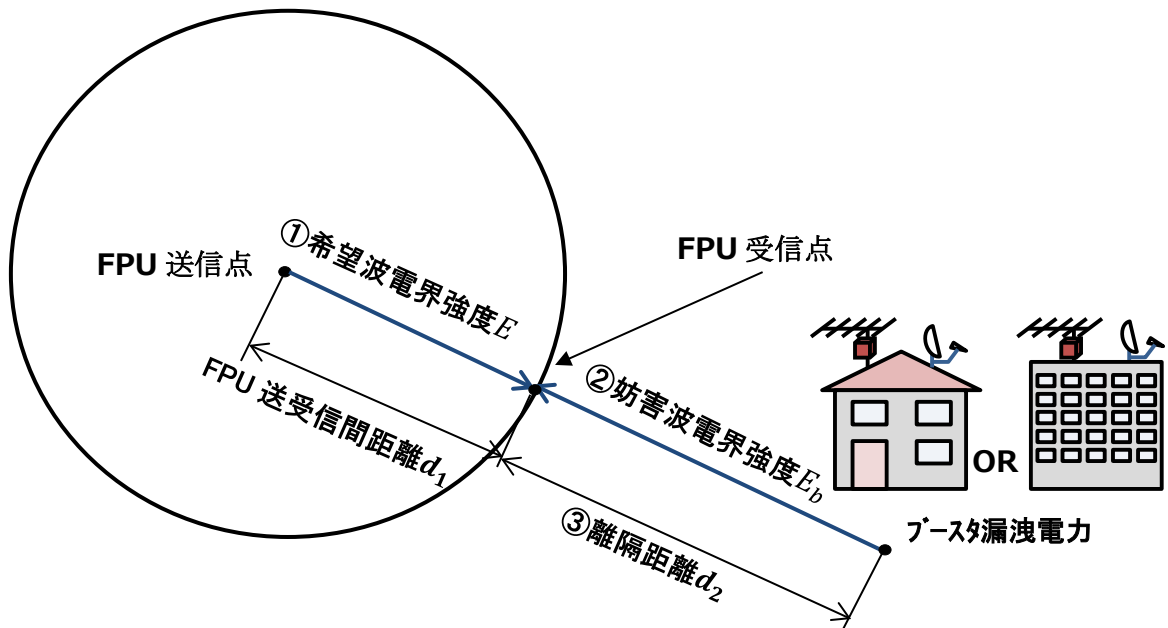


図 3.5.3-1 FPU との干渉モデル

① FPU 希望波受信点電界強度 E [V/m]

$$\text{自由空間モデル} \quad E_f = \frac{7\sqrt{G_{1d} \times G_{2d} \times P_d}}{d_1}$$

$$\text{平面大地モデル} \quad E_g = \frac{E_f \times 4\pi \times h_{1d} \times h_{2d}}{\lambda \times d_1}$$

$$\text{閾値 1} \quad d_{th1} = \frac{4\pi \times h_{1d} \times h_{2d}}{\lambda}$$

$$d_1 \leq d_{th1} \text{ の場合、} E = E_f$$

$$d_1 > d_{th1} \text{ の場合、} E = E_g$$

② 妨害波受信点電界強度 E_b [dBV/m]

$$E_b = E - D/U$$

③ 離隔距離 d_2 [m]

$$\text{自由空間モデル} \quad d_{2f} = \frac{7\sqrt{G_{1u} \times G_{2d} \times P_u}}{10^{\left(\frac{E_b}{20}\right)}}$$

$$\text{平面大地モデル} \quad d_{2g} = \sqrt{\frac{d_{2f} \times 4\pi \times h_{1u} \times h_{2d}}{\lambda}}$$

$$\text{閾値 2} \quad d_{th2} = \frac{4\pi \times h_{1u} \times h_{2d}}{\lambda}$$

$d_{2f} \leq d_{th2}$ の場合、 $d_2 = d_{2f}$

$d_{2f} > d_{th2}$ の場合、 $d_2 = d_{2g}$

λ : 波長 [m]
 P_d : FPU 送信出力 [W]
 G_{1d} : FPU 送信利得 [dBd]
 h_{1d} : FPU 送信高 [m]、
 G_{2d} : FPU 受信利得 [dBd]
 h_{2d} : FPU 受信高 [m]
 d_1 : FPU 伝送距離 [m]
 P_u : ブースタ漏洩電力 [W]
 h_{1u} : ブースタ設置高 [m]
 G_{1u} : ブースタ漏洩利得 [0dBi]
 D/U : FPU 所要 D/U [dB]

表 3.5.3-1 放送事業用 FPU の諸元及び検討結果
 ～中継車（移動）から FPU 受信基地局へ移動中継を想定した場合※1～

項目	漏洩基準
FPU 受信周波数 [MHz]	2330 - 2370
FPU 地上高 [m]	送信高：3.5（中継車屋根上を想定） 受信高：10（モデル2）
FPU 空中線利得 [dBi]	送信空中線：7.2（4段コリニアを想定） 受信空中線：18.1（26素子を想定）
FPU 送信給電線損失 [dB]	1.4
FPU 伝送距離 [km]	10
FPU 送信出力 [W]	40
FPU モード	フルモード（占有周波数帯幅 17.5MHz）
FPU 変調方式	16QAM (2/3)
FPU 所要 D/U [dB]	13.0 ※2
FPU 障害物透過損マージン [dB]	5.0
FPU フェージングマージン [dB]	10.0
ブースタ漏洩電力 [dBm/MHz]	-64.4
ブースタ設置高 [m]	10
収納箱の遮蔽減衰量 [dB]	0（収納箱なし、戸建ブースタ想定）
①希望波受信点電界強度 [dB μ V/m]	55.8
②所要 D/U を満たす妨害電界強度 [dB μ V/m]	42.8
③所要離隔距離 [m]	4.8

※1：情報通信審議会 放送システム委員会報告「放送事業用無線局の高度化のための技術的条件」に記載されている運用モデル2の2.3GHz帯フルモードを想定

※2：「700-900MHz帯における周波数有効利用のための放送事業者用無線システムの移行先周波数における技術的条件に関する検討」報告書内の「表4.7.7.1 同一チャンネル干渉の混信保護比」の16QAMでのD/U=13dBより

表 3.5.3-2 放送事業用 FPU の諸元及び検討結果
 ～中継車（固定）から FPU 受信基地局へ固定中継を想定した場合※1～

項目	漏洩基準
FPU 受信周波数 [MHz]	2330 - 2370
FPU 地上高 [m]	送信高：3.5（中継車屋根上を想定） 受信高：40（モデル1）
FPU 空中線利得 [dBi]	送信空中線：12（8素子八木を想定） 受信空中線：21.1（26素子スタックを想定）
FPU 送信給電線損失 [dB]	1.4
FPU 伝送距離 [km]	50
FPU 送信出力 [W]	40
FPU モード	フルモード（占有周波数帯幅 17.5MHz）
FPU 変調方式	32QAM(3/4)
FPU 所要 D/U [dB]	17.4 ※2
FPU 障害物透過損マージン [dB]	0
FPU フェージングマージン [dB]	5.1
ブースタ漏洩電力 [dBm/MHz]	-64.4
ブースタ地上高 [m]	40
収納箱の遮蔽減衰量 [dB]	15
①希望波受信点電界強度 [dB μ V/m]	57.6
②所要 D/U を満たす妨害電界強度 [dB μ V/m]	40.2
③所要離隔距離 [m]	1.6
④ 参考：収納箱が無い場合の所要離隔距離 [m]	9.1

※1：情報通信審議会放送システム委員会報告「放送事業用無線局の高度化のための技術的条件」に記載されている運用モデル1の2.3GHz帯を想定

※2：「700-900MHz帯における周波数有効利用のための放送事業者用無線システムの移行先周波数における技術的条件に関する検討」報告書内の「表4.7.7.1同一チャンネル干渉の混信保護比」の16QAMでのD/U=13dBより32QAMと16QAMの所要C/Nの差4.4dB(19.5-15.1)を加えた値

3. 5. 4 アマチュア無線との共用検討

2.4GHz 帯アマチュア無線に対する衛星放送用受信設備からの漏洩電波による与干渉は、他の微弱無線システムと同程度であることから、共用は可能と考えられる。

3. 5. 5 ISM機器との共用検討

ISM用の周波数とは、電波法施行規則において「無線通信規則に規定する我が国で使用することが認められている産業科学医療用の周波数」と規定されている。無線通信規則には、以下のように定義されている。

1.15 industrial, scientific and medical (ISM) applications (of radio frequency energy):
Operation of equipment or appliances designed to generate and use locally radio frequency energy for industrial, scientific, medical, domestic or similar purposes, excluding applications in the field of telecommunications.

ISM機器は無線周波数のエネルギーの局所的利用を目的としたものであり、衛星放送用受信設備の漏洩する電力により影響を受ける性質のものでないことから、共用検討の対象外とした。

3. 5. 6 小電力データ通信システム(無線LAN)との共用検討

2.4GHz 帯無線LANと衛星放送用受信設備との共用条件については、同一の宅内に2.4GHz 帯無線LANと衛星放送用受信設備がある場合が厳しい条件と想定されることから、そのモデルとした。

本検討にあつては、情報通信審議会情報通信技術分科会陸上無線通信委員会報告(平成28年1月)ロボットにおける電波利用の高度化に関する技術的条件及び災害対応ロボット・機器向け通信システムの技術的条件において用いられた許容値により干渉検討を行った。

検討条件は、干渉耐性に強いとされているBPSK(1/2)変調方式の同一チャンネル混信となる許容干渉値を求めた。

$$-85[\text{dBm/MHz}] (\text{受信感度}) - 10[\text{dB}] (\text{所要 D/U}) - 2.14[\text{dB}] (\text{空中線利得})$$

$$= -97.14[\text{dBm/10MHz}] \text{となる}$$

帯域換算を行い

$$-97.14[\text{dBm/10MHz}] - 10 \log(10) [\text{dB}]$$

$$= 107.14[\text{dBm/MHz}]$$

$$P_t = -64.4[\text{dBm/MHz}]$$

$$P_r = -107.14[\text{dBm/MHz}]$$

$$f = 2400[\text{MHz}] (\text{LAN 帯域下端})$$

$$d = \frac{300}{4\pi \times 2400} 10^{\left(\frac{-64.4 - (-107.14)}{20}\right)}$$

$$d = 1.3636 \text{ [m]}$$

$$d = 1.36 \text{ [m]}$$

さらに、実力値（基準値より 40dB 下がるため） $P_t = -104.4 \text{ [dBm]}$ で計算すると

$$d = \frac{300}{4\pi \times 2400} 10^{\left(\frac{-104.4 - (-107.14)}{20}\right)}$$

$$d = 0.013636 \text{ [m]}$$

$$d = 0.013 \text{ [m]} = 1.3 \text{ [cm]}$$

3. 5. 7 道路交通情報通信 (VICS) 電波ビーコンとの共用検討

道路交通情報通信システム (VICS) 電波ビーコンについては、電波放射方向を道路に向けて局所的に放射しているもので道路と衛星放送用受信設備が設置される場所とで十分な離隔が取られることや、衛星放送用受信設備からの漏洩電波が他の微弱無線システムと同程度であることから共用は可能と考えられる。

なお、同システムは 5.8GHz 帯に順次移行中であり、平成 34 年 3 月 31 日をもって運用を停止する予定となっている。

3. 5. 8 電波天文との共用検討

2690MHz から 2700MHz が電波天文に割当てられている（周波数割当計画の国内周波数分配脚注 J107）。この帯域は BS-24 と ND-25 の間の帯域であり、中間周波数割当はこれを避け使用されていることから共用検討の対象外とした。

3. 5. 9 地域 BWA との共用検討

地域 BWA は、BWA (XGP、WiMAX) と無線システム諸元、置局モデル及び干渉許容値は同様と考えられることから、干渉検討による所要離隔距離は BWA と同様となり、共用は可能と考えられる。

3. 5. 10 船舶無線航行用レーダーとの共用検討

以下の、検討を行った漏洩基準値及び実力値として実機による漏洩電波の左旋 IF 帯域全体での単体測定結果の 2 種類を用いて評価した。

検討を行った漏洩基準値

検討条件	漏洩電力	3mにおける電界強度
1MHzあたり	-64.4dBm 以下	30.9dB μ V/m 以下
衛星1チャンネルあたり (33.7561MHz)	-49.1dBm 以下	46.2dB μ V/m 以下

実機による漏洩電波の測定結果

検討条件	漏洩電力	3mにおける電界強度
衛星1チャンネルあたり (33.7561MHz)	-58.4dBm 以下*	36.9dB μ V/m 以下

* : 3m電界強度 より算出

船舶用マグネトロンSバンドレーダーの典型例として以下を想定し検討する。

- ・ 中心周波数 : 3050 MHz
- ・ BW : 60MHz
- ・ アンテナ利得 : 27.2 dBi
- ・ 最低受信感度 : -108dBm

$$\lambda = 0.0984[\text{m}]@3.05\text{GHz} \quad d = 158[\text{m}]$$

(受信電力)[dBm]

$$= (\text{漏洩放射電力})[\text{dBm}] + (\text{アンテナ利得})[\text{dB}]$$

$$- (\text{自由空間損})10 \log \left(\frac{4\pi d}{\lambda} \right)^2 [\text{dB}]$$

$$= -49.1 + 27.2 - 10 \log \left(\frac{4\pi \times 158}{0.0984} \right)^2$$

$$= -108[\text{dBm}]$$

$$\lambda = 0.0984[\text{m}]@3.05\text{GHz} \quad d = 55[\text{m}]$$

(受信電力)[dBm]

$$= (\text{漏洩放射電力})[\text{dBm}] + (\text{アンテナ利得})[\text{dB}]$$

$$- (\text{自由空間損})10 \log \left(\frac{4\pi d}{\lambda} \right)^2 [\text{dB}]$$

$$= -58.4 + 27.2 - 10 \log \left(\frac{4\pi \times 55}{0.0984} \right)^2$$

$$= -108[\text{dBm}]$$

一般に船舶レーダーと衛星放送用受信設備が近接する環境は、港や船舶の航路に隣接した沿岸であると考えられることから、漏洩基準での必要離隔距離以上の十分な離隔距離が確保されていると考えられ、共用は可能である。

3. 5. 1 1 空港監視レーダー(ASR) との共用検討

空港監視レーダーについては無線局数が少数であること、空港での利用が想定され衛星放送用受信設備が設置される場所とは十分な離隔が取られると想定されることから共用検討の対象外とした。

3. 6 衛星放送用受信設備の漏洩電波の測定

(1) 漏洩電波の測定について

漏洩基準値に対する 3.2GHz 帯左旋偏波受信対応の衛星放送受信機器の実際の漏洩レベルのマーヅンを評価するために、実機による漏洩電波の測定を実施した。(参考資料 4)

(2) 測定対象機器

漏洩電波の測定については、ARIB STD-B63 規格の受信設備機器 表 3.6-1 及び共用検討を行うための参考測定 表 3.6-2 のとおり実施した。

表 3.6-1 実機による漏洩電波の被測定機器一覧

No	被測定機器等	台数	備考
1	戸建住宅用ブースタ	4	主要 4 社から各 1 機種
2	集合住宅用ブースタ	4	主要 4 社から各 1 機種
3	4 分配器	4	主要 4 社から各 1 機種
4	5 分配器	4	主要 4 社から各 1 機種
5	6 分配器	4	主要 4 社から各 1 機種
6	4 分岐器	4	主要 4 社から各 1 機種
7	壁面端子 (1 端子)	4	主要 4 社から各 1 機種
8	壁面端子 (2 端子)	4	主要 4 社から各 1 機種
9	同軸ケーブル (S-5C-FB)	1	主要 1 社
10	同軸ケーブル (S-7C-FB)	1	主要 1 社

表 3.6-2 検討のために参考測定した試験一覧

No	被測定機器等	測定数	備考
1	受信システム (戸建住宅モデル)	1	
2	受信システム (集合住宅モデル)	1	
3	漏洩電波の伝搬距離特性	1	
4	収納箱 (屋外用、屋内用)	2	各 1 機種
5	電波暗室床面の金属体と吸収体との比較	1	
6	LNB	1	
7	手ひねり施工 (直列、並列)	2	
8	1330MHz 対応直付けブースタ	1	
9	2600MHz 対応ブースタ (DH 規格)	2	

(3) 測定方法

漏洩電波の測定環境及び測定方法については、微弱無線設備の測定方法並びにテレビ用受信アンテナ等を製造・販売するメーカ各社が実施していた測定方法を参考に測定方法をとりまとめ測定した。

(3) - 1 測定環境

測定環境は、図 3.6-1 及び図 3.6-2 による電波暗室における 3 m 電界強度測定とした。

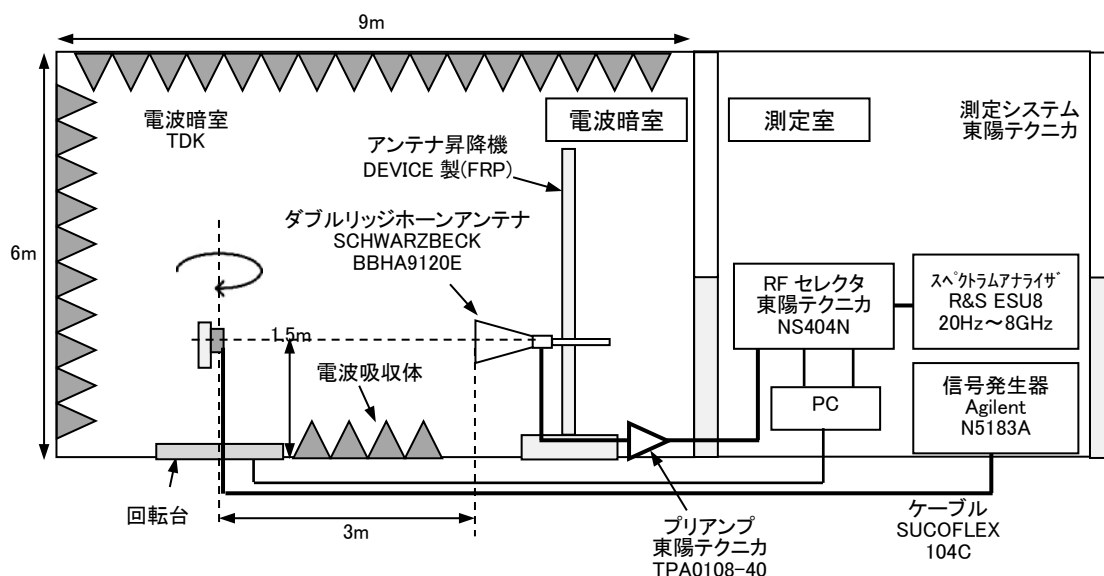


図 3.6-1 漏洩電波の測定を実施した電波暗室の構成



図 3.6-2 測定風景

(3) - 2 測定方法

測定方法については、機器の入出力レベルが大きくそれに比例して漏洩電波が大きいと考えられるブースタ（能動機器）と漏洩電波が小さいと考えられる分配器等（受動機器）について、測定方法を分けて測定を行った。

測定に関する各種設定条件については、表 3.6-3 による。

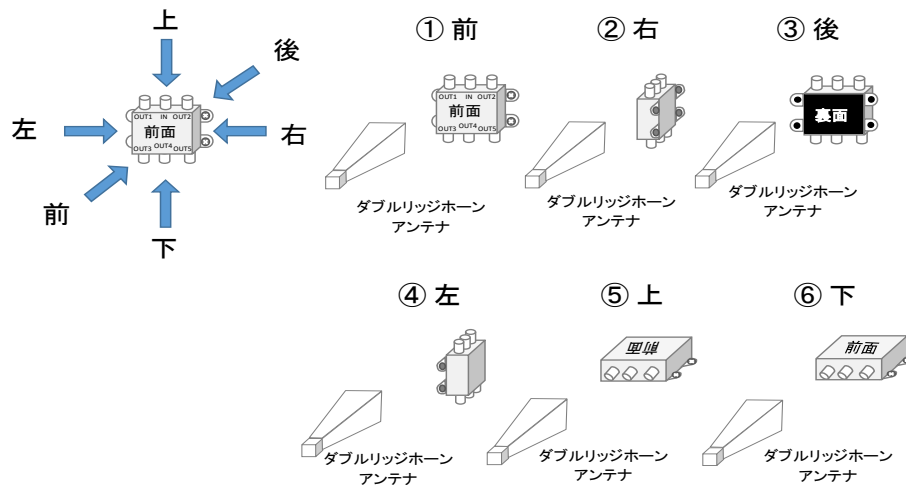
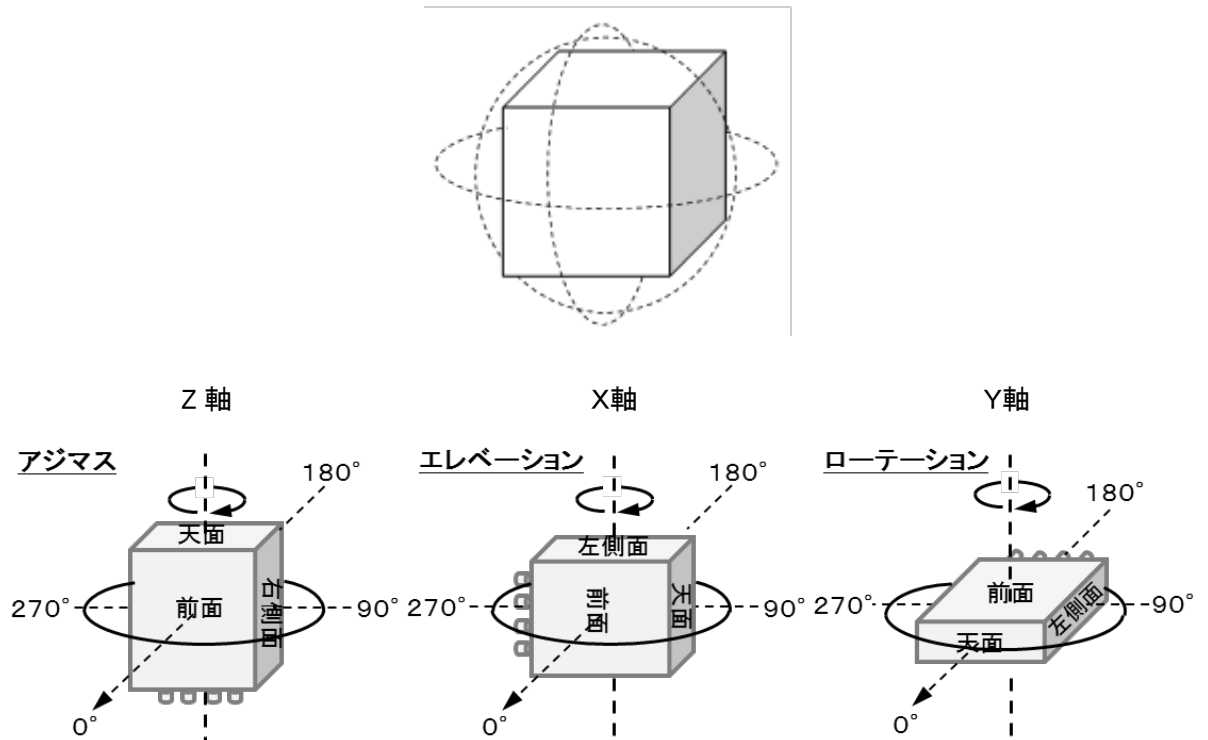
表 3.6-3 漏洩電波の測定に関する設定条件

No	設定項目	能動機器（ブースタ）	受動機器（分配器等）
1	測定環境	3 m法電波暗室	
2	床面反射条件	電波吸収体	
3	漏洩電波測定の距離 ※ ¹	3 m	
4	被測定機器の高さ	1. 5 m	
5	測定アンテナ	ダブルリッジホーンアンテナ	
6	測定偏波	水平偏波、垂直偏波	
7	信号源	CW（無変調）	
8	測定周波数	BS・CS110 右・左旋の全帯域(1.032~3.223GHz) 50チャンネルの中心周波数 (1049.48~3206MHzのうち50波)	
9	自動測定時の周波数ステップ	BS : 38.36MHz、CS : 40.00MHz	
10	測定の軸及び面 ※ ¹	3軸測定方法 15度刻み、各軸24方向	6面測定方法 ※同軸ケーブルのみ1面
11	測定軸と面の回転	ターンテーブルによる 回転制御（自動）	手動固定
12	被試験機器の入力レベル ※ ¹	ブースタ出力が定格になるように、利得を最大に設定した上で入力レベルを調整	110dB μ V
13	漏洩電波の評価方法	測定値をそのまま評価し、偏波・角度の最大値を周波数毎に抽出	測定値を ARIB STD-B63 のシステム設計例の入力レベルに換算し、偏波・面の最大値を周波数毎に抽出
14	スペクトラムアナライザの検波モード	平均値	
15	スペクトラムアナライザのパラメータ設定 ※ ¹	RBW : 300kHz VBW : 3MHz	RBW : 100kHz VBW : 1MHz

※¹ : 測定データに特記が無い場合の設定

なお、受動機器の分配器、分岐器、壁面端子の空端子は全て終端。

測定に関する測定軸及び測定面については、3軸測定方法を図 3.6-3 に6面測定方法を図 3.6-4 に示す。



(4) 測定結果

(4) - 1. BS・CS110 右・左旋の全帯域(1.032~3.223GHz)における漏洩電波

ARIB STD-B63 のシステム設計例の入力レベルに換算した 3m の漏洩電界強度について、偏波、角度、面の最大値を周波数毎に抽出した値を表 3.6-4、図 3.6-5 に示す。なお、4 分配器宅内とは他の無線システムが宅内で再接続する条件におけるシステム設計例の入力レベルに換算したものである。

表 3.6-4 BS・CS110 右・左旋の全帯域における 3m の漏洩電界強度 (最大値)

被測定機器	測定手法	モデル	電界強度 (dB μ V/m/33.7561MHz)				
			A社	B社	C社	D社	E社
ブースタ	3軸測定	戸建住宅用	36.8	26.9	34.0	34.8	—
		集合住宅用	33.9	30.2	28.7	36.9	—
分岐器・分配器	6面測定	4分配器	21.5	22.4	21.6	21.9	—
		4分配器宅内	-9.9	-9.0	-9.8	-8.6	—
		5分配器	8.4	8.2	9.7	10.3	—
		6分配器	12.2	12.5	13.8	13.0	—
		4分岐器	24.4	24.7	25.3	25.0	—
壁面端子(終端)		2端子	-9.1	-14.6	-10.0	-14.7	—
		1端子	-25.3	-17.9	-14.5	-25.6	—
ケーブル	1面測定	S-5C-FB(30m)	—	—	—	—	14.8
		S-7C-FB(50m)	—	—	—	—	24.7

※表中の赤文字はその項目の最大値を示す

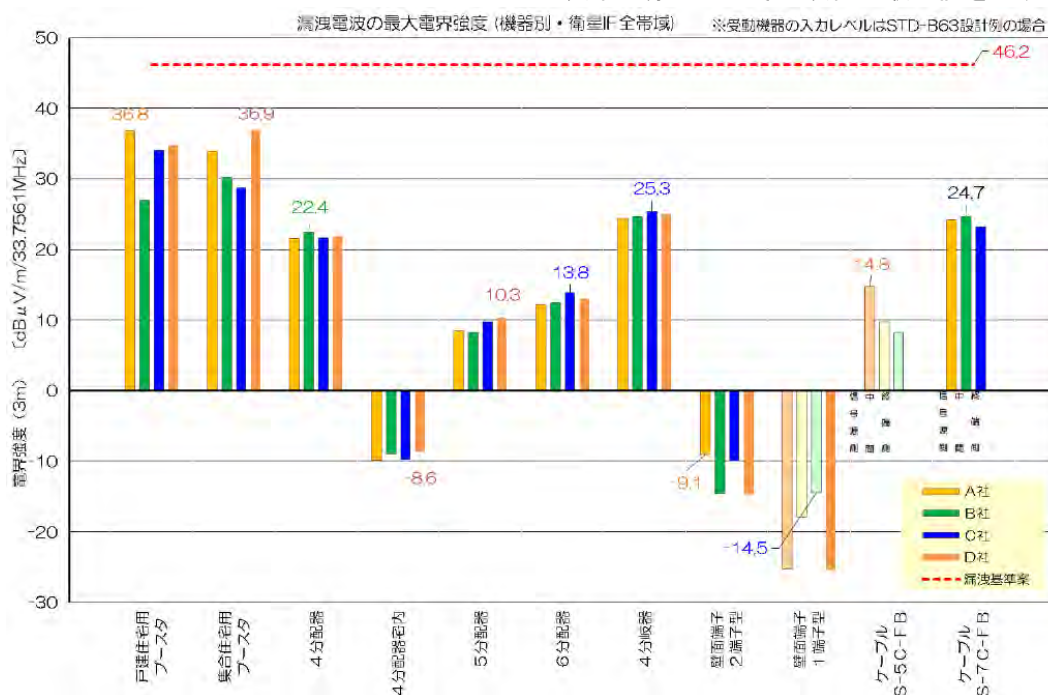


図 3.6-5 BS・CS110 右・左旋の全帯域における 3m の漏洩電界強度 (最大値)

(4) - 2. 2.5GHz 帯における漏洩電波

ARIB STD-B63 のシステム設計例の入力レベルに換算した 3m の漏洩電界強度について、偏波、角度、面の最大値を周波数毎に抽出した値を表 3.6-5、図 3.6-6 に示す。なお、4 分配器宅内とは他の無線システムが宅内で再接続する条件におけるシステム設計例の入力レベルに換算したものである。

表 3.6-5 2.5GHz 帯における 3m の漏洩電界強度（最大値）

被測定機器	測定手法	モデル	電界強度 (dB μ V/m/33.7561MHz)				
			A 社	B 社	C 社	D 社	E 社
ブースタ	3 軸測定	戸建住宅用	31.5	22.9	24.4	33.9	—
		集合住宅用	32.7	22.2	24.2	32.7	—
分岐器・分配器	6 面測定	4 分配器	14.7	14.5	14.4	17.4	—
		4 分配器宅内	-11.9	-12.1	-11.8	-8.6	—
		5 分配器	5.8	6.0	5.9	6.2	—
		6 分配器	7.3	7.3	7.5	7.3	—
		4 分岐器	18.1	17.9	19.6	23.1	—
壁面端子 (終端)		2 端子	-9.2	-19.9	-14.9	-20.2	—
		1 端子	-29.1	-20.8	-23.0	-28.0	—
ケーブル	1 面測定	S-5C-FB (30m)	—	—	—	—	10.4
		S-7C-FB (50m)	—	—	—	—	19.2

※表中の赤字はその項目の最大値を示す

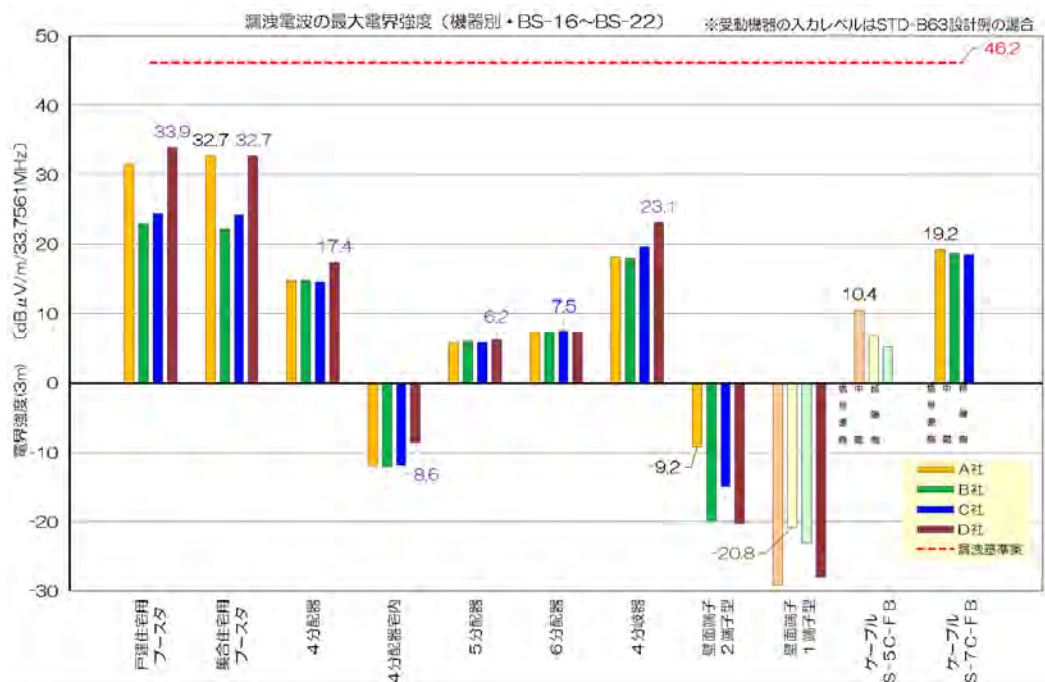
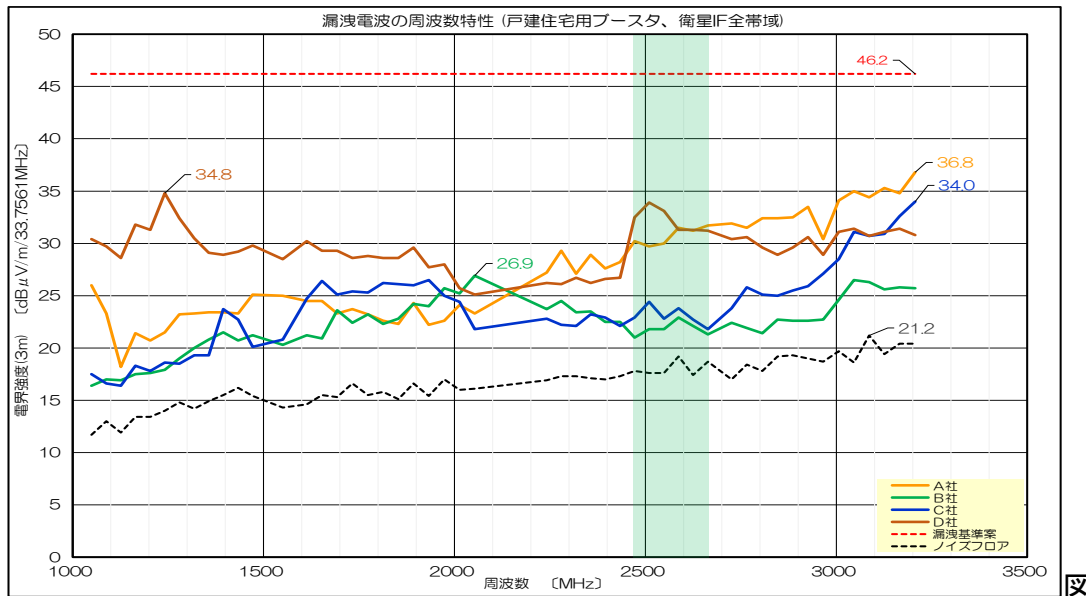


図 3.6-6 2.5GHz 帯における 3m の漏洩電界強度（最大値）

(4) - 3. 戸建住宅用ブースタの漏洩電波周波数特性

漏洩電波の周波数特性について、戸建住宅用ブースタのBS・CS110右・左旋の全帯域を図3.6-7、戸建住宅用ブースタの2.5GHz帯を図3.6-8に示す。



3.6-7 戸建住宅用ブースタの周波数特性 (BS・CS110 右・左旋の全帯域)

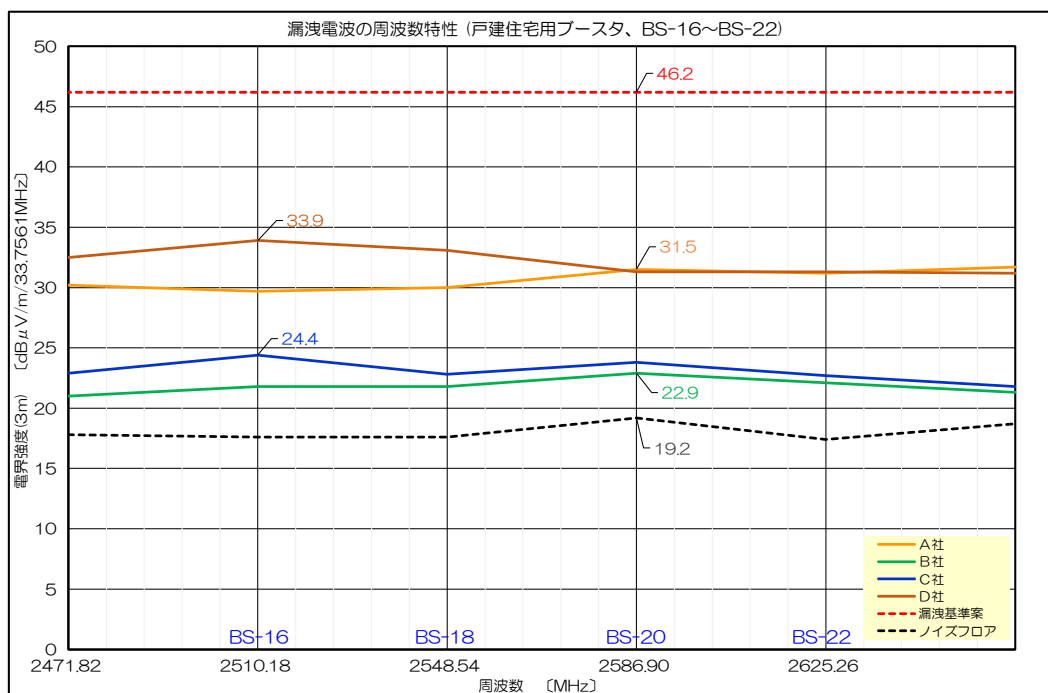


図 3.6-8 戸建住宅用ブースタの周波数特性 (2.5GHz 帯)

(4) - 4. 集合住宅用ブースタの漏洩電波の周波数特性

漏洩電波の周波数特性について、集合住宅用ブースタのBS・CS110右・左旋の全帯域を図3.6-9、集合住宅用ブースタの2.5GHz帯を図3.6-10に示す。

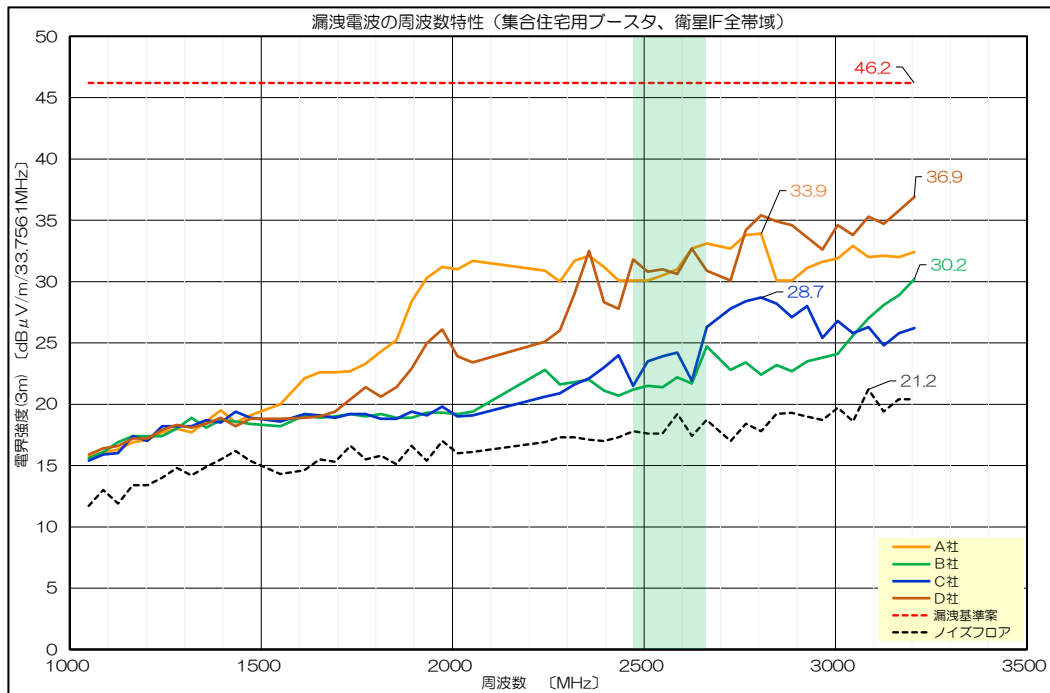


図 3.6-9 集合住宅用ブースタの周波数特性 (BS・CS110 右・左旋の全帯域)

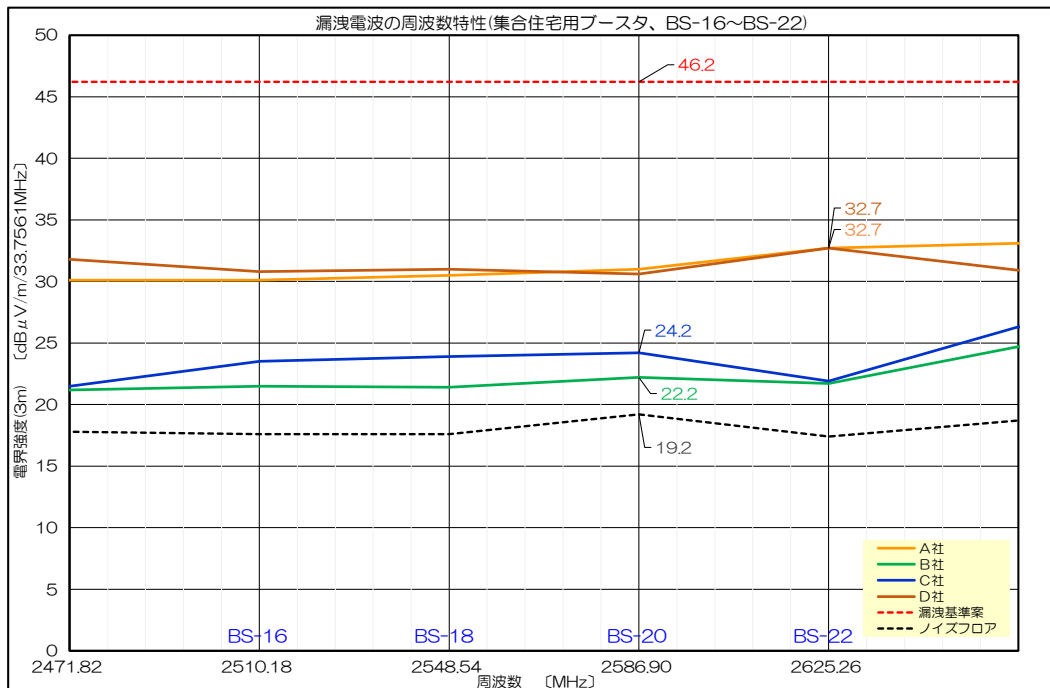


図 3.6-10 集合住宅用ブースタの周波数特性 (2.5GHz 帯)

(4) - 5. 検討のために参考測定した試験結果概要

干渉検討を行うために参考として測定した漏洩電波の試験結果概要を表 3. 6-6 に示す。

表 3. 6-6 検討のために参考測定した試験結果の概要

No	測定項目		測定値 (dB μ V/m) ※1	
1	戸建住宅モデルの受信システム漏洩電界 (最大値)		31.0	
2	集合住宅モデルの受信システム漏洩電界 (最大値)		36.6	
3	漏洩電波の伝搬距離特性		—※2	
4	収納箱の遮蔽減衰量 (最小値)	屋内用 (埋込型)	16.2dB	
		屋外用 (防水型・水切構造)	20.1dB	
5	電波暗室床面の金属体と吸収体との差	水平偏波	1~3.2GHz	3.0dB
			2.5GHz 帯	1.3dB
		垂直偏波	1~3.2GHz	3.4dB
			2.5GHz 帯	1.6dB
6	LNB	1~3.2GHz	28.8	
		2.5GHz 帯	18.5	
7	施工不良の事例 手ひねり (直列、並列)	直列	1~3.2GHz	80.6
			2.5GHz 帯	76.1
		並列	1~3.2GHz	79.2
			2.5GHz 帯	76.3
8	1330MHz 対応直付けブースタ	1~3.2GHz	69.1	
		2.5GHz 帯	51.6	
9	2600MHz 対応ブースタ (DH規格)	B社	1~3.2GHz	44.5
			2.5GHz 帯	44.5
		C社	1~3.2GHz	44.8
			2.5GHz 帯	44.4

※1: 収納箱の減衰量及び電波暗室の床面形状の違いによる測定値の単位はdBとし、それ以外の測定値は3mにおける33.7561MHzの電界強度。

※2: 漏洩電波の電波伝搬特性は、ブースタの最大漏洩方向については自由空間伝搬特性と同等な特性であることが確認できた。

(注) 赤字は漏洩基準値を超えるものを表示

(4) - 6. 漏洩電波特性の悪い参考事例

参考測定のうち基準値を満足できない事例について、施工不良例『手ひねり』を図 3.6-11～図 3.6-14 に、旧式機器『直付け型機器』について図 3.6-15～図 3.6-18 に示す。(信号入力 110dB μ V 時)

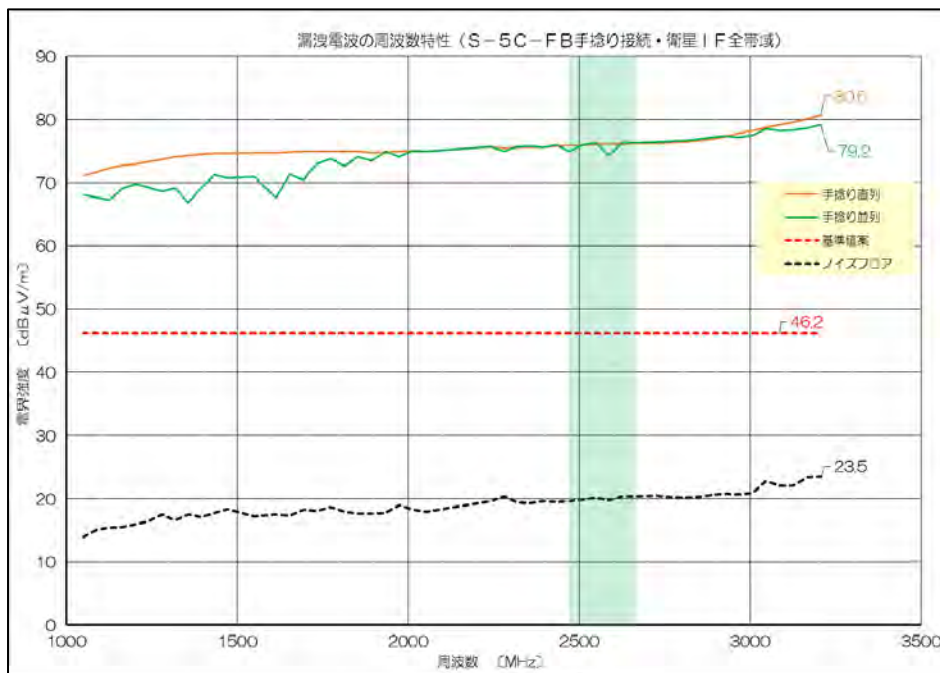


図 3.6-11 施工不良例『手ひねり』の周波数特性(BS・CS110 右・左旋の全帯域)

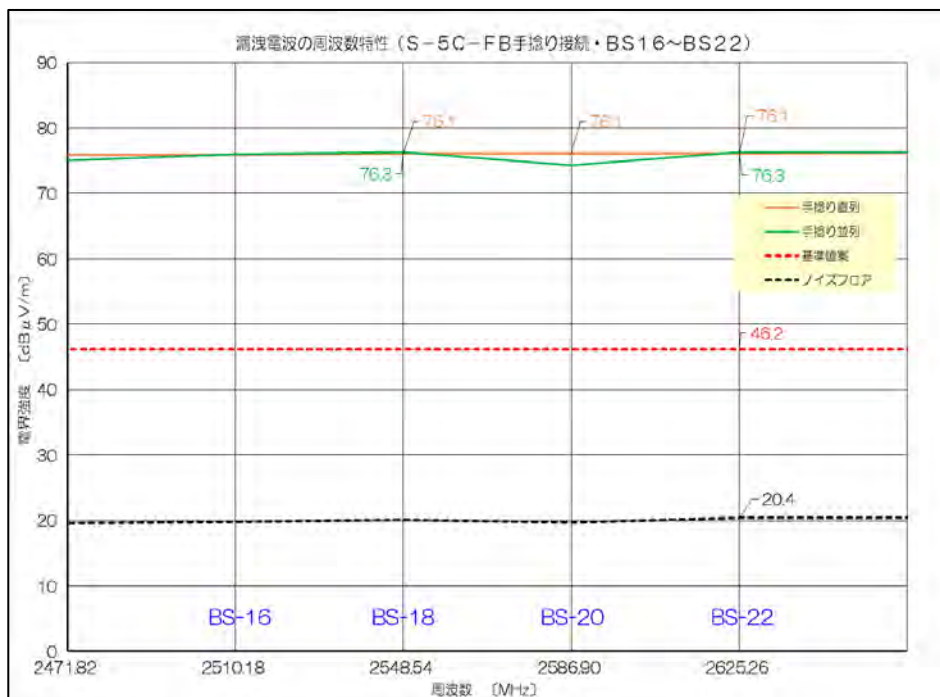


図 3.6-12 施工不良例『手ひねり』の周波数特性(2.5GHz 帯)

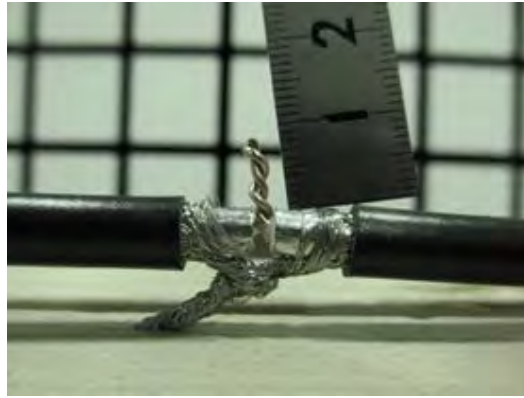


図 3. 6-13
手ひねり同軸直列



図 3. 6-14
手ひねり同軸並列



図 3. 6-15
旧式機器『直付け型機器』



図 3. 6-16
旧式機器『直付け型機器』

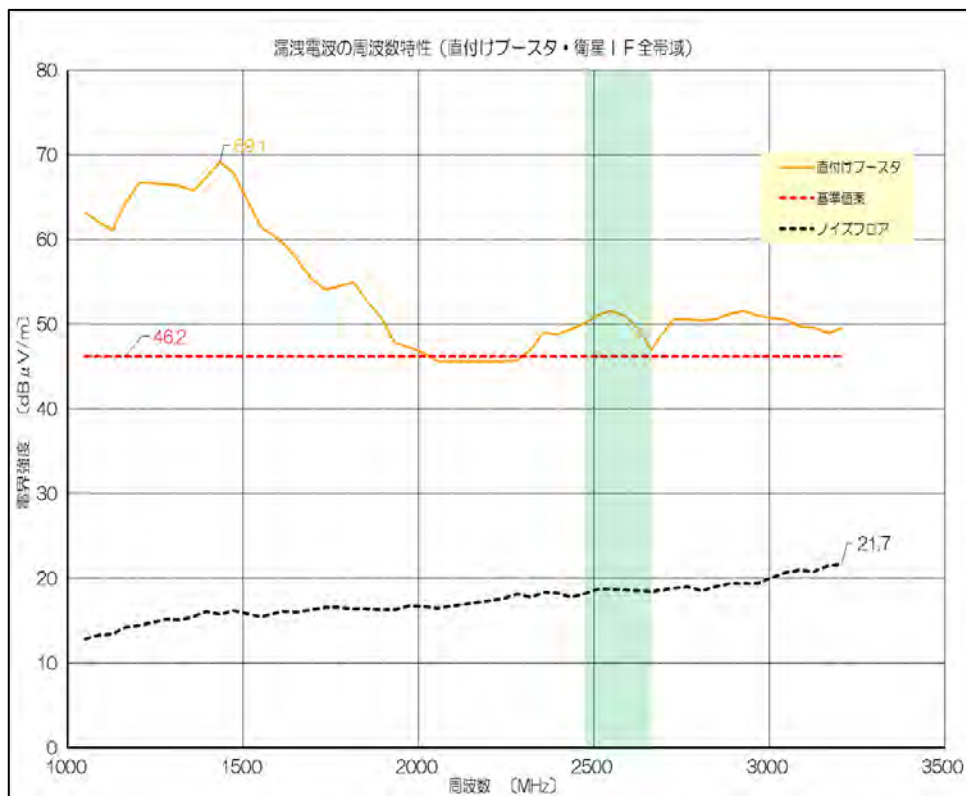


図 3.6-17 1330MHz 対応直付けブースタ (BS・CS110 右・左旋の全帯域)

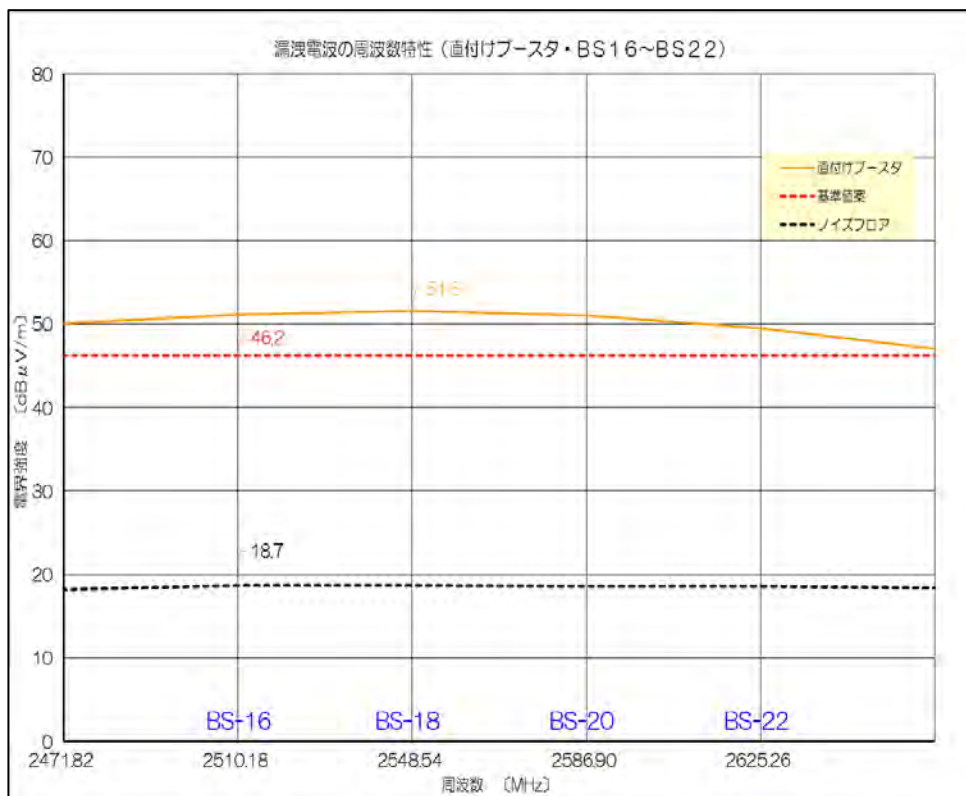


図 3.6-18 1330MHz 対応直付けブースタ (2.5GHz 帯)

(4) - 7. 測定結果のまとめ

実機による漏洩電波の測定結果を表 3.6-7(1)、表 3.6-7(2)にまとめた。

測定評価は、偏波面、面、角度のそれぞれの測定を行った後に最大値を抽出したものである。

表 3.6-7(1) 測定結果のまとめ(1)

測定項目	評価結果
ブースタ単体	<ul style="list-style-type: none"> ・ 1~3GHz 帯において、漏洩基準に対し全機種約 10dB のマージンを確認。 ・ 2.5GHz 帯においては、さらに 2~4dB 程度のマージンを確認。 ・ 戸建住宅用ブースタと集合住宅用ブースタの漏洩電波の実力値の差は無かった。 ・ 最良機種と最悪機種では、周波数によって 10dB 以上の差を確認。 ・ 周波数特性では、周波数が高くなるにつれ漏洩が増加する傾向を確認。 ・ 方向特性や偏波面特性については、特定の傾向は確認できなかった。 <p>(漏洩特性は機種それぞれ異なる。機種により方向や周波数毎の最大・最小の最大差は約 25dB。また方向や周波数毎の最大・最小差が 5dB 以下となる機種も確認)</p>
分配器・分岐器単体	<ul style="list-style-type: none"> ・ 1~3GHz 帯において、漏洩基準に対し全機種 20dB 以上のマージンを確認。 ・ 2.5GHz 帯においては、さらに 2dB 程度のマージンを確認。 ・ 周波数特性では、周波数が高くなるにつれ漏洩が増加する傾向を確認。 ・ 方向特性や偏波面特性については、特定の傾向は確認できなかった。 <p>(漏洩特性は機種それぞれ異なる。)</p>
壁面端子単体 (終端/開放)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 1~3GHz 帯において、空き端子を終端した状態での漏洩基準に対し全機種 50dB 以上マージンを確認。 ・ 空き端子を開放した場合は、終端時よりも 20~25dB 漏洩が増加することを確認。この場合においても漏洩基準に対し約 30dB 以上マージンを確認。
同軸ケーブル単体	<ul style="list-style-type: none"> ・ 入力端の漏洩が最大で、漏洩基準に対し 20dB 以上のマージンがあった。 ・ 周波数特性では、周波数が高くなるにつれ漏洩が増加する傾向を確認。 ・ 2.5GHz 帯においては、さらに 5dB 程度のマージンがあった。
受信システムの漏洩電界	<ul style="list-style-type: none"> ・ 戸建住宅システムと集合住宅システムで測定。 ・ 漏洩電波は、単体測定と同様に漏洩基準に対し約 10dB のマージンを確認。 ・ 単体測定と同様に、ブースタ周辺の高さにおいて漏洩が最大になり、分配器・壁面端子等の漏洩はブースタに比べ小さくなることを確認。
漏洩電波の伝搬距離特性	<ul style="list-style-type: none"> ・ 漏洩干渉源から 11m までの電波伝搬距離特性について、自由空間損失の理論値と同程度となることを確認、干渉検討に用いる計算式の妥当性を確認。
収納箱 (屋外用、屋内用)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 実測により最小値 16.2dB を確認し、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の収納箱による遮蔽減衰量を 15dB の妥当性を確認。

表 3.6-7(2) 測定結果のまとめ(2)

測定項目	評価結果
電波暗室床面の吸収体と金属体との比較	<ul style="list-style-type: none"> ・測定環境の違いについて、床面を吸収体と金属体について比較測定を実施。 ・周波数や偏波面によって特性は異なるが、1~3GHz 帯で 3.4dB、2.5GHz 帯で 1.6dB の差があることを確認したが、大きな差がではないことを確認。
LNB	<ul style="list-style-type: none"> ・1~3GHz 帯において、漏洩基準に対し 15dB 以上のマージンを確認。 ・2.5GHz 帯においては、さらに 10dB 程度のマージンを確認。 ・ブースタよりも漏洩が少ないことを確認。
施工不良の事例手ひねり(直列、並列)	<ul style="list-style-type: none"> ・施工不良における漏洩電波について定量的なデータが存在していないため参考測定を実施。 ・同軸ケーブルに 110dBμV を入力した場合の例であるが、この時の最大漏洩は 3.2GHz で 80.6dBμV、2.5GHz 帯で 76.3dBμV であった。 ・手ひねりの漏洩については、今回の試験により施工状態にもよるが通過する信号レベルから約 30dB 低い値程度で漏洩することを確認。
1330MHz 対応直付けブースタ	<ul style="list-style-type: none"> ・DH マーク(デジタルハイビジョン)以前に販売されたコネクタを使用しない直付け型ブースタ(旧式)の漏洩電波について、定量的なデータが存在していないため参考測定を実施。 ・伝送帯域が 1.33GHz までのものであるため 1.5GHz 以下の周波数について漏洩が大きく、最大値では 69.1 dBμV と基準値を 20dB 以上超えるものであった。2.5GHz 帯では、51.6 dBμV と基準値 5dB 程超えるものであった。
2600MHz 対応ブースタ(DH規格)	<ul style="list-style-type: none"> ・左旋偏波対応機器ではないが、DH マーク(デジタルハイビジョン)対応用に販売されたコネクタを使用する規格について参考測定を実施。 ・伝送帯域が 2.6GHz までのものでメーカー2社のものを測定したが最大値で 44.8dBμV といずれも漏洩基準を満たしていた。

今回の実機による漏洩電波の測定結果をもとに、同一周波数帯を使用する他の無線システムとの共用検討における所要離隔距離について再計算し、基準値とのマージン評価を表 3.6-8 に示す。

表 3.6-8 漏洩電波の実力値による所要離隔距離の基準値マージン

検討検討条件		干渉源	所要離隔距離 計算値 (m)	基準値マージン/ 距離短縮率
N-STAR 屋外	札幌	戸建ブースタ	43.2(水平 33.4)	10dB 以上/約 1/4
	東京		43.2(水平 29.0)	10dB 以上/約 1/4
	福岡		43.2(水平 27.2)	10dB 以上/約 1/4
XGP 屋外	戸建住宅/ 基地局独立鉄塔等	戸建ブースタ	11.4	10dB 以上/約 1/4
	集合住宅/ 基地局独立鉄塔等	集合ブースタ (収納 有/無)	2.0(収納有) 11.4(収納無)	10dB 以上/約 1/5
	集合住宅/ 基地局同一建屋	集合ブースタ (収納 有/無)	2.0(収納有) 11.4(収納無)	10dB 以上/約 1/5
	戸建住宅/ 小電力レター・端末	戸建ブースタ	3.6	10dB 以上/約 1/4
XGP 屋内	小電力レター・ 端末	戸建 5 分配器 ^{※1}	3.6	40dB 以上/約 1/100
WiMAX 屋外	戸建住宅/ 基地局独立鉄塔等	戸建ブースタ	11.1	10dB 以上/約 1/5
	集合住宅/ 基地局独立鉄塔等	集合ブースタ (収納 有/無)	2.0(収納有) 11.1(収納無)	10dB 以上/約 1/4
	集合住宅/ 基地局同一建屋	集合ブースタ (収納 有/無)	2.0(収納有) 11.1(収納無)	10dB 以上/約 1/5
	戸建住宅/ 小電力レター・端末	戸建ブースタ	3.5	10dB 以上/約 1/5
WiMAX 屋内	屋内基地局	戸建 5 分配器 ^{※1}	4.4	40dB 以上/約 1/100
	小電力レター・端末	戸建 5 分配器 ^{※1}	3.5	40dB 以上/約 1/100
ルール 無線	基地局受信	戸建又は集合 ブースタ	75(対策なし)	10dB 以上/約 1/25
	加入者局受信		50(対策なし)	10dB 以上/約 1/25
衛星ロケット追跡管制等		所要干渉電力を満足できるため共用可能		—
FPU	移動中継 10km	戸建ブースタ	4.8	10dB 以上/約 1/5
	固定中継 50km	集合ブースタ	1.6 (9.1 収納無)	10dB 以上/約 1/5
ISM 機器		ISM の利用目的から共用検討対象外		—
アマチュア無線		微弱無線システムと同一条件のため共用可能		—
小電力レター (無線 LAN)		戸建 5 分配器 ^{※1}	1.4	40dB 以上/約 1/100
道路交通情報システム(VICS)		離隔距離が確保できるため共用可能		—
電波天文		同一周波数の関係が無い場合共用可能		—
空港監視レーダー		離隔距離が確保できるため共用可能		—
地域 BWA		XGP、WiMAX と同条件のため共用可能		—
船舶レーダー		戸建ブースタ	158	10dB 以上/約 1/3

※1：室内分配器（5分配器）を終端した条件（この値は壁面端子を開放した状態と同程度のもの）

衛星放送用受信設備からの漏洩電波を測定した結果、すべての機器において基準値を満たしており、最低でも 10dB 以上のマージンがあることが確認できた。

これにより、机上検討による所要離隔距離は適正であることを確認検証できたことから、同一周波数帯域の他の無線システムとの共用は可能と考えられる。

第4章 技術的条件

4.1 技術的条件の概要

ここまでの検討を踏まえ、衛星基幹放送の受信を目的とする受信装置が副次的に発する電波の限度について、以下の通り規定することが適当である。

(1) 対象となる設備の範囲

11.7GHz を超えて 12.75GHz 以下の周波数の電波を使用する衛星基幹放送用の受信設備であって、衛星放送を受信するための空中線（アンテナ）、宅内の配信用設備（宅内での配信による損失を補うために電波を増幅する増幅器（ブースタ）、配線（ケーブル）及び各戸や宅内の各部屋へ電波を分配する分配器や受信機に接続するための端子（コネクタ）その他の配線のために必要となる器具）及び受信機（受信機出力端まで）から構成される範囲とする。

(2) 対象とする中間周波数

対象とする中間周波数は、2224.41MHz 以上 3223.25MHz 未満とする。

(3) 副次的に発する電波の限度

副次的に発する電波の限度は、任意の三三・七五六一 MHz の帯域幅における平均電力が（一）四九・一デシベル（一ミリワットを〇デシベルとする。）以下の値とする。

なお、この値は、「無線設備から発射される電波の強度の算出方法及び測定方法を定める件（平成 11 年郵政省告示第 300 号）」に示す方法により電界強度に換算した場合、三メートルの距離において毎メートル四六・二デシベル（一マイクロボルトを〇デシベルとする。）に相当する。

(4) 測定方法

4.2 に示すとおり。

(5) 経過措置

今般、新たに導入する規制であり市場の激変緩和を考慮し、規定の施行について、半年程度の猶予期間を設けることが適当である。また、既に設置されている衛星放送用受信設備に対しては、一定程度の経過措置を設けることが適当である。

4. 2 測定方法

4. 1 で示す衛星放送用受信設備が副次的に発する電波の上限の測定にあたっては、以下によることが適当である。(参考資料5)

一 試験場の条件

試験場(無線局が発射する電波の電力又は電界強度を測定する場所をいう。以下同じ。)は、次の各号の条件に適合すること。

- 1 試験場は、周囲に電波を発射する物体がなく、かつ、長径六メートル、短径五・二メートルのだ円の範囲内に測定の障害となる金属物体がない平坦な場所であること。なお、試験場には、電波吸収体や電波の透過性のよい材質による覆いが施設された試験場(以下「代替試験場」という。)を含むこととする。
- 2 試験場において測定される電波の電界強度(被測定機器が発射する電波以外の電波のものに限る。)は、測定器により測定した場合、規定する漏洩の上限値より一〇デシベル以上低いこと。
- 3 試験場は、測定結果に対する反射の影響が小さくなるよう留意されたものであること。

二 被測定機器の設置条件

被測定機器は、次の条件により設置すること。

- 1 木その他の絶縁材料により作られた高さ一・五メートルの回転台(以下「回転台」という。)の上に被測定機器を設置すること。
- 2 被測定機器は、電力又は電界強度の測定値が最大となるよう設置すること。

三 測定器の条件

測定器は、次の条件に適合すること。

- 1 スペクトルアナライザは平均値表示が可能であること。
- 2 スペクトルアナライザは分解能帯域幅を、一〇〇kHz、三〇〇kHz 及び一MHz に設定できるものであること。
- 3 適切な期間内に較正又は校正を受けたものであること。

四 測定用空中線の条件

測定用空中線は、次の条件に適合すること。

空中線利得が既知とされるホーン空中線であること。

五 測定の方法

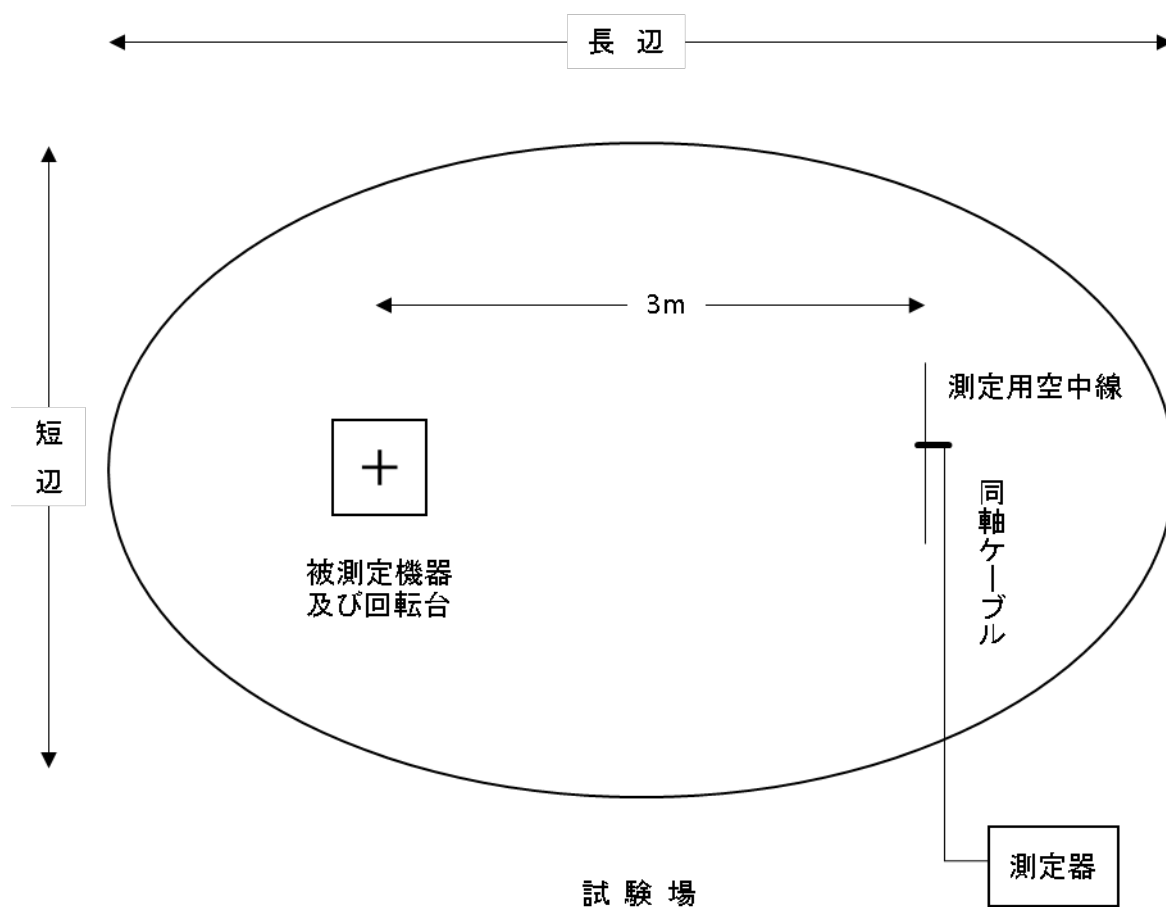
試験場における各機器の配置は、別図に示すとおりとし、電力又は電界強度の測定の方法は、次のとおりとする。

- 1 被測定機器と測定用空中線の間の床面には、電波吸収体を設置する。
- 2 スペクトルアナライザの分解能帯域幅は、無変調の電波を測定する場合は一〇〇kHz 又は三〇〇kHz に、変調された電波を測定する場合は一 MHz に設定し、測定周波数帯幅及び掃引時間を適切に調整する。
- 3 被測定機器の中心位置に正対する高さに測定用空中線を垂直偏波を受信するように設置する。
- 4 回転台を回転させ電力又は電界強度の最大値を測定する。
- 5 被測定機器と測定用空中線の水平距離における測定値は、電力の測定においては被測定機器の設置位置における値、電界強度の測定においては距離三メートルの位置における値に、それぞれ補正する。
- 6 3 から 5 までと同様な方法により、測定用空中線を水平偏波を受信するように設置した場合の電力又は電界強度を測定する。
- 7 5 及び 6 の電力又は電界強度のいずれか大きい値をもつて被測定機器が発射する電波の電力又は電界強度とする。
- 8 「無線設備から発射される電波の強度の算出方法及び測定方法を定める件（平成 11 年郵政省告示第 300 号）」に示す方法により電波の強度の換算を行う場合は、G（絶対利得）及び K（反射係数）の値は一を代入する。

六 その他

第一項から前項までに規定する条件によることが著しく困難又は不合理となる場合は、別に認める方法によることができる。

別 図



4. 3 今後の課題等

一般の検討により、衛星放送用受信設備がシステム全体として満足すべき副次的に発する電波の強度等の技術的条件が明らかとなった。今後、今回の検討結果を踏まえ、以下に掲げる点について今後の課題として挙げられる。

○検討結果について

共用検討を行った干渉評価モデルについて実機による測定検証を行い、共用の可能性を確認することができた。一方、今回は ARIB STD-B63 のシステム設計例には無い個別ケースや複数の衛星放送用受信設備から同時に影響を受ける場合については検討を行っていない。

今後、4 K・8 K 実用放送（左旋円偏波を利用）の受信設備が普及するうえで環境の変化が起こる場合には、再検討を行うことが望ましい。

○施工方法及び確認方法のガイドライン

今後、技術的条件を適用するに当たっては、今回明らかとなった技術的条件を満たす単体機器を適切に施工・使用することで、継続的に副次的に発する電波の上限を遵守することが可能となる。このための衛星放送用受信設備に使用する機器の選定基準や離隔距離の確保基準等の施工方法、施工後の漏洩確認方法を明確化することが望ましい。また、適切な施工を担保するための施工資格の必要性についても検討することが望ましい。

○新たなチャンネルの追加

今回検討した帯域において新たなチャンネルの追加を行う場合は、衛星放送用受信設備の普及状況や試験電波の発射による影響等を踏まえ、必要に応じ関係者による協議の場を設け、円滑に推進することが望ましい。

○光配信システム

光配信アドホックグループが検討を進めている漏洩の極めて少ない光配信システムについて継続して検討することが望ましい。

○周知啓発

今後、技術的条件を適用するに当たっては、4 K・8 K 衛星放送に関し広く国民を対象とする周知広報活動に加え、中間周波数の漏洩に関する周知啓発についても積極的に展開すべきである。

○右旋放送に対応した中間周波数と同一の周波数帯を利用する無線システムとの共用条件

今回検討を行った対象は、BS・110度CSの左旋放送に対応した中間周波数である2.2GHz～3.2GHzと同一の周波数帯を利用するシステムである。

右旋放送に対応した中間周波数（1.0GHz～2.1GHz）と同一の周波数帯を利用する無線システムについては、現在設置されている衛星放送用受信設備の状況や無線システムの運用状況も踏まえつつ、今後、必要な検討を行うことが課題として挙げられる。

参 考 資 料

参考資料 1	提案募集の結果	86
参考資料 2	衛星放送の諸元	94
参考資料 3	同一帯域に存在する他の無線システムの諸元	98
参考資料 4	衛星放送用受信の漏洩電波の測定	112
参考資料 5	測定方法の検討	168
参考資料 6	海外の動向	182

提案募集の結果

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では、「衛星放送用受信設備に関する技術的条件」についての検討を行うなかで、同委員会等における議論の参考とするため、平成 28 年 9 月 12 日（月）から同年 9 月 26 日（月）までの間、提案募集を行った。

次に掲げる検討課題に対し、どのように議論を進めるかについて計 9 者から提案があった。

- 検討方針

本検討の対象となる周波数帯は 1032.23～3223.25MHz（衛星放送用受信設備の中間周波数帯域）であり、多数のシステムが同帯域を使用しているが、全てのシステムについて同時並行で検討することは困難である。効率的な検討を進めるための基本的方針とともに、優先的に検討すべきシステムをどのように考えるか。

- 検討範囲や程度等

規律する受信設備の範囲、規律の程度やあり方をどのように考えるか。

- その他

【例】現状、各個人で設置工事が可能な衛星放送用受信設備について、漏洩等を起こさない確実な施工をどのように担保するか。本検討において技術基準を定めても、なお当該基準に合致しないことが想定される受信設備について、どのように置き換えを進めて行くのか。

上で掲げた検討課題に対し、それぞれの課題ごとに主に以下の内容の提案が提出された。

（1）検討方針についての検討

- 優先度の検討に当たっては、干渉を受ける可能性の高さ、影響度の大きさを考慮すべきではないか。
- 検討にあたっては、干渉耐性や想定干渉量、地理的關係、代替手段や干渉低減技術の利用可能性等を考慮すべきではないか。
- 今後、新たに放送が開始される左旋放送に対応した中間周波数帯において、混信を未然に防止するため、優先して検討すべきではないか。
- 全中間周波数帯域を対象とし、2.5GHz 帯を優先して検討すべきではないか。

【具体的提案内容】

- 衛星放送（BSおよびCS）の中間周波数帯域については、これまで使用されています 1032.23～2070.25MHz に加え、4K・8K 実用放送に供する左旋周波数に対応する 2224.41～3223.25MHz が加えられました。衛星放送用受信設備の中間周波数帯域と同じ帯域を使用する無線システムとの間では、衛星放送用受信設備から無線システムに干渉を与える場合と、衛星放送用受信設

備が無線システムから干渉を受ける場合が可能性として存在します。効率的な検討を行うためには、多く存在する無線システムから、条件を考慮し、優先順位を決めて検討を進めることは妥当と考えます。【放送衛星システム(B-SAT)】

- BS・CS110度放送の受信設備（以下、「受信設備」という。）から他の無線システムへの干渉を防止するための漏洩電波の上限を基準値として定めることが目的であるため、受信設備から一定の距離の位置における電界強度で規定することが適当と考えます。BS/CS-IFと同じ周波数帯を使用する無線システムについては、干渉を受ける可能性の高いものから検討すべきと考えます。具体的には受信設備の近傍で使用される可能性が高く、かつ使用される頻度の高い無線システムです。【CATV技術協会】
- 衛星放送用受信設備での使用が想定される中間周波数帯を利用するものうち、より影響度の大きい無線システムとの検討を優先的に実施すべき。全ての衛星放送用受信設備が干渉源となるわけではないため、干渉の発生確率を考慮すると、稠密に展開されているシステムへの影響が大きくなると予想されることから、これらへの干渉についての検討を優先することが適当。【スカパーJSAT】
- 放送衛星受信設備等（受信設備と画像復調装置間の接続に係る、中間周波数の電気信号が通過するケーブル、ブースター、分配器、接線端子を含む）から漏洩する電波が、既存無線システムの動作に有害な影響を与える度合いについて、与被干渉システムの設置条件に基づく干渉シナリオから、影響を受ける時期の早い順に検討し、放送衛星受信設備等からの有害漏洩電波の許容量と有害な干渉を回避する方法を見出し、そのガイドラインを作成することを提案します。また、混信防止のために特に遵守すべき事項については、必要により、法令への反映を検討することを提案します。尚、場合により、有害干渉を与える電波の強度についての実地調査を行い、現状について把握することも必要と考えます。検討を優先すべきシステムについては、影響を受ける時期に加え、影響範囲（国際調整の要否や影響を及ぼすユーザ数）、通信の種別・役割等を踏まえ、具体案を以下に示します。① 現在、衛星放送に使用中のチャンネルに対応する中間周波数帯において、有害干渉の影響を受けつつ運用している無線業務との技術的及び運用の観点からの共用条件について優先的に検討する必要があると考えます。特に、1.5GHz帯携帯電話システムの基地局における受信において、有害干渉の影響を受けており、今後も増加するデータトラヒックへ対応し、多くの携帯加入者への良好なサービス提供のため、早急の対策が必要と考えます。尚、当該帯域の隣には、地球探査衛星が受動観測に使用する帯域があり、日本地域において観測帯域に発生している観測に有害な干渉電波を輻射しないようにするよう、国際機関から求められているとの認識です。② 2018年から衛星放送で実用放送が予定されているチャンネルに対応する中間周波数帯において、現在運用されている無線業務との技術的及び運用の観点からの共用条件について検討することが必要と考えます。特に、2.4GHz帯のISMバンドの無線システムについては、Wi-Fi用帯域として使われており、衛星放送受信設備の普及により、当該Wi-Fiを利用している無線通信システムの性能に悪影響を与え、その多くの利用者の利便性を損なう可能性があると考えます。③ 衛星放送での使用が検討中とされているチャンネルに対応する中間周波数帯において、現在運用され

ている無線業務との技術的及び運用の観点からの共用条件について検討することが必要と考えます。特に、1.5GHz 帯の中間周波数帯が移動体衛星システムであるインマルサットの受信系（衛星⇒携帯移動地球局）と重なっており、衛星からの信号を受信する携帯移動地球局に悪影響を与える可能性が推測されます。インマルサット衛星を使用する携帯移動地球局端末は、大規模災害時の非常用複数通信回線の一翼を担っており、また、重要な環境監視装置からの観測データの伝送用の通信回線にも使用されていることから、その使用に悪影響を及ぼした場合の社会的影響を考慮し、検討を希望します。

【KDDI】

- 基本の方針としては、新たな規律が適用される受信設備が、いかに迅速かつ効率的に市場に導入されていくかを意識した方針となっていることが望ましい。そのため、新たに導入予定の衛星放送CHとの同一・隣接帯域に存在する既存システムとの環境検討を優先的に検討するということが考えられる（新CHを見るためには新たな規律を適用した受信設備が必要との前提）。新たな規律が適用される受信設備の開発・製造を考慮すると、仮に、周波数帯ごとに規律が異なった場合に、装置製造上の問題があるかどうかを見極めることが重要である。新たな規律を、全ての周波数帯において一律に規定する必要がある場合、既存システムの中で、最も影響の大きなシステムを基準として規律が検討されることが望ましい。あるいは、迅速に検討を進めるためには、これまでに他業務との共用検討を広範に行って来ているシステム（例えば、携帯電話システム、衛星移動通信システム、等）を最初に検討するという手法もあるだろう。被干渉システムへの影響の大きさは、干渉耐性や想定干渉量、両システムの地理的關係等の技術的側面、代替手段の有無や被干渉システム側での暫定的な干渉低減技術の可能性等の運用的側面、その他経済的損失等を考慮して決定することが望ましい。【NTT ドコモ】
- 優先順位付けの条件として、左旋周波数に対応した受信設備が、今後、販売および設置されていくことを踏まえ、左旋周波数を優先することとし、対象とする無線システムについては、仮に干渉が問題となった場合の影響度が大きい無線システムを検討のひとつとし、これに左旋周波数の利用促進の面から、干渉による影響が小さいと想定される無線システムも加えた、両面からの検討を進めることも一つの効率的な方法と考えます。【放送衛星システム (B-SAT)】
- BS 右旋偏波導入による周波数の追加において、衛星放送用受信設備（ブースター等）から漏えいした中間周波数により、1.5GHz 帯の移動体通信システムに支障を及ぼす有害な混信が発生しており、今後、衛星基幹放送における超高精細度テレビジョン放送の開始に伴う中間周波数の利用拡大により、先例と同様に移動体通信システムに対して有害な混信が発生する可能性が考えられます。将来的な周波数割当の枠組みを記載する周波数割当計画に今回追加された左旋偏波のチャンネルは、その利用する中間周波数が、2.2GHz 帯から 2.6GHz 帯となっており、当該帯域は広帯域移動無線アクセスシステム（以下 BWA）、移動衛星業務、公共業務等のさまざまなシステムに割当てられています。特に 移動体通信システムである BWA はすでに 3,000 万超の契約者数があり、有害な混信が発生した場合の影響は多大なものとなるおそれがあります。従いまして、将来的に BWA 帯域と中間周波数が重複する 18, 20 および 22 チャンネルを当該使用計画に追加することも想定して、今回追加された 3

チャンネルによる中間周波数と既存無線局との混信の実態調査、新たに追加予定のチャンネルの試験電波による影響確認等を行いながら、BWA への影響を優先して検討していただくことを要望 致します。【ソフトバンク】【Wireless City Planning】

- 衛星放送の中間周波数による移動体通信サービスへの干渉の影響は、過去に 1.5GHz 帯携帯電話システムで前例があるとおり、非常に大きなものとなる可能性があります。今回の周波数割当計画で追加された BS 左旋偏波についても、受信設備側の不具合や不適切な工法による設置等により、BS 左旋偏波の中間周波数から既存無線局に対して干渉を与える妨害波を発生させてしまうことが考えられます。BS 左旋偏波のチャンネルが使用する中間周波数は、2.2GHz 帯から 2.6GHz となっております。当社は 2595MHz から 2645MHz の周波数の割当をいただき、広帯域移動無線アクセスシステム（以下「BWA」とします。）を展開しております。BWA は当社だけで既に 2,000 万を超える契約者数となっており、BWA 全体では 4,000 万程度の契約者数となっているものと考えられます。今後も BWA の契約者数の拡大が予測されていることから、BS 左旋偏波のチャンネルが使用する中間周波数から有害な干渉が発生した場合には、その影響は大きなものとなります。2018 年からの実用放送で使用予定の BS 左旋偏波のチャンネルは 8, 12 及び 14 チャンネルとなり、現時点ではその中間周波数は BWA 帯域を含んでおりませんが、将来的には周波数有効利用の観点から、中間周波数が BWA 帯域と重なる 18, 20 及び 22 チャンネルの利用も検討されていくと考えられます。従って、8, 12 及び 14 チャンネルによる中間周波数から既存無線局への妨害波の発生の実態調査を行い、合わせて、契約者の多い BWA への 18, 20 及び 22 チャンネルからの影響調査も並行して優先して検討すべきであると考えます。【UQ コミュニケーションズ】

（2）検討範囲や程度等についての検討

- アンテナから受信機までの受信設備全体を規律の対象とすべきではないか。
- システム全体からの漏洩の基準に加え、受信設備を構成する個々の機器についても満足すべき基準を定める必要があるのではないか。
- 既存の受信設備も規律範囲に含めるべきではないか。
- 実機での実証実験を行いながら基準を規定すべきではないか。
- 既存の規定の程度も参考とすべきではないか（微弱無線局、有線一般放送品質省令）。
- 民間の任意規格ではなく、強制規格とすべきではないか。その際十分な経過措置を設けるべきではないか。

【具体的提案内容】

- 規律する受信設備の範囲としては、受信設備のうち、中間周波数帯を取り扱う部分は全て対象とすべき。【NTT ドコモ】
- アンテナ、LNB(Low Noise Block)、ケーブル、ブースタ、分配器、壁面端子など 有害な混信の発生する可能性がある受信設備 【ソフトバンク】
【Wireless City Planning】
- アンテナから受信機までが対象になると考えます。具体的には、アンテナ、

LNB、ケーブル、ブースター、分配器、端子、受信機等が対象になると考えます。【UQ コミュニケーションズ】

- 衛星受信信号を扱う機器には全てに関係する課題であるため、受信アンテナから受信機までその間の接続機器を含めた衛星放送用受信設備全体を範囲とすることが適当。【スカパーJSAT】
- 規律する受信設備の範囲としては過去の事例を参考とし、屋外設置ブースタのほか、分配器など宅内配信機器が適当と考えます。【放送衛星システム(B-SAT)】
- 受信設備を構成する個々の機器等が、その仕様値の範囲内の条件で使用されたときにこの基準値を満足することが適当であると考えます。また、受信設備が整備された戸建住宅や集合住宅において、漏洩電波を測定する必要がありますので、その方法を定める必要があると考えます。この場合、個人の住居内での測定となるケースが多いと思われるため、持ち運び可能である簡易な測定器によって短時間で測定できる方法が必要であると考えます。【CATV 技術協会】
- 今後導入される衛星放送受信設備等だけでなく、既存の衛星放送受信設備等も規律範囲に含めることが必要と考えます。ここにおいて、衛星からの放送電波を受信する設備と画像復調装置間の接続に関係し、中間周波数の電気信号が通過する工事対象物及びその工事状態を含みます。【KDDI】

(規律の程度やあり方)

- 規律の程度としては、①での検討結果によるが、例えば、あらゆる条件において、漏洩電力が微弱無線局以下とする、等の規律の仕方も考えられる。【NTT ドコモ】
- 無線システムには干渉基準がありますので、その干渉基準に基づいて計算すれば受信設備からの離隔距離に対応して許容値を求めることはできますが、BS・110度CSの左旋電波のIFで使用される周波数帯の電界強度測定ではノイズフロアが高くなりますので、測定限界に達するような基準値を定めることは適当ではないと考えます。また、BS・110度CSのIF信号は1チャンネル当たり34.5MHz程度の帯域を持っており、干渉を受ける側の無線システムも広帯域信号であることが一般的だと思いますので、干渉検討においてはそれぞれの帯域幅を考慮して検討する必要があると考えます。なお、有線一般放送の品質に関する技術基準を定める省令第8条には、有線放送設備から漏洩する電波の電界強度は、当該有線放送設備から3mの距離において、50 μ V/m以下でなければならないとの規定がありますが、この規定はケーブルテレビにおいて770MHzまでの周波数の信号が使用されていたときに制定されたものであることに留意すべきと考えます。加えて電波施行規則第6条第1項第1号に規定されているいわゆる微弱無線局の322MHz-10GHzにおける電界強度の上限値が35 μ V/mであることも留意すべきと考えます。【CATV 技術協会】
- アンテナ、LNB(Low Noise Block)、ケーブル、ブースタ、分配器、壁面端子など有害な混信の発生する可能性がある受信設備については、実機での実証試験も行いながら、可能な限り、漏えい電波を防止する技術基準を規定する必要がありと考えております。技術基準としては、望ましい仕様などの任意規格ではなく強制規格とし、設備認証ルールなども策定し、認証合格した設備のみ利用可能とする仕組みを検討していただくことを希望いたします。【ソフトバンク】【Wireless City Planning】

- 規律の程度としては、民間規格やガイドラインではなく、強制規格化を希望いたします。【UQ コミュニケーションズ】
- シールド性能を規定する場合は、商品形状に影響を与える構造や材質等での規定ではなく、数値（評価方法含む）で規定していただきたい。本技術基準が法制化された時点でも、規制値に満たない従来商品が市場にて流通していると予想されます。製造者、代理店、販売店、工事業者の在庫が使用できなくなることによる損失が発生しないよう、法規制には生産・販売に対する猶予期間を十分に盛り込んでいただきたい。規制後の 製造品適合確認については製造者の自己責任とする方向で検討頂きたい。過度な認証制度は不要と考えます。【パナソニック株式会社エコソリューションズ社】
- 規律については必要以上に過剰にならないような配慮も必要と考えます。【放送衛星システム(B-SAT)】
- 規律の程度については、既存及び将来を問わず放送受信設備等全てについて、今後策定される基準に従うよう、強制規格化を含め検討することが望ましいと考えます。【KDDI】

(3) その他についての検討

- 漏洩防止を担保する施工方法を示したガイドラインが必要ではないか。
- 漏洩がおきていないことを確認する検査手法、監視体制が必要ではないか。
- 製造業者や販売業者の協力、施工業者や個人等への周知が必要ではないか。
- 漏洩の原因や実態を把握するため、実地での調査を行い、現状を把握すべきではないか。
- 漏洩をおこしている受信設備の改善、置き換えを促す仕組みが必要ではないか。

【具体的提案内容】

(確実な施工の担保)

- 施工事業者や個人が入手できる受信設備を構成する個々の機器等が、その仕様値の範囲内の条件で使用されたときにこの基準値を満足することが必要であると考えます。基準値に従う機器等の製造・販売に関し製造業者や販売業者のご協力をいただくこと、及び基準値に従う機器等の使用に関し施工業者や個人への周知が必要と考えます。また2本の同軸ケーブルを接続するときやコネクタに同軸ケーブルを接続するときなどシールドが不完全となる可能性のある処理について、電波の漏洩が生じない処理方法に関し、施工事業者や個人に対して周知を行う必要があると考えます。【CATV 技術協会】
- 中間周波数の漏えいを十分に抑制するためには、法令もしくはガイドライン等により、下記の例に示すような工事方法のルールや受信設備の技術仕様を定める必要があると考えます。・不正な工事を行った場合に、監督官庁からの立ち入り検査も可能とする法令、ガイドラインの整備・手ひねりや不正な接続による設置工事を禁止するルールの策定および関係団体や工事業者への周知、ならびに当該ルール遵守の徹底の為の仕組み・漏洩が発生する可能性のある不正なケーブルや機器が接続できないような機器認証などの技術仕様 ・不正な工事や不正な機器の販売、製造を行った場合、生じた損害に対

して、損害賠償請求の可能性があることの明記【ソフトバンク】【Wireless City Planning】

- 各機器が漏洩等を防ぐための改善を行ったとしても、不適切な工法による設置等により、漏洩が発生してしまう懸念がありますので、施工後の漏洩基準について強制規格化を行い、違反が発生した場合には、罰則や監督官庁の立ち入り検査を可能とする制度整備が必要と考えます。【UQ コミュニケーションズ】
- 衛星放送用受信設備機器それぞれの必要な性能および設備全体での 漏洩対策を規則として整備するにあたり、電波漏洩の原因が設備自体なのか、その場合、個別受信と共聴のどちらの原因が多いのか、設備が原因でない場合は施工が原因なのか、といった 原因の切り分けを行うことが適当。また、特定された原因に応じ、設備の望ましい仕様、施工に関するガイドライン等具体的な対策を検討し、施行業者ならびにユーザーへの周知啓蒙活動を徹底することが必要。ただし、新規に販売・設置される設備と既に設置されている設備については異質であり、それぞれに適した有効な対応が必要。特に既設対応については周波数資源有効活用の重要課題として、新基準対応設備への更新が自発的に進むよう国及び関係者による施策検討が必要。【スカパーJSAT】
- 製品には技術条件に適合したものであることを明示し、技術条件に適合した製品の販売や施工が進められる環境作りが必要と考えます。そのうえで、施工が十分でない施工業者や施工不良の受信設備の所有者には改善を促すことを可能とする一定の仕組みについても検討対象と考えます。【放送衛星システム(B-SAT)】
- 漏洩等を起こさない設備の設置、施行が行われていることを、その工法、又は検査により確認し、合格していることが屋外から容易に確認できるなど、何らかの確認手段を設けることが望ましいと考えます。【KDDI】

(既存設備の置換え)

- 既設受信設備に対しては、基準値以上の漏洩電波を発射している戸建住宅や集合住宅を特定し、当該受信設備の所有者または管理者に対して、受信設備を構成する個々の機器等の交換を要請する仕組みが必要です。またこの交換を促進するためには、行政の資金的な支援が不可欠と考えます。これを行うには戸建住宅や集合住宅において、どのような場合にどの程度の電波漏洩があるのか、どの程度の漏洩を生じるものがどの程度存在するのかなど サンプル調査が必要であると考えます。この調査と並行してどのような対策をすればどの程度の漏洩が抑制できるのかという 実証調査も必要であると考えます。【CATV 技術協会】
- 基準に合致せず受信設備からの漏洩電波により、混信が発生している機器が放置されることや、混信被害を受けた側が対策費用を負担することがないように、電波利用料の活用なども視野に入れながら、行政、放送事業者、受信機メーカ、工事業者などの関係者が、適切な役割分担のもと、基準に合致しない受信設備を置き換えることができるスキームを作る必要があると考えます。【ソフトバンク】【Wireless City Planning】
- 定常的及び、干渉が通報された場合に、電波監視車などにより発射源を特定し、衛星放送用受信設備が発射源であった場合に置き換えるといった枠組みについて検討することが適当。【スカパーJSAT】

- すでに設置されている規制値を満たさない機器を取り替える対策が実施される場合に、機器製造者による交換作業・費用負担等は不可能と考えます。【パナソニック株式会社エコソリューションズ社】
- ここで示されている 当該基準に合致しないことが想定される受信設備のなかに、既に設置されている受信設備を含んでいるとすれば、基準について十分な検討・議論が必要と考えます。【放送衛星システム(B-SAT)】
- 外部からの検査で合格証（設備と工事）が確認できないものは、検査を実施し、実測定し、置き換えが必要であることが確認されたら、使用者に通知し、改善を求め、実施させることを提案します。【KDDI】

(その他)

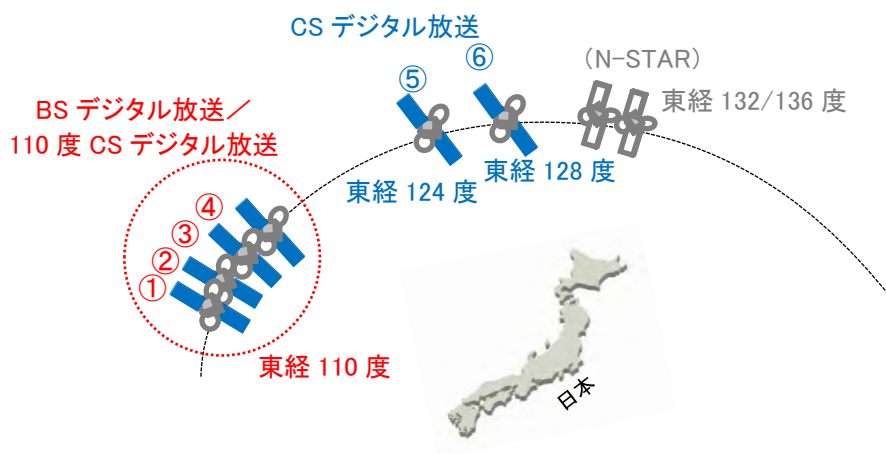
- 衛星放送は基幹放送のひとつとして、国民の皆さまの生活に不可欠なメディアに発展・成長しました。今後も4K・8K放送により、より高画質で、より豊かな放送文化を提供していくことが期待されています。他の無線システムとの健全な共用を図ることは勿論ですが、衛星放送の4K・8K放送の今後の普及・発展への期待や重要性、社会への影響度等も十分考慮いただき、バランスのとれた合理的な技術的条件の検討をお願いします。【放送衛星システム(B-SAT)】
- ITU-R 無線通信規則（RR:Radio Regulations）やITU-Rに規定されている技術的条件の範囲を検討において考慮する必要があると考えます。【KDDI】

衛星放送の諸元

衛星放送には放送衛星を使用する「BS 放送」と、通信衛星を使用する「CS 放送」の二種類があり、BS 放送は準基幹メディアとして平成元年に BS アナログ放送が開始、平成 12 年からは BS デジタル放送も開始された(BS アナログ放送は平成 23 年にサービス終了)。

一方、CS 放送はケーブルテレビ局向けに配信されていた多チャンネルメディアサービスが個人宅等でも直接受信が可能となり、平成 4 年に CS アナログ放送のサービスが開始され、平成 8 年からは CS デジタル放送が開始された(CS アナログ放送は平成 10 年にサービス終了)。

また、BS 放送と同じ東経 110 度の軌道に通信衛星を打ち上げ、BS 放送と共用のアンテナと受信機を使用することで、BS 放送と東経 110 度 CS 放送(平成 14 年サービス開始)の両サービスが利用できるようになった。



	衛星名	軌道位置	放送種別	運用開始
①	BSAT-3a	東経 110 度	基幹放送	平成 19 年 10 月
②	BSAT-3b			平成 23 年 7 月
③	BSAT-3c / JCSAT-110R			平成 23 年 9 月
④	N-SAT-110			平成 14 年 2 月
⑤	JCSAT-4B	東経 124 度	一般放送	平成 24 年 8 月
⑥	JCSAT-3A	東経 128 度		平成 19 年 3 月

図 1 運用中の主な放送用衛星¹

¹ 総務省、「衛星放送の現状[平成 28 年 4 四半期版]」、2017/1/1。
http://www.soumu.go.jp/main_sosiki/joho_tsusin/eisei/eisei.pdf (閲覧: 2017/3/10)

表 1 衛星の諸元

衛星区分	BS 放送		CS 放送	
放送名	BS デジタル放送	東経 110 度 CS デジタル放送	東経 128/124 度 CS デジタル放送	
		スカパー！	スカパー！プレミアムサービス	
使用衛星	BSAT-3a/3b/3c	N-SAT-110 JCSAT-110R	JCSAT-3A	JCSAT-4B
衛星軌道	東経 110 度	東経 110 度	東経 128 度	東経 124 度
免許出力 (TP 定格出力)	120W (130W)	104.7W (130W)	59/60W (60W)	70.8/72.4W (75W)
トランスポンダ数※	8 本	24 本	28 本	32 本
偏 波	円偏波 (右旋/左旋)	円偏波 (右旋/左旋)	直線偏波 (垂直/水平)	直線偏波 (垂直/水平)
1 チャンネルの帯域幅	34.5MHz	34.5MHz	27/36MHz	
変調方式	TC8PSK QPSK BPSK	TC8PSK QPSK BPSK	QPSK (TC8PSK/BPSK)	
衛星打ち上げ	平成 13 年～	平成 12 年	平成 7 年	平成 11 年

※Ku バンドのみ

IF への変換後の周波数を表 2 および表 3 に示す。

表 2 BS 中間周波数チャンネル表

チャンネル 番号	BS 右旋		チャンネル 番号	BS 左旋	
	周波数[MHz]			周波数[MHz]	
	中心	範 囲		中心	範 囲
BS-1	1049.48	1032.23 ~ 1066.73	BS-2	2241.66	2224.41 ~ 2258.91
BS-3	1087.84	1070.59 ~ 1105.09	BS-4	2280.02	2262.77 ~ 2297.27
BS-5	1126.20	1108.95 ~ 1143.45	BS-6	2318.38	2301.13 ~ 2335.63
BS-7	1164.56	1147.31 ~ 1181.81	BS-8	2356.74	2339.49 ~ 2373.99
BS-9	1202.92	1185.67 ~ 1220.17	BS-10	2395.10	2377.85 ~ 2412.35
BS-11	1241.28	1224.03 ~ 1258.53	BS-12	2433.46	2416.21 ~ 2450.71
BS-13	1279.64	1262.39 ~ 1296.89	BS-14	2471.82	2454.57 ~ 2489.07
BS-15	1318.00	1300.75 ~ 1335.25	BS-16	2510.18	2492.93 ~ 2527.43
BS-17	1356.36	1339.11 ~ 1373.61	BS-18	2548.54	2531.29 ~ 2565.79
BS-19	1394.72	1377.47 ~ 1411.97	BS-20	2586.90	2569.65 ~ 2604.15
BS-21	1433.08	1415.83 ~ 1450.33	BS-22	2625.26	2608.01 ~ 2642.51
BS-23	1471.44	1454.19 ~ 1488.69	BS-24	2663.62	2646.37 ~ 2680.87

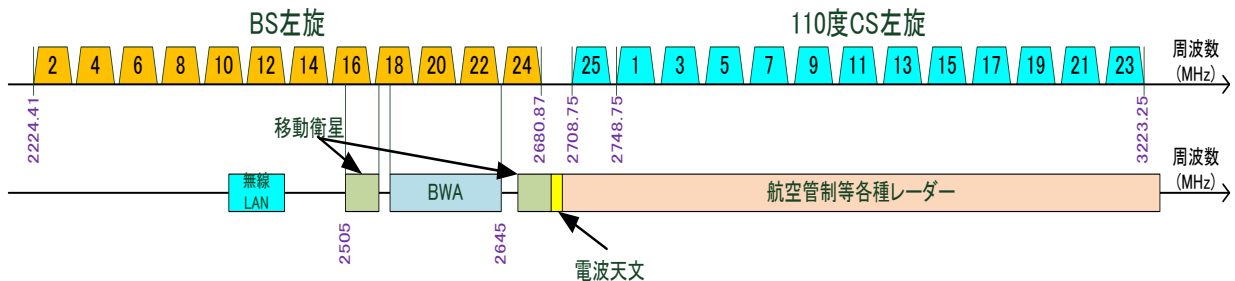
※LNB のローカル周波数を右旋は 10.678GHz、左旋は 9.505GHz とした場合

表 3 CS 中間周波数チャンネル表

CS 右旋			CS 左旋		
チャンネル 番号	周波数[MHz]		チャンネル 番号	周波数[MHz]	
	中心	範囲		中心	範囲
ND-26 (仮称)	1550	1532.75 ~ 1567.25	ND-25 (仮称)	2726	2708.75 ~ 2743.25
ND-2	1613	1595.75 ~ 1630.25	ND-1	2766	2748.75 ~ 2783.25
ND-4	1653	1635.75 ~ 1670.25	ND-3	2806	2788.75 ~ 2823.25
ND-6	1693	1675.75 ~ 1710.25	ND-5	2846	2828.75 ~ 2863.25
ND-8	1733	1715.75 ~ 1750.25	ND-7	2886	2868.75 ~ 2903.25
ND-10	1773	1755.75 ~ 1790.25	ND-9	2926	2908.75 ~ 2943.25
ND-12	1813	1795.75 ~ 1830.25	ND-11	2966	2948.75 ~ 2983.25
ND-14	1853	1835.75 ~ 1870.25	ND-13	3006	2988.75 ~ 3023.25
ND-16	1893	1875.75 ~ 1910.25	ND-15	3046	3028.75 ~ 3063.25
ND-18	1933	1915.75 ~ 1950.25	ND-17	3086	3068.75 ~ 3103.25
ND-20	1973	1955.75 ~ 1990.25	ND-19	3126	3108.75 ~ 3143.25
ND-22	2013	1995.75 ~ 2030.25	ND-21	3166	3148.75 ~ 3183.25
ND-24	2053	2035.75 ~ 2070.25	ND-23	3206	3188.75 ~ 3223.25

※LNB のローカル周波数を右旋は 10.678GHz、左旋は 9.505GHz とした場合

なお、左旋円偏波の周波数変換先の 2~3GHz 帯域には、図 2 のように放送波以外の無線も使用されている。



BS16~22 チャンネル付近の詳細

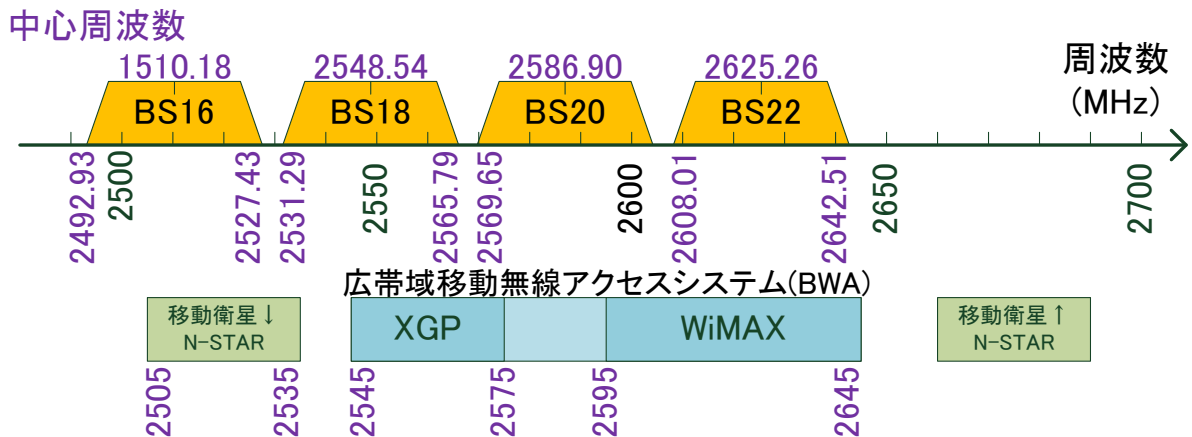


図 2 BS 左旋円偏波とその他の無線システム

同一帯域に存在する他の無線システムの概要

「BS 放送」と「CS 放送」の左旋円偏波システムの間周波数帯域(2224.41 MHz～3223.25 MHz)には、他の無線システムが存在している。また、産業科学医療用の周波数を使用する高周波利用設備も存在している。これらの他の無線システムおよび高周波利用設備の概要を表 1 に示す。

表 1 の作成に当たっては、電波法第 26 条第 1 項の規定に基づき、免許の申請等に資するため、総務大臣が作成し公表する「割り当てることが可能である周波数の表」(以下、「周波数割当計画」という。)の第 2 表、総務省の電波利用ホームページ(<http://www.tele.soumu.go.jp>) (以下、「電波利用ホームページ」という。)、で公表されている「使用状況の詳細(平成 28 年 12 月現在)」のうち 960MHz～3000MHz の図・表を参照した。

表 1 同一帯域に存在する他の無線システムの概要

周波数帯[MHz]	用途	無線局の種別	無線局の目的
2205.5～2255.5	ルーラル加入者無線	移動	電気通信業務用
2200～2290	衛星、ロケットの追跡管制等	宇宙運用	公共業務用
2330～2370	放送事業用無線局 (FPU)	移動	放送事業用
2400～2450	アマチュア無線	アマチュア	アマチュア業務用
2400～2500	高周波利用設備 (電子レンジ)		(産業科学医療用)
2400～2483.5	高度化小電力データ通信システム (無線 LAN)	移動	小電力業務用
2471～2497	小電力データ通信システム (無線 LAN)	移動	小電力業務用
2499.7	道路交通情報通信システム (VICS) 電波ビーコン	移動	公共業務用
2505～2535	携帯移動衛星通信システム (N-STAR)	移動衛星	電気通信業務用
2545～2575	広帯域移動無線アクセスシステム (XGP)	移動	電気通信業務用
2575～2595	地域広帯域移動無線アクセスシステム	移動	電気通信業務用
2595～2645	広帯域移動無線アクセスシステム (WiMAX)	移動	電気通信業務用
2660～2690	携帯移動衛星通信システム (N-STAR)	移動衛星	電気通信業務用
2690～2700	電波天文		
2700～2900	空港監視レーダ (ASR)	航空無線航行	公共業務用
2900～3100	船舶無線航行用レーダ	無線航行	公共業務用

1 ルーラル加入者無線

公衆電話網の加入者回線として、山間部、離島、国立公園等、地理的制約等により有線の使用が困難な地域(以下、「ルーラル地域」という。)において、交換局とき線点までの間を有線に代替するためのシステムである。

使用周波数帯は、2GHz 帯であり、ルーラル地域における所要伝送距離 20km を確保するために適している。

地域ごとの免許人数、無線局数を表 2 に示す。数値は総務省より公表された「平成 25 年度 電波の利用状況調査の評価結果」を参照した。全国合計の免許人数は、同一免許人が複数の総合通信局から免許を受けている場合は、一免許人として集計した。

表2 ルーラル加入者無線の免許人数と無線局数

総合通信局	免許人数	無線局数		
		基地局	陸上移動局	
			個別免許	包括免許
北海道	1	2	14	0
東北	1	3	7	0
関東	1	1	2	0
信越	0	0	0	0
北陸	0	0	0	0
東海	1	2	0	0
近畿	1	3	1	0
中国	1	4	2	0
四国	1	13	21	0
九州	1	11	22	94
沖縄	0	0	0	0
合計	2	39	69	94

2 衛星、ロケットの追跡管制等

2200MHz～2300MHzの周波数帯は、「周波数割当計画」において、宇宙運用、地球探査衛星、宇宙研究、移動(電気通信事業用)に割り当てられているが、「周波数利用ホームページ」で公開されている無線局情報によると、平成29年3月現在は実験試験局を除き、電気通信事業用の基地局と陸上移動局(指定無線局数100局の包括免許)のみに割り当てられている。

この周波数帯における移動業務については、「周波数割当計画」の国内周波数分配の脚注J141に以下の記載がある。

「周波数割当計画」の国内周波数分配の脚注J141

2025-2110MHz及び2200-2290MHzの周波数帯における移動業務の使用に当たっては、ITU-R勧告SA. 1154に従い、高密度の移動システムを導入してはならず、その他のいかなる種類の移動システムの導入に際してもこの勧告を考慮しなければならない。

3 放送事業用無線局 (FPU)

700MHz帯の周波数再編により、平成24年4月、「周波数割当計画」が改正され、放送事業用無線局(FPU)に2330MHz～2370MHzの周波数帯が割り当てられた。「電波利用ホームページ」で公開されている無線局情報によると、平成29年3月現在、無線局数は実験試験局16局で、免許人は一般社団法人700MHz利用推進協会、日本放送協会、株式会社エヌエイチケイアイテック、国立研究開発法人情報通信研究機構となっている。

4 アマチュア無線

アマチュア無線は複数の周波数帯が割り当てられており、左旋円偏波システムの間周波数帯においては、2400MHz～2450MHzの2.4GHz帯アマチュア無線が存在する。

総務省により公表された「平成25年度電波の利用状況調査の評価結果」によると、2.4GHz帯アマチュア無線の免許人数は9,274人、無線局数は9,680局となっている。

周波数割当計画の中で 2.4GHz 帯アマチュア無線は二次業務とされており、国内周波数分配表の脚注 J82 に以下の記載がある。

「周波数割当計画」の国内周波数分配の脚注 J82

435－438MHz、1260－1270MHz、2400－2450MHz及び5650－5670MHzの周波数帯において、アマチュア衛星業務は、無線通信規則に定める周波数分配表に従って運用する他の業務に有害な混信を生じさせないことを条件として運用することができる。

参考として、「平成 25 年度 電波の利用状況調査の評価結果」における右旋円偏波システムの中間周波数帯 1260MHz～1300MHz に存在するアマチュア無線の免許人数が 120,256 人、無線局数が 123,709 局となっている。

衛星放送の中間周波数帯以外も含める、アマチュア無線全体の無線局は 436,386 局である。(平成 28 年 3 月末)

5 高周波利用設備（電子レンジ）

電子レンジは、電波法第 100 条に定める「高周波利用設備」に該当し、その製造業者または輸入業者は、電波法施行規則第 46 条の 7 に定める「型式確認」を行い、同第 46 条の 8 に従って総務大臣に届け出ることが義務付けられている。

電波法施行規則第 46 条の 7「型式確認」においては、不要発射による電界強度や漏えい電波の電力束密度の基準値が示されている。

一方、電子レンジが使用する 2450MHz という電波の周波数は、ITU の無線通信規則 RR5.138 により分配されている産業科学医療用バンド(以下、「ISM(Industry Science Medical)バンド」という。)の1つである2400MHz～2500MHzに該当しており、日本では「周波数割当計画」の国内周波数分配の脚注 J37 に、以下の記載がある。

左旋円偏波システムの中間周波数伝送及び電子レンジは無線通信業務ではないが、衛星放送用受信設備が電子レンジから受ける影響についても考慮する必要がある。

「周波数割当計画」の国内周波数分配の脚注 J37

13553－13567kHz(中心周波数13560kHz)、26957－27283kHz(中心周波数27120kHz)、40.66－40.70MHz(中心周波数40.68MHz)、2400－2500MHz(中心周波数2450MHz)、5725－5875MHz(中心周波数5800MHz)及び24－24.25GHz(中心周波数24.125GHz)の周波数帯は、産業科学医療用(ISM)に使用する。これらの周波数帯で運用する無線通信業務は、この使用によって生ずる有害な混信を容認しなければならない。

6 小電力データ通信システム（無線 LAN）

無線 LAN はその使用する周波数に関して、2.4GHz 帯と 5GHz 帯の2種類に大別されるが、前者が左旋円偏波システムの中間周波数帯域に存在する。

2.4GHz 帯の割り当ては、2400MHz～2483.5MHz、2471MHz～2497MHz の2つに分かれており、技術基準は前者が無線設備規則第 49 条の 20 第 1 号、後者が無線設備規則第 49 条の 20 第 2 号で定められている。

2.4GHz 帯無線 LAN は、アマチュア無線、道路交通情報通信システム、電子レンジなどと同様に

ISM バンドを使用しており、ISM バンド内にある機器からの混信については許容して設置することになる。

そのような状況から 2.4GHz 帯無線 LAN が、左旋円偏波システムの間周波数伝送と離隔距離をとられずに設置される可能性も考えられ、その場合における相互の与干渉、被干渉に関する検討が重要になるものと考えられる。

7 道路交通情報通信システム (VICS) 電波ビーコン

道路交通情報通信システム (Vehicle Information and Communication System、以下「VICS」という。)の電波ビーコンは、主に高速道路や幹線道路上に設置されており、無線により渋滞や交通情報等を提供するシステムである。

5.8GHz 帯の周波数を使用するカーナビゲーション、ETC と一体になった ITS スポットサービスなどとともに、ドライバーへの情報提供ツールとして使用されている。

「周波数割当計画」の 2483.5MHz～2500MHz の周波数帯において、「公共業務用での使用は道路交通情報通信 (VICS) 用とし、割当ては 2499.7MHz に限る。」と記載されている。

総務省により公表された「平成 25 年度 電波の利用状況調査の評価結果」によると、平成 25 年度における免許人数は 3 (国土交通省、名古屋高速道路公社、福岡北九州高速道路公社)、無線局数は 2930 局となっており、前回の平成 22 年度調査時 (2950 局) と比較して、ほぼ横ばいの推移となっている。地域ごとの免許人数、無線局数を表 3 に示す。

表3 VICS電波ビーコンの免許人数と無線局数

総合通信局	免許人数	無線局数 (H25 年度)	無線局数 (H22 年度)
北海道	1	147	149
東北	1	249	246
関東	1	749	743
信越	1	153	168
北陸	1	27	27
東海	2	346	348
近畿	1	611	624
中国	1	196	196
四国	1	119	119
九州	2	310	307
沖縄	1	23	23
合計	3	2930	2950

なお、同システムは ITS スポット (5.8GHz 帯) に順次移行中であり、平成 34 年 3 月 31 日をもって運用を停止する予定となっており、年々設備更新に伴い周波数移行と合わせて 2.4GHz 帯システムは廃局している。

8 移動衛星通信システム (N-STAR)

衛星放送用受信設備の間周波数帯と同一の周波数帯を使用する移動衛星通信システムには、N-STAR、インマルサット、イリジウム、スラヤがあるが、後 3 者の使用周波数は右旋円偏波システムの間周波数帯と重なる 1.5GHz/1.6GHz 帯であるため、左旋円偏波システムの間周波数帯に存在する移動衛星通信システムとしては、N-STAR が唯一の存在となる。

「周波数割当計画」によると、周波数の分配としては、2505MHz～2535MHz が移動衛星 (宇宙か

ら地球)、2660MHz～2690MHz が移動衛星(地球から宇宙)となっている。

総務省により公表された「平成 25 年度 電波の利用状況調査の評価結果」によると、N-STAR の無線局数は全国で 46,735 局となっており、平成 22 年度調査時(42,579 局)と比較すると 9.8%増加している。

より近年の無線局数のデータとしては、総務省より公表された「平成 28 年版情報通信白書」において、静止衛星を利用する移動衛星通信システムの無線局数として 81,163 局と記載されているが、この中にはインマルサット、スラヤの無線局数も含まれている。

また、「電波利用ホームページ」の無線局情報によると、平成 29 年 3 月現在の N-STAR の携帯移動地球局数のデータも参照できるが、包括免許のため指定無線局数 60,000 局と記載されている。包括免許人は株式会社 NTTドコモである。

N-STAR の通信衛星の諸元を表 4 に、人工衛星局の諸元を表 5 に、携帯移動地球局(以下、「受信端末」という。)の諸元を表 6 に示す。

サービスリンクとして、人工衛星局から 2.5GHz 帯でダウンリンクし、受信端末から 2.6GHz 帯でアップリンクするというモデルとなっている。

このほか、フィーダリンクとして、人工衛星局から 4GHz 帯でダウンリンクし、携帯基地地球局から 6GHz 帯でアップリンクするシステムが存在するが、左旋円偏波システムの間周波数帯とは重ならないため、割愛することとする。

表4 N-STAR通信衛星の諸元

項目	通信衛星
衛星名称	JCSAT-5A
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

表5 N-STAR人工衛星局の諸元

項目	人工衛星局
免許人	株式会社 NTTドコモ
無線局の種別	人工衛星局
無線設備の設置場所 又は移動範囲	対地静止衛星軌道 東経 132 度 経度の変動幅 ±0.1 度 緯度の変動幅 ±0.1 度
通信の相手方	免許人所属の携帯基地地球局及び携帯移動地球局
周波数及び空中線電力	2505.0225 MHz から 2519.9775 MHz まで 15 kHz 間隔の周波数 998 波 50 mW
	2520.0225 MHz から 2534.9775 MHz まで 15 kHz 間隔の周波数 998 波 50 mW
	2505.0225 MHz から 2519.9775 MHz まで 15 kHz 間隔の周波数 998 波 660 mW
	2520.0225 MHz から 2534.9775 MHz まで 15 kHz 間隔の周波数 998 波 660 mW
	2505.1125 MHz から 2519.8875 MHz まで 75 kHz 間隔の周波数 198 波 3.63 W
	2520.1125 MHz から 2534.8875 MHz まで 75 kHz 間隔の周波数 198 波 3.63 W

	2505.45 MHz から 2519.55 MHz まで 300 kHz 間隔の周波数 48 波 14.52 W
	2520.45 MHz から 2534.55 MHz まで 300 kHz 間隔の周波数 48 波 14.52 W

表6 N-STAR携帯移動地球局の諸元

項目	携帯移動地球局
包括免許人	株式会社 NTTドコモ
特定無線局の種別	携帯移動地球局
指定無線局数	60,000 局
通信の相手方	免許人所属の人工衛星局
空中線電力	2W
周波数	2660.0225 MHz から 2674.9775 MHz まで 15 kHz 間隔の周波数 998 波
	2675.0225 MHz から 2689.9775 MHz まで 15 kHz 間隔の周波数 998 波
	2660.05625 MHz から 2674.94375 MHz まで 37.5 kHz 間隔の周波数 398 波
	2675.05625 MHz から 2689.94375 MHz まで 37.5 kHz 間隔の周波数 398 波
	2660.1125 MHz から 2674.8875 MHz まで 75 kHz 間隔の周波数 198 波
	2675.1125 MHz から 2689.8875 MHz まで 75 kHz 間隔の周波数 198 波
	2660.225 MHz から 2674.775 MHz まで 150 kHz 間隔の周波数 98 波
	2675.225 MHz から 2689.775 MHz まで 150 kHz 間隔の周波数 98 波

次に、受信端末の運用形態として想定される、受信周波数、受信高、空中線利得、給電線損失を表7に示す。さらに受信端末のアンテナ放射パターンについて、水平パターンを図1に、垂直パターンを図2に示す。最大放射となる軸を $\theta=0^\circ$ とし、その軸上の利得との相対利得を角度 θ をパラメータとして示している。垂直方向は最大放射の軸から地面に近づく方向をマイナスとした。

表7 N-STAR受信端末の想定運用形態

項目	受信端末
ダウンリンク周波数[MHz]	2505~2535
地上高[m]	1.5
空中線利得[dBi]	12.6
給電線損失[dB]	0

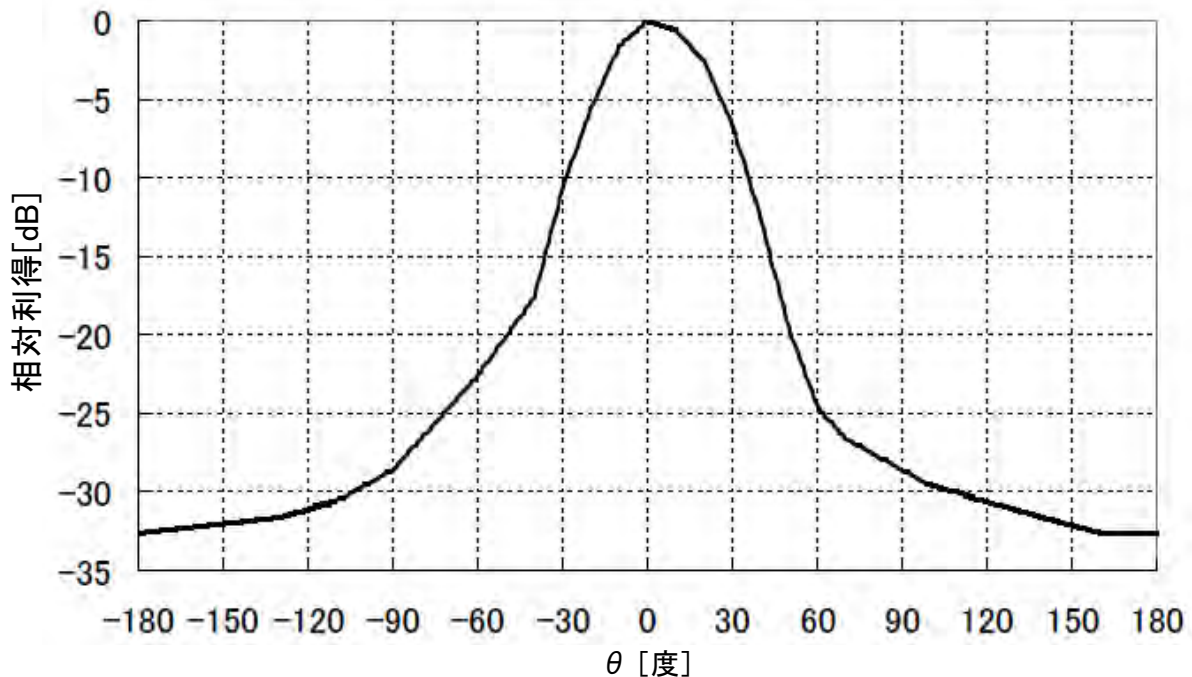


図1 N-STAR 受信端末 水平アンテナ放射パターン

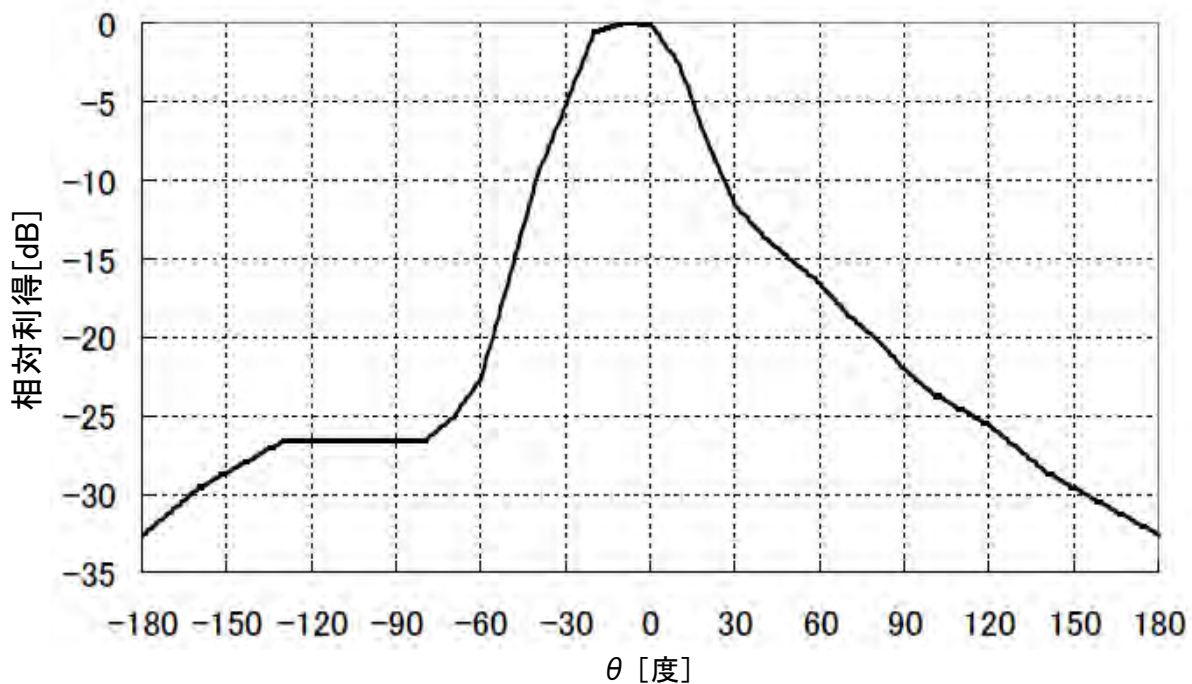


図2 N-STAR 受信端末 垂直アンテナ放射パターン

9 広帯域移動無線アクセスシステム (XGP、WiMAX)

広帯域移動無線アクセス(以下、「BWA(Broadband Wireless Access)」という。)は、20~40Mbps程度以上の伝送速度を有するブロードバンド無線システムとして、平成19年に制度整備されて以降、全国展開するBWA用に2,545MHz~2,575MHzの周波数帯(30MHz幅)及び2,595MHz~2,625MHzの周波数帯(30MHz幅)が割り当てられてきた。

また、無線によるインターネットアクセスの高速化に対するニーズに対応するため、平成23年4月に100Mbps程度の高速サービスの提供を可能とする高度化が行われた。

2,625MHz～2,655MHz の周波数帯は、平成 16 年 10 月より、モバイル放送株式会社が衛星デジタル音声放送サービスを開始していたが、平成 21 年3月に放送を終了したため、同周波数帯を BWA 用へ割り当てることとなり、平成 25 年7月に UQ コミュニケーションズ株式会社が開設計画の認定を受けた。

この結果、2,545MHz～2,575MHz の周波数帯が免許人 Wireless City Planning 株式会社による Extended Global Platform(以下、「XGP」という。)、2,595MHz～2,645MHz の周波数帯が免許人 UQ コミュニケーションズ株式会社による Worldwide Interoperability for Microwave Access(以下、「WiMAX」という。)に割り当てられている。

「電波利用ホームページ」で公開されている無線局統計情報によると、平成 29 年 1 月末現在の広帯域移動無線アクセスシステムの基地局数は 129,750 局、陸上移動局の包括免許による指定無線局数は 135,362,918 局となっている。そのうち、陸上移動局の開設局数は 45,769,657 局である。

免許人ごとの内訳では、「電波利用ホームページ」の無線局情報によると、平成 29 年 3 月現在の陸上移動局の包括免許による指定無線局数として、XGP が約 3,040 万局、WiMAX が約 10,680 万局となっている。

9 (1) XGP の諸元

XGP の基地局の諸元を表 8 に、屋内小型基地局の諸元を表 9 に、陸上移動局の諸元を表 10 に示す。

さらに、基地局、陸上移動局(小電力レピータ及び端末)の運用形態として想定される、使用周波数、受信高、空中線利得、給電線損失を表 11 に示す。

表8 XGP基地局の諸元

項目	基地局
包括免許人	Wireless City Planning株式会社
特定無線局の種別	基地局
通信の相手方	免許人所属の陸上移動局及び免許人と業務委託契約を締結した他の免許人所属の陸上移動局
周波数及び空中線電力	2550 MHz から 2570 MHz まで 100 kHz 間隔の周波数 201 波 20W
	2555 MHz から 2565 MHz まで 100 kHz 間隔の周波数 101 波 40W

表9 XGP屋内小型基地局の諸元

項目	屋内小型基地局
包括免許人	Wireless City Planning株式会社
特定無線局の種別	基地局
通信の相手方	免許人所属の陸上移動局及び免許人と業務委託契約を締結した他の免許人所属の陸上移動局
周波数[MHz]	2550、2555、2560、2565、2570
空中線電力[mW]	200

表10 XGP陸上移動局の諸元

項目	陸上移動局
包括免許人	Wireless City Planning株式会社
特定無線局の種別	陸上移動局
指定無線局数	30,420,000 局

通信の相手方	免許人所属の基地局及び免許人と業務委託契約を締結した他の免許人所属の基地局
周波数及び空中線電力	2550 MHz から 2570 MHz まで 100 kHz 間隔の周波数 201 波 200mW
	2555 MHz から 2565 MHz まで 100 kHz 間隔の周波数 101 波 200mW

表11 XGPの想定運用形態

項目	基地局	小電力レピータ	端末
使用周波数[MHz]	2545～2575	2545～2575	2545～2575
地上高[m]	40	1.5	1.5
空中線利得[dBi]	17	4	4
給電線損失[dB]	5	0	0

9 (2) WiMAXの諸元

WiMAX の基地局の諸元を表 12 に、屋内小型基地局(以下、「屋内基地局」という。)の諸元を表 13 に、フェムトセル基地局の諸元を表 14 に、陸上移動中継局の諸元を表 15 に、陸上移動局の諸元を表 16 に示す。

さらに、基地局、屋内基地局、陸上移動局(小電力レピータ及び端末)の運用形態として想定される、使用周波数、受信高、空中線利得、給電線損失を表 17 に示す。

表12 WiMAX基地局の諸元

項目	基地局
包括免許人	UQコミュニケーションズ株式会社
特定無線局の種別	基地局
無線局種の補足	BWA(地域BWAを除くその他基地局等)
通信の相手方	免許人所属の陸上移動局及び陸上移動中継局 並びに免許人と業務委託契約を締結した 他の免許人所属の陸上移動局
周波数及び空中線電力	2600、2610、2620 MHz 20W
	2615、2615.2、2635 MHz 40W

表13 WiMAX屋内小型基地局の諸元

項目	屋内小型基地局
包括免許人	UQコミュニケーションズ株式会社
特定無線局の種別	基地局
通信の相手方	免許人所属の陸上移動局並びに免許人と業務委託契約を 締結した他の免許人所属の陸上移動局
周波数[MHz]	2615、2615.2、2635
空中線電力[mW]	200

表14 WiMAXフェムトセル基地局の諸元

項目	フェムトセル基地局
包括免許人	UQコミュニケーションズ株式会社
特定無線局の種別	基地局
通信の相手方	免許人所属の陸上移動局並びに免許人と業務委託契約を締結した他の免許人所属の陸上移動局
周波数[MHz]	2615.2、2635
空中線電力[mW]	20

表15 WiMAX 陸上移動中継局の諸元

項目	陸上移動中継局
包括免許人	UQコミュニケーションズ株式会社
特定無線局の種別	陸上移動中継局
通信の相手方	免許人所属の基地局及び陸上移動局並びに免許人と業務委託契約を締結した他の免許人所属の陸上移動局
周波数[MHz]	2615、2615.2、2635
空中線電力[mW]	100、200

表16 WiMAX陸上移動局の諸元

項目	陸上移動局
包括免許人	UQコミュニケーションズ株式会社
特定無線局の種別	陸上移動局
通信の相手方	免許人所属の基地局及び陸上移動中継局又は陸上移動局
周波数及び空中線電力	2600、2610、2620 MHz 200mW
	2615、2615.2、2635 MHz 200mW
	2625.1 MHz 200mW
	2600、2610、2620 MHz 400mW

表17 WiMAX の想定運用形態

項目	基地局	屋内基地局	小電力レピータ	端末
使用周波数[MHz]	2595～2645	2595～2645	2595～2645	2595～2645
地上高[m]	40	1.5～4	1.5	1.5
空中線利得[dBi]	17	4	4	4
給電線損失[dB]	5	0	0	0

10 地域広帯域移動無線アクセスシステム

地域広帯域移動無線アクセス(以下、「地域 BWA(Broadband Wireless Access)」という。)システムは、2.5GHz 帯の周波数の電波を使用し、地域の公共サービスの向上やデジタル・ディバイド(条件不利地域)の解消等、地域の公共の福祉の増進に寄与することを目的とした電気通信業務用の無線システムである。

平成 19 年に制度整備されて以降、地域 BWA 用の周波数は、2575MHz～2595MHz 帯のうち、ガードバンド(2575MHz～2582 MHz、2592MHz～2595MHz)を除く 10MHz 幅(2582MHz～2592MHz)が割り当てられてきた。

さらに、無線によるインターネットアクセスの高速化に対するニーズに対応するため、平成 23 年 4 月に 100Mbps 程度の高速サービスの提供を可能とする高度化が行われ、全国展開する BWA 事業者との間で調整を行ったうえで、同期を確保することでガードバンドを省略することが可能となっ

た。

表 18 に地域広帯域移動無線アクセスシステム(BWA)の基地局開設数を示す。数値は「電波利用ホームページ」において、平成 29 年 2 月 1 日付けで公表されているものを参照した。同日付けで、49 事業者により、719 局の基地局が開設されている。内訳は高度化システム(設備規則第 49 条の 29)が 477 局、既存 WiMAX(設備規則第 49 条の 28)が 242 局となっている。

表18 地域広帯域移動無線アクセスシステム(BWA)の基地局開設数

総合通信局	高度化システム	既存 WiMAX
北海道	0	3
東北	3	22
関東	243	11
信越	0	3
北陸	0	29
東海	117	16
近畿	71	0
中国	0	8
四国	21	56
九州	22	79
沖縄	0	15
合計	477	242

1 1 電波天文

電波法第 56 条第 1 項により、無線局は電波天文業務の運用に妨害を与えてはならないこととされている。

電波法第 56 条第 1 項

無線局は、他の無線局又は電波天文業務(宇宙から発する電波の受信を基礎とする天文学のための当該電波の受信の業務をいう。)の用に供する受信設備その他の総務省令で定める受信設備(無線局のものを除く。)で総務大臣が指定するものにその運用を阻害するような混信その他の妨害を与えないように運用しなければならない。但し、第五十二条第一号から第四号までに掲げる通信については、この限りでない。

左旋円偏波システムの間周波数帯においては、2690MHz～2700MHz が電波天文業務に割り当てられており、「周波数割当計画」の国内周波数分配の脚注 J107 に以下の記載がある。

「周波数割当計画」の国内周波数分配の脚注 J107

1400-1427MHz、2690-2700MHz、15.35-15.4GHz、23.6-24GHz、31.3-31.5GHz、50.2-50.4GHz、52.6-54.25GHz、86-92GHz、100-102GHz、109.5-111.8GHz、114.25-116GHz、148.5-151.5GHz、164-167GHz、182-185GHz、190-191.8GHz、200-209GHz、226-231.5GHz 及び 250-252GHz の周波数帯では、全ての電波の発射を禁止する。ただし、超広帯域無線システムの無線局にあつては、この限りでない。

1 2 空港監視レーダー (ASR)

空港監視レーダー(Airport Surveillance Radar、以下「ASR」という。)は、航空機の安全運行に資するためのものであり、その需要については、空港や航空機の数が大幅に増減する等の変化がない限り、今後とも大きな状況の変化はないものと考えられる。

左旋円偏波システムの間周波数帯においては、「周波数割当計画」で 2700MHz～2900MHz が航空無線航行に割り当てられており、周波数の使用に関する条件として「空港監視レーダー(ASR)用とする」と記載されている。また、「周波数割当計画」の国内周波数分配の脚注 J104 に以下の記載がある。

「周波数割当計画」の国内周波数分配の 脚注 J104

航空無線航行業務によるこの周波数帯の使用は、地上に設置されるレーダー及びこの周波数帯の周波数のみを送信する航空機上のトランスポンダであって、この周波数帯で運用するレーダーによってのみ作動するものに限る。

総務省により公表された「平成 25 年度 電波の利用状況調査の評価結果」によると、平成 25 年度における免許人数は 1、無線局数は 33 局となっており、前回の平成 22 年度調査時(32 局)と比較して、ほぼ横ばいの推移となっている。地域ごとの免許人数、無線局数を表 19 に示す。

表19 空港監視レーダー(ASR)の免許人数と無線局数

総合通信局	免許人数	無線局数(H25 年度)	無線局数(H22 年度)
北海道	1	1	1
東北	1	1	1
関東	1	5	6
信越	1	1	1
北陸	0	0	0
東海	1	3	3
近畿	1	5	5
中国	1	1	1
四国	1	2	2
九州	1	10	9
沖縄	1	4	3
合計	1	33	32

1 3 船舶無線航行用レーダー

船舶無線航行用レーダーについては、従来よりマグネトロン(真空管増幅器)が使用されてきたが、マグネトロンと比較して長寿命、不要発射の低減、周波数の安定等のメリットがある固体素子(半導体素子)を使用するレーダーの制度整備が周波数有効利用に資するものとして、平成 24 年 7 月に行われている。

左旋円偏波システムの間周波数帯においては、「周波数割当計画」で 2900MHz～3100MHz が無線航行に割り当てられており、周波数の使用に関する条件として「船舶無線航行用レーダー用とする」と記載されている。

総務省により公表された「平成 25 年度 電波の利用状況調査の評価結果」によると、平成 25 年度における免許人数は 420、無線局数は 868 局となっており、前回の平成 22 年度調査時(792 局)と比較して 9.6%増加している。地域ごとの免許人数、無線局数を表 20 に示す。

より近年のデータとしては、「電波利用ホームページ」の無線局情報によると、平成 29 年 3 月現在の船舶局数が 1012 局、特定船舶局数が 4 局となっている。

なお、船舶レーダーは 3GHz 帯のほか 9GHz 帯の周波数も割り当てられている。9GHz 帯のシステムの無線局数は、平成 24 年度の電波の利用状況調査の結果によると 6906 局であり、3GHz 帯に比べると非常に多く利用されている。これは、9GHz 帯の設備が 3GHz 帯の設備より小型であるこ

とから、船舶登録数の多い漁船や小型船舶で多く利用されているためと考えられる。

表20 船舶無線航行用レーダーの免許人数と無線局数

総合通信局	免許人数	無線局数(H25年度)	無線局数(H22年度)
北海道	11	20	19
東北	16	29	40
関東	80	264	210
信越	3	5	6
北陸	4	4	5
東海	45	89	95
近畿	33	80	82
中国	59	79	60
四国	93	153	145
九州	91	127	114
沖縄	9	18	16
合計	420	868	792

衛星放送用受信設備の漏洩電波の測定

1. 衛星放送用受信設備機器単体の漏洩電波試験

1.1 試験方法の検討

衛星放送用受信設備と他の無線システムとの干渉評価モデルを構築し、計算による所要離隔距離の評価を行った結果を検証するため、実機による試験を行いまとめた。

ここでは、衛星放送用受信設備機器単体の漏洩電波の試験方法について検討する。

今回評価する対象機器は、2505MHz～2645MHz の周波数帯に対応している機器となるが、左旋円偏波受信システムとしては 3.2GHz 帯までが伝送帯域となることから単体試験を行う機器は、現在市販されている、または今後市販される予定の機器のうち、仕様上 3.2GHz帯まで対応している機器とする。

機器単体の試験方法としては、漏洩基準として設定した距離 3m における電界強度 $46.2\text{dB } \mu\text{V/m}/33.7561\text{MHz}$ と比較して実力値としてどの程度の漏洩レベルであるかを測定する。測定環境としては、周囲環境の影響を受けず精度ある値を得るため、またノイズレベルに近い低いレベルの測定をするため電波暗室内での測定が必須となる。

また、対象とする機器は 3.2GHz 対応の機器とし、2.5GHz 帯だけでなく、衛星放送の全帯域 (1.03223～3.22325 GHz) の衛星中継器 50ch について漏洩電界強度を測定することとする。

漏洩電波を測定するための信号源は、衛星放送の全 50 チャンネルの中心周波数(以下、断りが無い限り“中間周波数”の中心周波数を意味する。)を CW 信号で入力し、ARIB STD-B63 記載のシステム設計例(本資料末尾 bann の「[参考]ARIB STD-B63 記載のシステム設計例」を参照)を模擬したレベルで機器単体に入力し、漏洩電界強度を測定する。

これは、デジタル変調波を入力信号とした場合に電力束密度との関係から測定系のノイズフロアとの切り分けが難しくなり、CW 信号を信号源とした場合にノイズの影響を緩和し、測定精度を向上させて電力を正確に測定することができるためである。また、使用する CW 信号は、衛星IF信号の 33.7561MHz あたりの電力に相当する信号とし、測定器の RBW は 300kHz とする。この結果、漏洩電波の測定値は 33.7561MHz あたりの電界強度に相当することになり、この場合の測定値の単位として、以下では $\text{dB } \mu\text{V/m}/33.7561\text{MHz}$ と表記することとする。

なお、入力信号としてデジタル変調波ではなく、CW 信号を採用した場合の測定値の妥当性を検証するため、それぞれの信号を測定器に入力し、アベラージュ検波により帯域幅 33.7561MHz あたりの電力値を比較した結果、偏差は 1dB 以内であったことから、CW 信号による測定手法が妥当であるものと判断した。

衛星放送の IF 周波数帯における漏洩電波の測定手法については、規格化されていないため、メーカーの自主検査や他の測定方法を参考にして検討を進めた。

漏洩電波については、それぞれの機器のどの部分から最大放射されているか測定で確認するため、全ての面、角度で確認する必要がある。そのため測定対象の機器単体を XYZ の 3 軸方向に回転させ、その方向での漏洩電界強度を測定する。

なお、XYZ の 3 軸方向の漏洩電界強度測定方法において、それぞれの機器の最大放射特性が正確に測定できているかを検証するため、全周方向の測定方法と比較を行い、3 軸方向での測定

評価の妥当性を検証する。

3 軸方向で回転させる際の角度の刻み幅は 15 度刻みを基本とし、一部の機種で刻み幅1度とした場合の測定結果と比較を行い、差異を検証する。

漏洩電波を受信するアンテナには広帯域かつ高利得が得られるダブルリッジホーンアンテナを採用し、測定対象から 3m 離れた距離で受信し、スペクトラムアナライザで漏洩電波を測定する。その値にアンテナ係数、ケーブルロス、プリアンプ利得、開放端変換の補正を行い、電界強度に換算する。衛星放送の1チャンネルの帯域幅あたりの電界強度として測定するため、作業班中間報告で提案された漏洩基準は 46.2dB μ V/m/33.7561MHz となる。

ノイズレベルに近い低いレベルの漏洩電波を一定の精度を伴って測定とするため、スペクトラムアナライザは RBW を 300kHz に、また VBW を 3MHz に設定することを基本とするが、測定対象機器の漏洩電界強度を確認しながら、必要に応じてスペクトラムアナライザの設定を変えてノイズフロアを下げた測定を行うことも検討する。

このように今回の測定においては、ノイズフロアの管理が重要となる。そこで、測定結果に合せて、極力ノイズフロアレベルも併記することとする。なお、漏洩電界強度の周波数特性の測定結果にノイズフロアレベルを併記した場合、電界強度に換算する際に、アンテナ係数やケーブル、プリアンプの周波数特性が加算されるため、ノイズフロアレベルにも同じ周波数特性が加算された結果となる。

機器単体の測定においては、機器の正常動作を保証するため、機器の空きコネクタには終端コネクタを装着する。またコネクタの締め付けトルクは 2N で一定とし、測定を行うものとする。

測定対象となる単体機器の選定にあたっては、試験結果の特性が偏らないよう、市販用の 3.2GHz 対応機器を製造しているメーカ 4 社の機器を対象とする。

単体機器の構成としては、可能な限り実際の運用状況を模擬したものとするため、ARIB STD-B63 記載のシステム設計例に記載されている機器から選定する。同設計例に記載されている単体機器は、ブースタ、分配器、分岐器、壁面端子、同軸ケーブルとなる。そのうち能動機器はブースタとなり、それ以外は受動機器として大別することができる。

以下、1.1.1 の項で能動機器の試験方法を、1.1.2 の項で受動機器の試験方法を示す。

1. 1. 1 能動機器（ブースタ）

検討した干渉評価モデルにおいて、干渉源としてはブースタが支配的であるとの前提をおいた。従ってそのことを検証するため、ブースタについて、受動機器以上に詳細な試験を行う必要がある。

また、ARIB STD-B63 記載のシステム設計例は、戸建住宅と集合住宅のシステムモデルに大別される。この点を考慮し、ブースタはメーカ 4 社から戸建住宅用と集合住宅用の 2 機種を選定し、計 8 機種について測定を行うこととする。

測定方向は、ブースタの前面・背面の中心軸、天面・底面の中心軸、左側面・右側面の中心軸の 3 軸とし、それぞれ 15 度刻みで回転させる。1 機種については 3 軸以外の方向での測定と、1 度刻みで回転した測定も追加し、誤差を比較検証する。

測定結果としては、受信アンテナを水平偏波とした場合と、垂直偏波とした場合で 2 通り、3 軸それぞれの方向で回転角がそれぞれ 24 通り、周波数特性として 50 チャンネル分の漏洩電界強度が得られる。まず、水平と垂直のいずれか最大値を採用し、3 軸それぞれで最大値となる方向を求める。次に、周波数ごとに 3 軸間の最大値を採用し、全 50 チャンネルでの周波数特性を求める。最後に全周波数での最大値をもって、そのブースタの最大漏洩電界強度とする。

測定時の入力信号レベルは、ARIB STD-B63 記載のシステム設計例を近似することとし、周波数によらず一定とする。ブースタの利得は右肩上がりの周波数特性をもつ機種が一般的であるが、ARIB STD-B63 記載のシステム設計例では戸建住宅用の場合は一定の利得を想定しているため、戸建住宅用のブースタについては、周波数によらず利得を一定にできる機種は一定の利得に設定する。

1. 1. 2 受動機器

ARIB STD-B63 記載のシステム設計例では、分配器や壁面端子等の受動機器については入力レベルの低いものがあり、漏洩レベルも微弱となることが想定されることから、設計例を超える入力レベル(110dB μ V)を入力して漏洩レベルを測定することで機器単体の遮蔽性能を評価し、この結果を ARIB STD-B63 記載のシステム設計例での入力レベルの場合に換算することで評価を行うこととする。

1. 1. 2. 1 分配器、分岐器

ARIB STD-B63 記載のシステム設計例にある機種を選定し、分配器は 4 分配、5 分配、6 分配とする。分岐器は 4 分岐とする。それぞれにつき、メーカー 4 社から 3.2GHz 対応の機種を選定し、計 16 機種について試験を行う。

機種が多岐にわたること、かつ干渉源としてはブースタが支配的であると想定されることから、分配器、分岐器の試験は 3 軸で回転させる測定手法をさらに簡略化し、XYZ 軸の±方向の 6 面で測定を行うこととする。

3 軸での回転を 6 面固定とすること以外については、ブースタの測定手法を踏襲する。すなわち、水平／垂直偏波で 2 通り、6 面方向で 6 通りについて、全 50 チャンネルの中心周波数の CW 信号を入力し、3m の距離で漏洩電波を測定する。

CW 信号の入力レベルについては、「1.1.2 受動機器」で示したとおり 110dB μ V とし、所定の入力レベルの場合に換算することとする。

1. 1. 2. 2 壁面端子

ARIB STD-B63 記載のシステム設計例にある機種を選定し、戸建住宅用は 2 端子、集合住宅用は 1 端子の機種とする。それぞれにつき、メーカー 4 社から 3.2GHz 対応の機種を選定し、計 8 機種について試験を行う。

測定手法は分配器、分岐器と同一とする。入力信号レベルも 110dB μ V で同一とする。ARIB STD-B63 記載のシステム設計例では、受信器への過大入力为了避免のため、壁面端子への入力は約 80dB μ V 以下としているが、そのレベルでは漏洩電界強度とノイズレベルとの切り分けが困難になることが想定されるため、110dB μ V の入力に固定し、所定の入力レベルの場合に換算することとする。

1. 1. 2. 3 同軸ケーブル

ARIB STD-B63 記載のシステム設計例にある線種を選定し、S-5C-FB、S-7C-FB それぞれ最長の例として 30m と 50m の試験を行う。メーカーによる差異は想定しにくいいため、それぞれ 1 メーカーのもので代表させる。

測定手法はケーブルの形状が同心円状であることから、距離 3m における 1 方向のみでの測定とする。また、信号の通過距離に応じてレベルが減衰するため、漏洩電界強度はケーブル入力端が支配的と考えられる。そこで、測定箇所は、入力端のほか、中間点、出力端の計 3 箇所のみとする。

入力端、出力端に装着するコネクタは、標準的な C15 形で統一する。入力端、出力端においては、ケーブル、コネクタいずれの漏洩か切り分けが困難であるため一体のものとして測定することとする。

そのほかの測定手法については、分配器、分岐器と同一とする。

1. 1. 2. 4 実際の使用例に合わせた測定値の換算

ARIB STD-B63 記載のシステム設計例を近似するためには、測定時の入力レベルを 110dB μ V とした場合と比較して、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。換算に必要なテーブルをグラフとして図 1 に示す。なお、詳細は「参考資料 4.3 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」に示す。

得られた測定値の最大値から換算する場合、最大値となる時の周波数が機器毎に異なるため、図 1 のグラフから得られる対応する周波数における換算値を用いて換算することとなる。

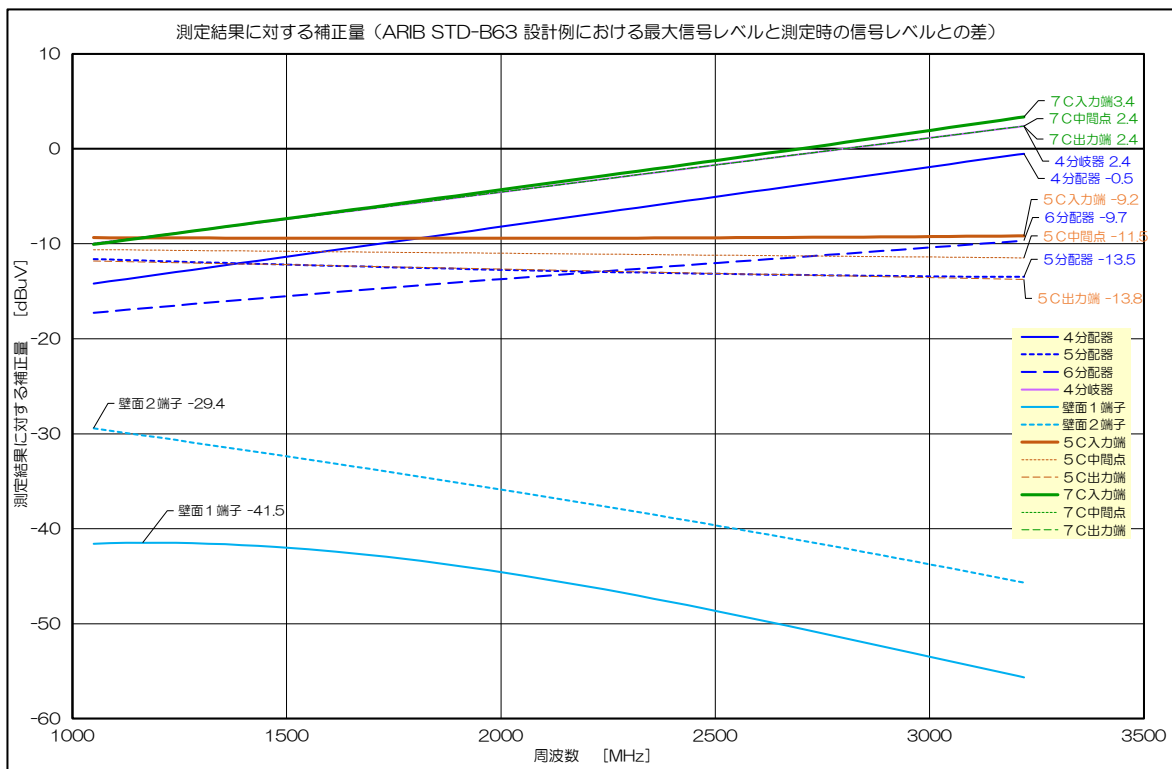


図 1 受動機器における測定値に対する補正量(換算用)

1. 2 試験方法

衛星放送用受信設備機器単体の漏洩電波の測定法は、規格化されていないので、メーカー各社が従来製品の測定法として実績のある測定を実施する。

測定方法について、表 1 に示す。

表 1 衛星放送用受信設備機器単体の試験方法

機器種別	測定手法
能動機器	3 軸測定
受動機器	6 面測定、1 面測定

1. 2. 1 試験環境

機器単体の漏洩電波試験については、電波暗室を使用して測定を実施する。

漏洩電波試験を実施する電波暗室内の構成について図2に、試験機材について表2、図3、および図4に示す。なお、電波暗室のサイト仕様および電気的性能は「参考資料7 電波暗室の特性」に記載した。

[補足] 衛星IF信号の漏洩電波はブースタからの放射が支配的と推察される。戸建住宅では衛星放送受信アンテナの近傍に設置されるのが一般的であり、地面等の反射の影響度はほとんどないと考えられる。一方で、微弱電波の測定においては床面を金属板として測定することが定められているため、床面に設置した電波吸収体の有無が測定結果に影響を与えるか、についてブースタ1機種を用いて検証を行った。結果として、電波吸収体の影響は水平偏波で±2.4dB程度、垂直偏波で±3.4dB程度であった(必ずしも、電波吸収体を設置しない方が漏洩電波が強くなるわけではない)。

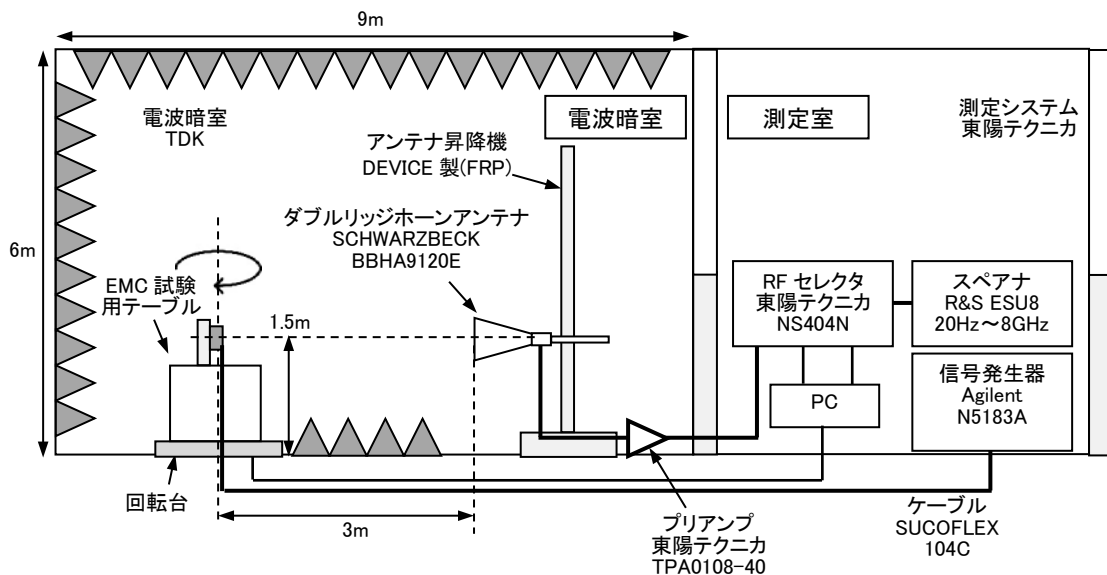


図2 暗室内の構成図

表2 試験機材

品名	備考
ダブルリッジホーンアンテナ	
プリアンプ	
RFセレクタ	
スペクトラムアナライザ	20Hz~8GHz
信号発生器	
EMC試験用テーブル	

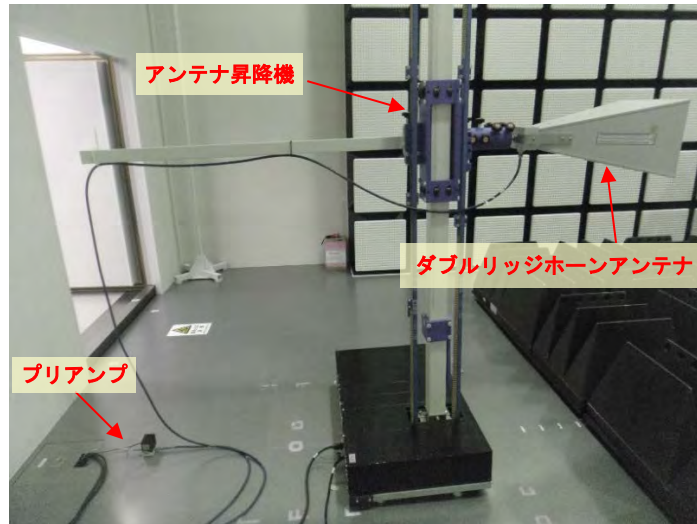


図 3 電波暗室内試験機材

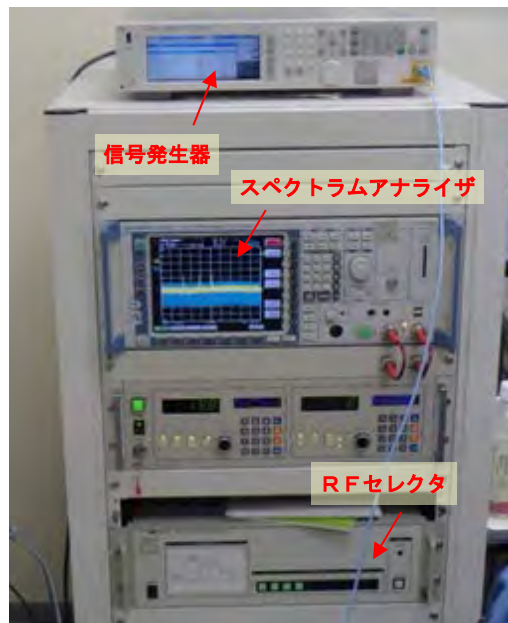


図 4 測定室内試験機材

1.2.2 被測定機器

被測定機器については、3.2GHz 対応品として既に市販されている、若しくは市販に向けて開発中の機器¹を使用する。

対象となる機器は、ARIB STD-B63 記載のシステム設計例として記載されているブースタ(戸建住宅用は利得 34dB 以上の機種、集合住宅用は利得 40dB 以上の機種)、分配器(4 分配、5 分配、6 分配)、分岐器(4 分岐)、壁面端子(戸建住宅用は 2 端子型、集合住宅用は 1 端子型)、および同軸ケーブルを使用する。なお、同軸ケーブルについては、同資料に記載されているうち S-5C-FB については戸建住宅用として 30m 長のを、また S-7C-FB については集合住宅用として 50m 長のを使用する。

被測定機器となる能動機器(ブースタ)について表 3 に、また受動機器(分配器、分岐器、壁面端子および同軸ケーブル)について表 4 に示す。

¹ テレビ用受信アンテナ等を製造・販売する国内主要メーカ 4 社(サン電子株式会社、DX アンテナ株式会社、日本アンテナ株式会社、マスプロ電工株式会社; 五十音順)が製造する機器を使用した。

表 3 能動機器

品 名	標準利得 [dB]@3224MHz	定格出力 [dB μ V]@3224MHz
A社 戸建住宅用ブースタ	~35	~103
B社 戸建住宅用ブースタ	~35	~103
C社 戸建住宅用ブースタ	~38	103
D社 戸建住宅用ブースタ	~37	~103
A社 集合住宅用ブースタ	~48	~115
B社 集合住宅用ブースタ	~45	~117
C社 集合住宅用ブースタ	~50	~114
D社 集合住宅用ブースタ	~48	~113

表 4 受動機器

品 名	特徴など	評価システム
A社 4分配器	3.2GHz 対応品(1端子通電形)	集合住宅用
B社 4分配器	3.2GHz 対応品(1端子通電形)	集合住宅用
C社 4分配器	3.2GHz 対応品(1端子通電形)	集合住宅用
D社 4分配器	3.2GHz 対応品(1端子通電形)	集合住宅用
A社 5分配器	3.2GHz 対応品(1端子通電形)	戸建住宅用
B社 5分配器	3.2GHz 対応品(1端子通電形)	戸建住宅用
C社 5分配器	3.2GHz 対応品(1端子通電形)	戸建住宅用
D社 5分配器	3.2GHz 対応品(1端子通電形)	戸建住宅用
A社 6分配器	3.2GHz 対応品(1端子通電形)	集合住宅用
B社 6分配器	3.2GHz 対応品(1端子通電形)	集合住宅用
C社 6分配器	3.2GHz 対応品(1端子通電形)	集合住宅用
D社 6分配器	3.2GHz 対応品(1端子通電形)	集合住宅用
A社 4分岐器	3.2GHz 対応品(入力・出力間端子通電形)	集合住宅用
B社 4分岐器	3.2GHz 対応品(入力・出力間端子通電形)	集合住宅用
C社 4分岐器	3.2GHz 対応品(入力・出力間端子通電形)	集合住宅用
D社 4分岐器	3.2GHz 対応品(入力・出力間端子通電形)	集合住宅用
A社 壁面端子(1端子)	3.2GHz 対応品	集合住宅用
B社 壁面端子(1端子)	3.2GHz 対応品	集合住宅用
C社 壁面端子(1端子)	3.2GHz 対応品	集合住宅用
D社 壁面端子(1端子)	3.2GHz 対応品	集合住宅用
A社 壁面端子(2端子)	3.2GHz 対応品	戸建住宅用
B社 壁面端子(2端子)	3.2GHz 対応品	戸建住宅用
C社 壁面端子(2端子)	3.2GHz 対応品	戸建住宅用
D社 壁面端子(2端子)	3.2GHz 対応品	戸建住宅用
E社 同軸ケーブル	S-5C-FB 30m	戸建住宅用
E社 同軸ケーブル	S-7C-FB 50m	集合住宅用

1. 2. 3 能動機器の試験方法

テレビ用受信アンテナ等を製造・販売するメーカー各社が受信機器に対する測定手法として使用している(実績がある)、3軸方向(回転面)について漏洩電波を測定しその最大値方向を定める“3軸測定手法”を用いて、漏洩電波の電界強度を測定する。ここで、3軸の回転方向をそれぞれアジマス(Z軸)、エレベーション(X軸)、ローテーション(Y軸)といい、図5および図6に説明図を示す。

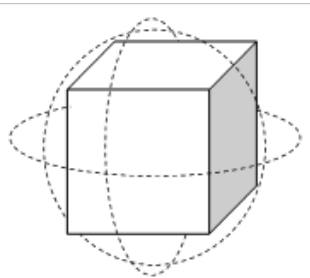


図5 3軸の回転方向

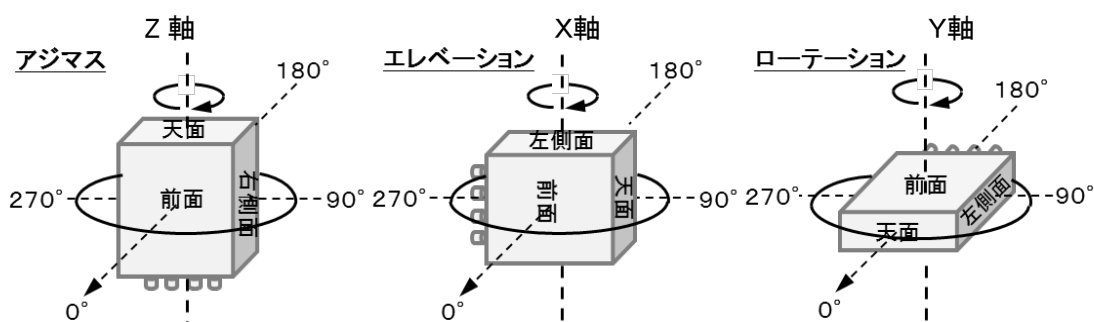


図6 アジマス、エレベーション、ローテーションについて

電波暗室内に設置された高さ 1.5m の回転台上に被測定機器を設置し、測定距離 3m の位置から平均漏洩電界強度を測定する。

測定は、3軸の各回転方向について 15 度刻みで各軸 24 方向を、偏波面として水平偏波および垂直偏波を、また測定する周波数は右旋および左旋の中心周波数(1049.48~3206MHz の全 50 波、周波数ステップは BS が 38.36MHz、CS は 40MHz)の各条件の組み合わせで測定する。

ブースタの設定値は、利得を最大に設定し、出力レベルが定格値になるように入力レベルを調整する。また、スペクトラムアナライザの RBW は 300kHz、VBW は 3MHz で測定する。

なお、漏洩基準(離隔距離 3m における漏洩電波の電界強度)は 46.2dB $\mu\text{V}/\text{m}$ (帯域幅: 33.7561MHz)である。測定風景を図7に示す。



図7 測定風景

1. 2. 4 受動機器の試験方法

干渉源(漏洩電波)としてはブースタが支配的である、との作業班中間報告を踏まえ、表 4 に示した受動機器の測定については簡易測定手法であるXYZ軸の±方向(上下、左右および前後の合計6面)に測定方向を固定し測定する“6面固定測定手法”を用いて測定する。

6面固定測定手法を図8に示す。

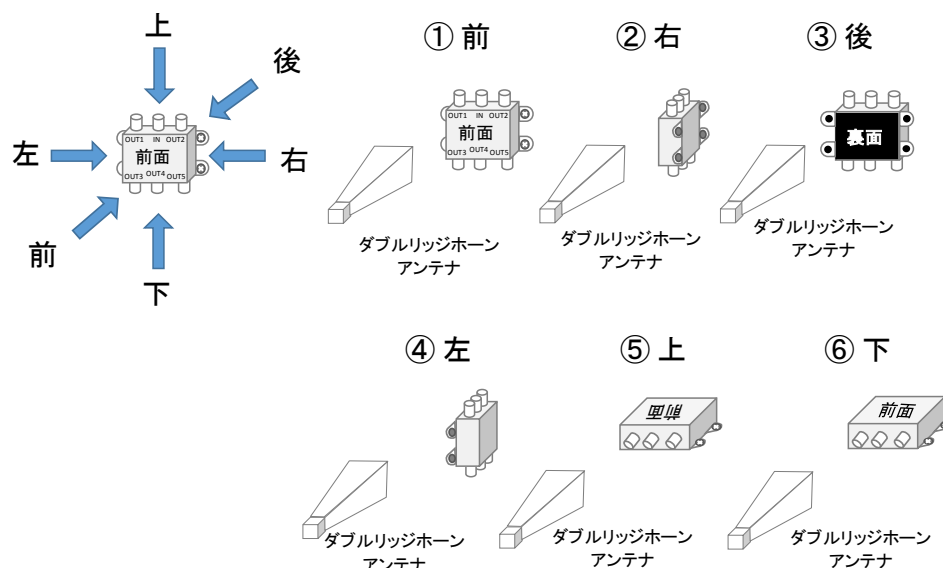


図8 6面固定測定手法

電波暗室内に設置された高さ 1.5m の回転台上に被測定機器を設置し、離隔距離 3m の位置において設置された受信アンテナ(ダブルリッジホーンアンテナ)を用いて、6面方向より被測定機器の漏洩電界強度を測定する。漏洩電界強度が検知限以下の場合は、測定距離を 1m 程度に近づけて測定し、測定結果から離隔距離 3m における値を換算して求める。

受動機器のうち同軸ケーブルについては、同軸ケーブル自体は十分な遮蔽減衰量があると考えられ、ケーブルの長さは漏洩にはあまり影響しないと推察される。一方で、通過する信号レベルが高いケーブルの入力端近く(コネクタ近く)若しくは出力端近くは漏洩電波が強いと推察されるため、今回は同軸ケーブルの入力端付近、同軸ケーブルの中間点付近、および同軸ケーブルの出力端付近の 3 ポイントを測定することとした。同軸ケーブルは同心円の構造であるため、測定方向は 1 方向のみとし、余長部分は周囲の床面に束ねて(直径 40~50cm 程度)置いた状態で測定する。(余長部分は規則的に丸めることなく、床に置いた場合も測定したが、束ねておいた場合との差異は見られなかった)

ケーブルの測定を図 9、図 10 に示す。④で入力ケーブルからの漏洩が無視できるレベルであることを確認しておく。

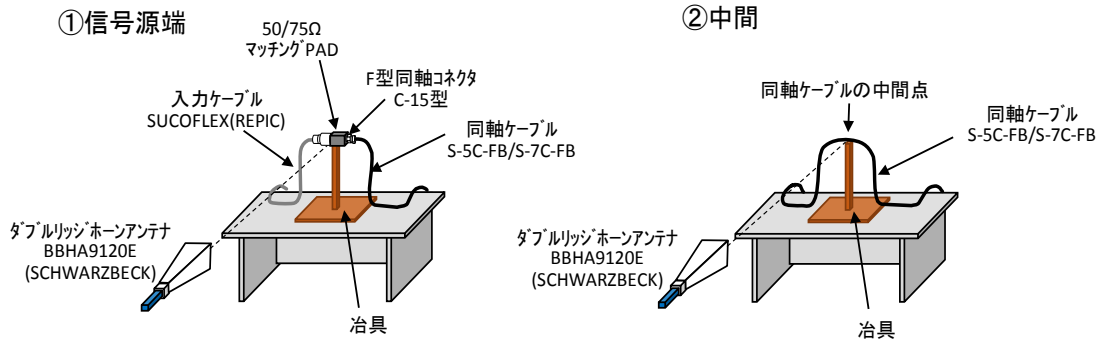


図9 ケーブルの測定①②

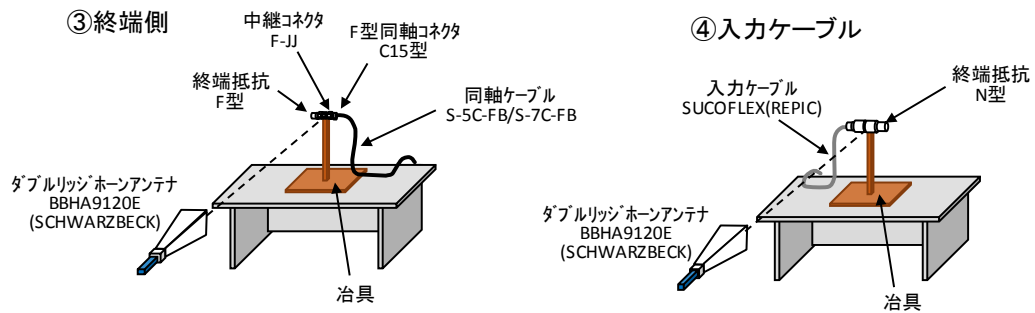


図10 ケーブルの測定③④

また、壁面端子は終端した状態で測定を行うが、終端した場合と開放の状態での比較をするために漏洩電波が最大となる各1機種について終端した場合と開放の測定をする。

ARIB STD-B63 記載のシステム設計例のうち入力レベルとして最大値である $110\text{dB } \mu\text{V}$ に設定し測定する。

また、スペクトラムアナライザの RBW は 100kHz 、VBW: 1MHz で測定する。

なお、漏洩基準(離隔距離 3m における漏洩電波の電界強度)は $46.2\text{dB } \mu\text{V}/\text{m}/33.7561\text{MHz}$ である。

1.2.5 測定条件

測定条件は以下のとおりである。

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 集合住宅用:4 機種	各社 1 機種 各社 1 機種
分配器	4 分配、5 分配、6 分配	各社各 1 機種 (計 12 機種)
分岐器	4 分岐	各社 1 機種
壁面端子	1 端子、2 端子	各社各 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・分岐器・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

ブースタの出力レベル 定格値になるように、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

1.3 試験結果

衛星放送用受信設備機器単体の衛星 IF 全帯域での漏洩電波の最大電界強度をまとめたものを表 5 および図 11 に示す。なお、能動機器であるブースタは測定結果をそのまま記載したが、受動機器については、測定時の入力電圧である 110dB μ V から「1.1.2.4 実際の使用例に合わせた測定値の換算」に示したように ARIB STD-B63 記載のシステム設計例での入力レベルへ換算した結果を記載した。

さらに、BS-16~BS-22 の帯域での漏洩電波の最大電界強度をまとめたものを表 6 および図 12 に示す。

縦軸は漏洩電波の最大電界強度(単位は dB μ V/m/33.7561MHz)であり、3 軸における各角度での測定値、および水平偏波および垂直偏波の測定値の大きい値を記載した。

各被測定機器の個別試験結果を図 13 から図 22 に示す。縦軸は漏洩電波の最大電界強度(単位は dB μ V/m/33.7561MHz)、横軸は周波数(単位は MHz)とした。

【測定結果:換算後】 ARIB STD-B63 記載のシステム設計例に示された入力レベルに換算した場合の機器単体の漏洩電波の最大電界強度

表 5 設計例に示された入力レベルに換算した場合の機器単体の漏洩電波の最大電界強度

被測定機器	測定手法	モデル	最大電界強度 [dB μ V/m/33.7561MHz]				
			A社	B社	C社	D社	E社
ブースタ	3軸測定	戸建住宅用	36.8	26.9	34.0	34.8	—
		集合住宅用	33.9	30.2	28.7	36.9	—
分岐・分配器	6面測定	4分配器	21.5	22.4	21.6	21.9	—
		4分配器宅内	-9.9	-9.0	-9.8	-8.6	—
		5分配器	8.4	8.2	9.7	10.3	—
		6分配器	12.2	12.5	13.8	13.0	—
		4分岐器	24.4	24.7	25.3	25.0	—
壁面端子(終端)	2端子	2端子	-9.1	-14.6	-10.0	-14.7	—
		1端子	-25.3	-17.9	-14.5	-25.6	—
ケーブル	1面測定	S-5C-FB(30m)	—	—	—	—	14.8
		S-7C-FB(50m)	—	—	—	—	24.7

※表中の赤文字はその項目の最大値を示す

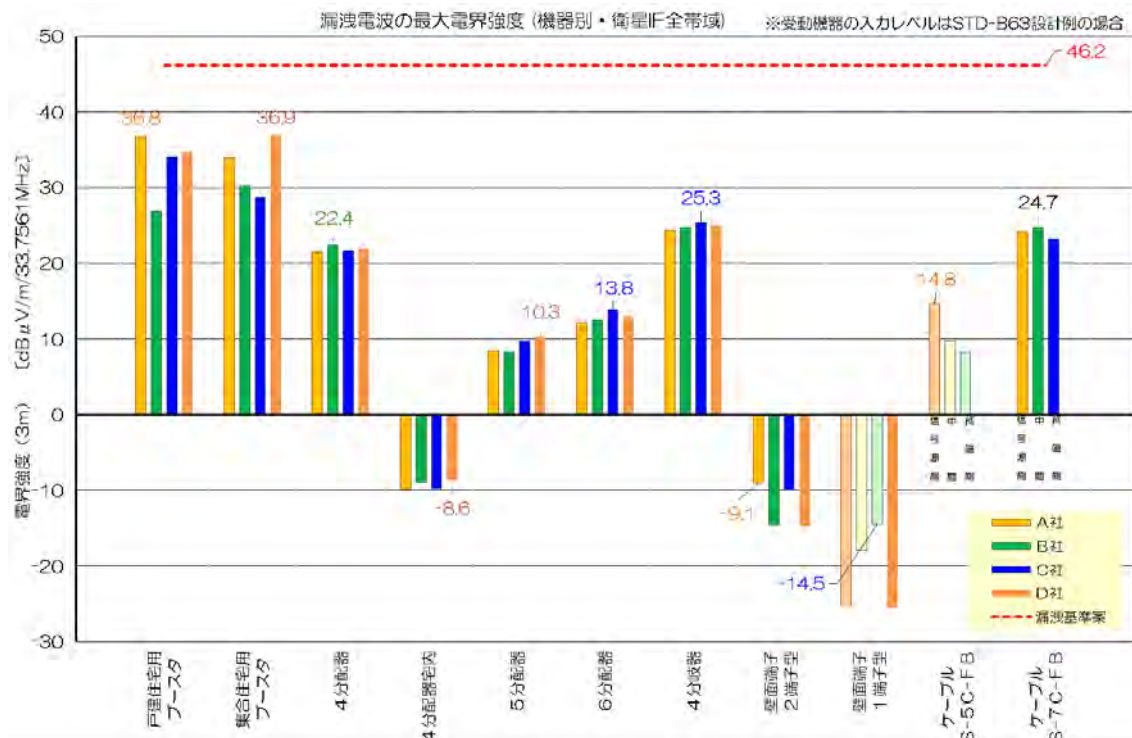


図 11 設計例に示された入力レベルに換算した場合の機器単体の漏洩電波の最大電界強度

【測定結果の取りまとめ方法】

- ・ 周波数範囲：全 50ch の測定値の最大値
- ・ 偏波：水平/垂直のうち最大値
- ・ 信号入力：能動機器/定格出力が得られる入力電圧
：受動機器/入力電圧は 110dB μ V に固定 ⇒ 設計例に従って換算
- ・ 回転面：測定手法 (3 軸・6 面固定・1 面固定) に従った測定結果の最大値

【測定結果:換算後】 ARIB STD-B63 記載のシステム設計例に示された入力レベルに換算した場合の機器単体の漏洩電波の最大電界強度

表 6 設計例に示された入力レベルに換算した場合の BS-16~BS-22 の帯域での機器単体の漏洩電波の最大電界強度

被測定機器	測定手法	モデル	最大電界強度 [dB μ V/m/33.7561MHz]				
			A社	B社	C社	D社	E社
ブースタ	3軸測定	戸建住宅用	31.5	22.9	24.4	33.9	—
		集合住宅用	32.7	22.2	24.2	32.7	—
分岐・分配器	6面測定	4分配器	14.7	14.5	14.4	17.4	—
		4分配器宅内	-11.9	-12.1	-11.8	-8.6	—
		5分配器	5.8	6.0	5.9	6.2	—
		6分配器	7.3	7.3	7.5	7.3	—
		4分岐器	18.1	17.9	19.6	23.1	—
壁面端子(終端)	6面測定	2端子	-9.2	-19.9	-14.9	-20.2	—
		1端子	-29.1	-20.8	-23.0	-28.0	—
ケーブル	1面測定	S-5C-FB(30m)	—	—	—	—	10.4
		S-7C-FB(50m)	—	—	—	—	19.2

※表中の赤文字はその項目の最大値を示す

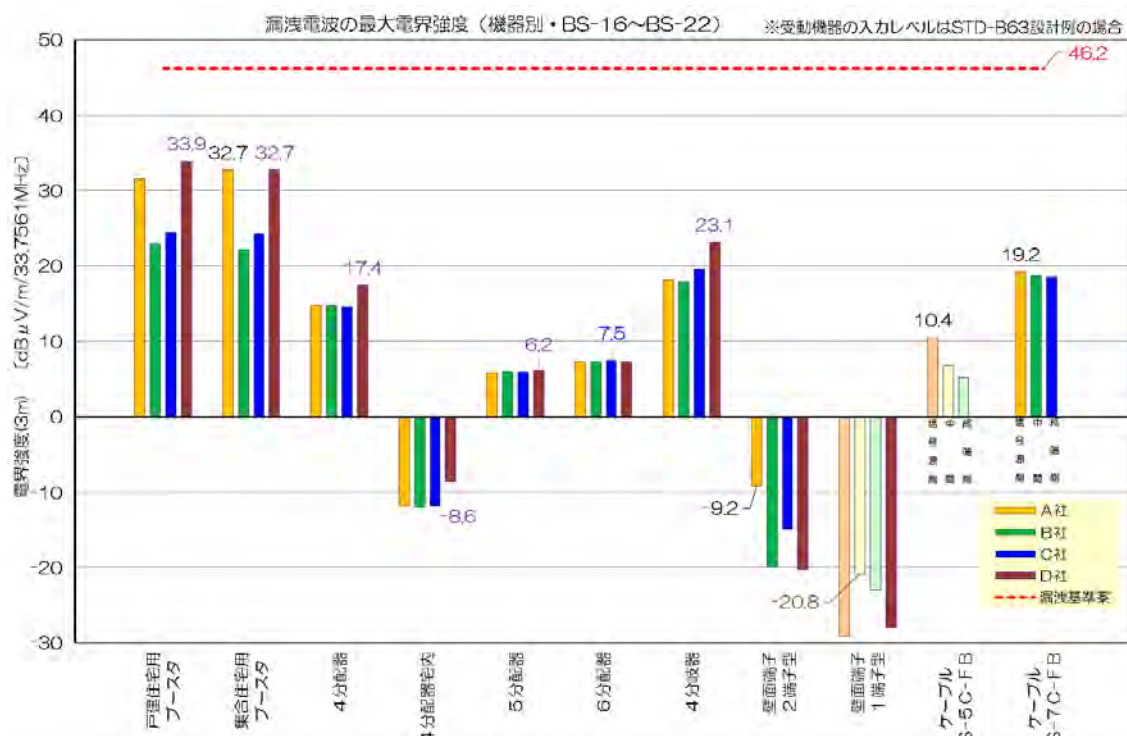


図 12 設計例に示された入力レベルに換算した場合の機器単体の漏洩電波の最大電界強度

【測定結果の取りまとめ方法】

- ・ 周波数範囲：BS-16 (2510. 18MHz) ~BS-22 (2625. 26MHz) の測定値の最大値
- ・ 偏波：水平/垂直のうち最大値
- ・ 信号入力：能動機器/定格出力が得られる入力電圧
：受動機器/入力電圧は 110dB μ V に固定 ⇒ 設計例に従って換算
- ・ 回転面：測定手法 (3軸・6面固定・1面固定) に従った測定結果の最大値

【試験結果】 戸建住宅用ブースタの漏洩電波の最大電界強度

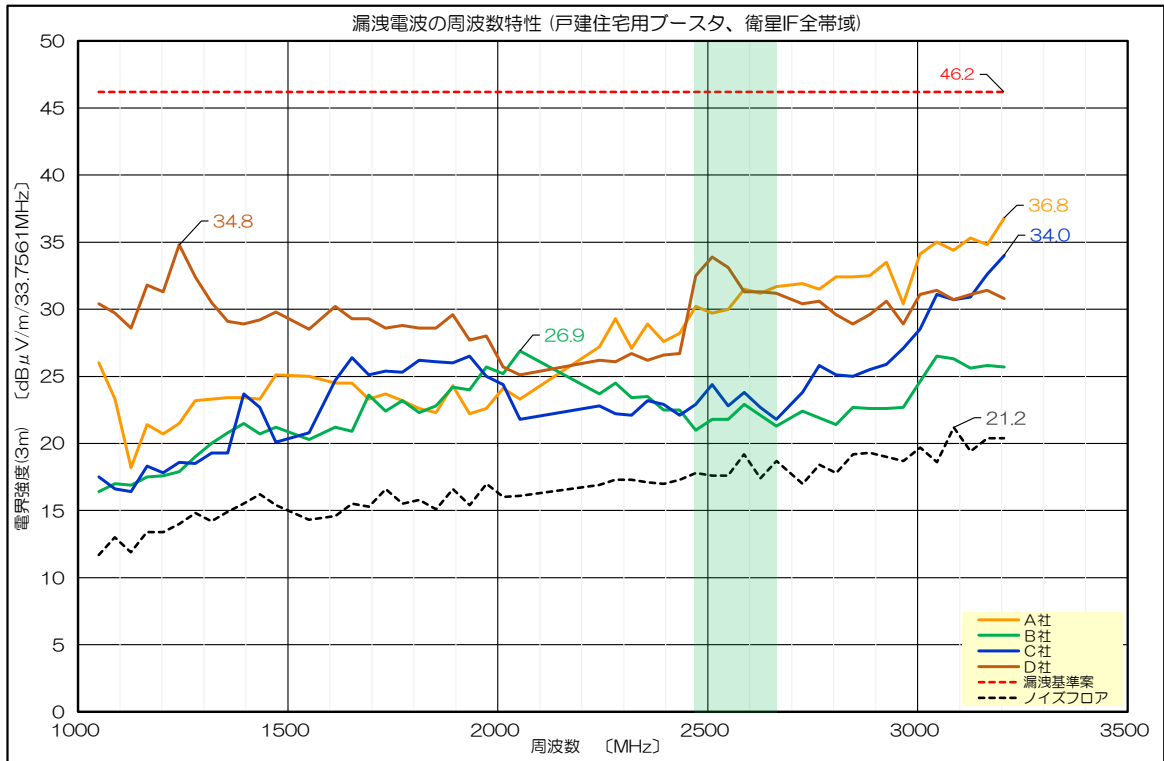


図 13 各社戸建住宅用ブースタの周波数特性(各周波数の最大値)

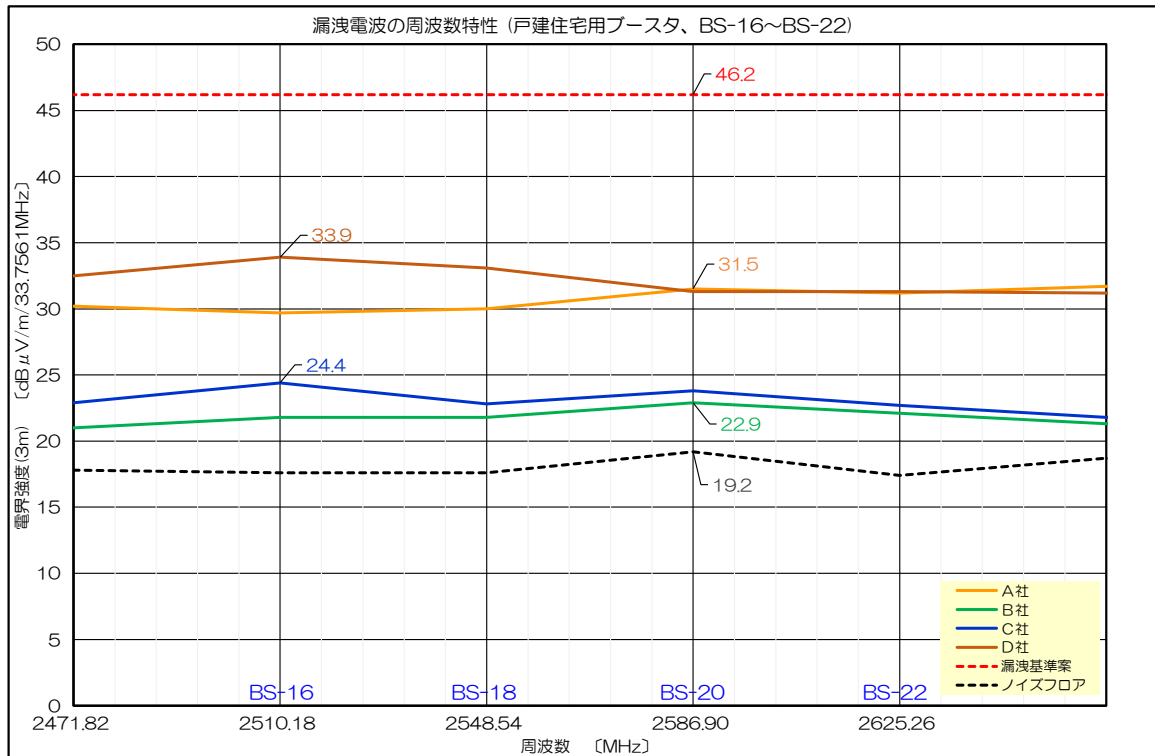


図 14 各社戸建住宅用ブースタの周波数特性(BS-16~BS-22)

【測定結果の取りまとめ方法】

- ・ 周波数範囲：全 50ch の測定値の最大値 (下図は BS-16~BS-22 のみ表示)
- ・ 偏波：水平/垂直のうち最大値
- ・ 信号入力：定格出力が得られる入力電圧
- ・ 回転面：3 軸測定手法に従った測定結果の最大値

【試験結果】 集合住宅用ブースタの漏洩電波の最大電界強度

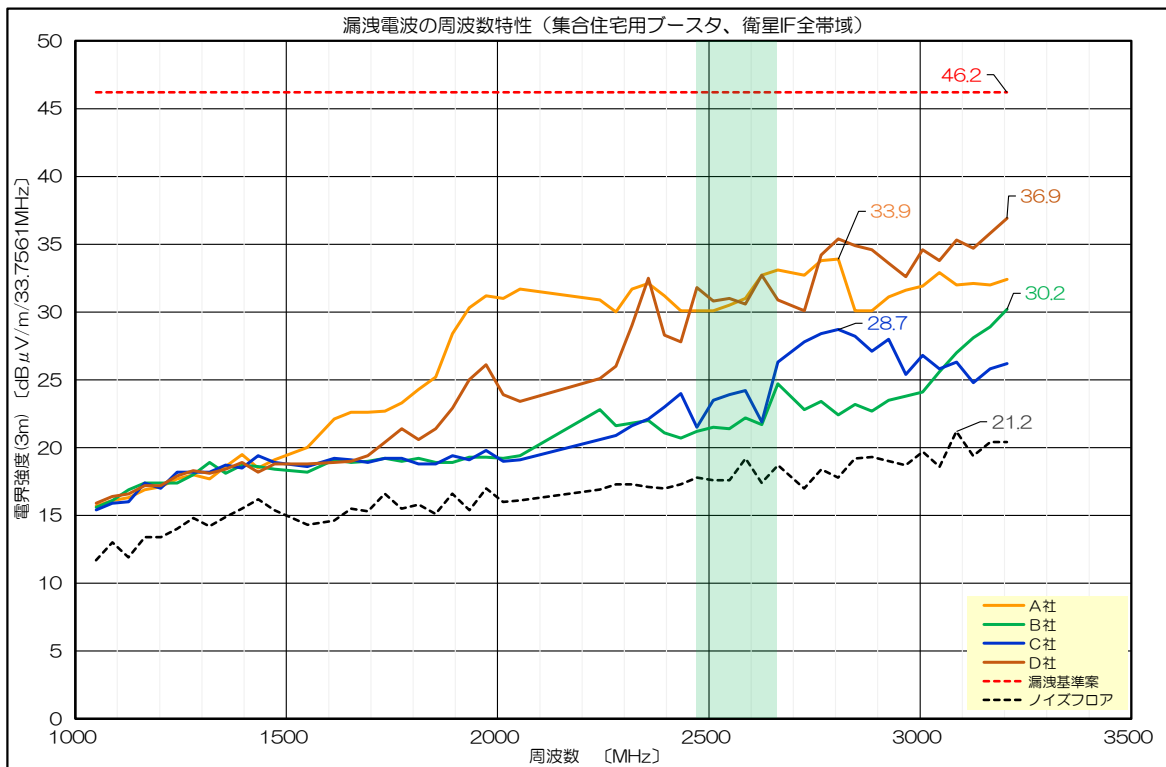


図 15 各社集合住宅用ブースタの周波数特性(各周波数の最大値)

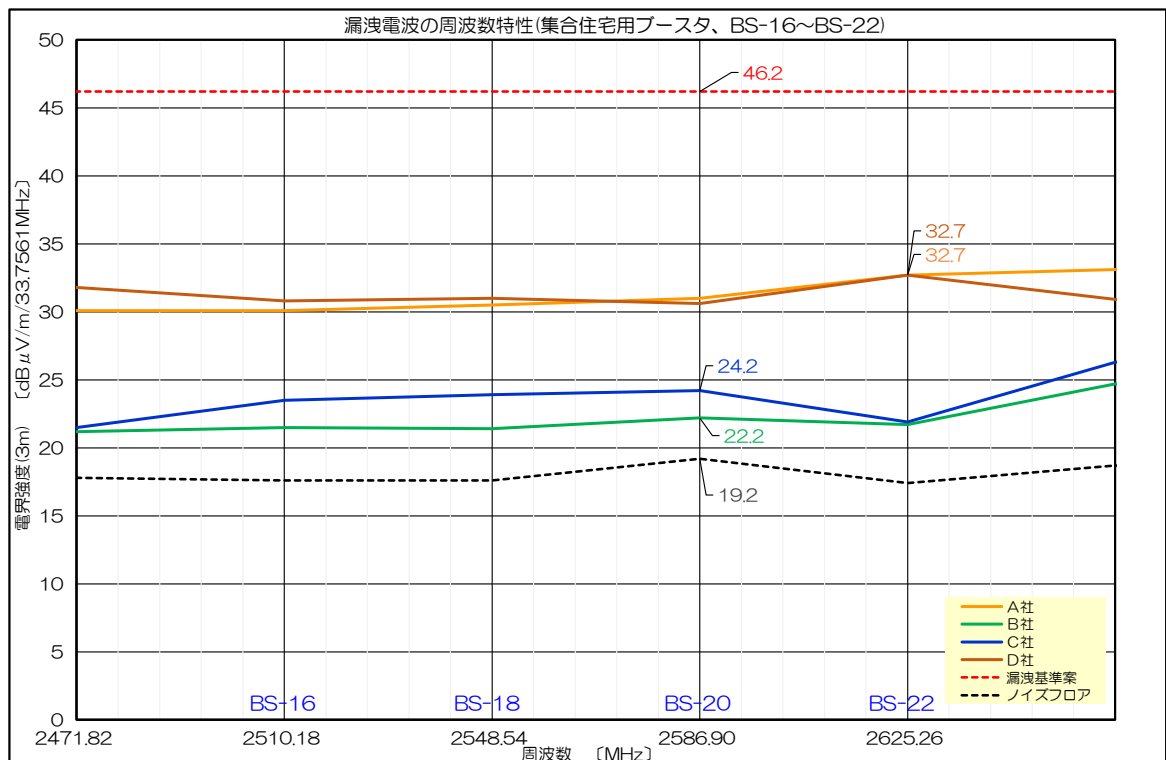


図 16 各社集合住宅用ブースタの周波数特性(BS-16~BS-22)

【測定結果の取りまとめ方法】

- ・ 周波数範囲：全 50ch の測定値の最大値 （下図は BS-16~BS-22 のみ表示）
- ・ 偏波：水平/垂直のうち最大値
- ・ 信号入力：定格出力が得られる入力電圧
- ・ 回転面：3軸測定手法に従った測定結果の最大値

【測定結果:換算後】 分配器・分岐器の漏洩電波の最大電界強度
 (ARIB STD-B63 記載のシステム設計例に示された入力レベルに換算した場合)

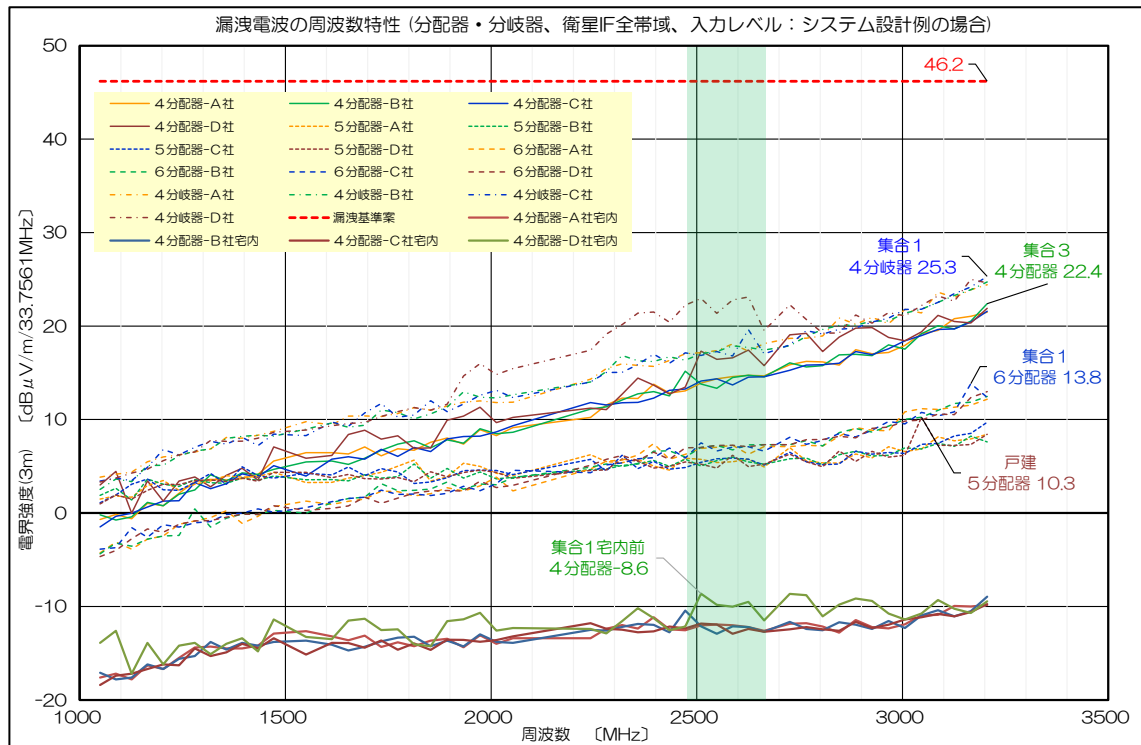


図 17 設計例に従って換算した場合の分配器・分岐器の漏洩電波の最大電界強度

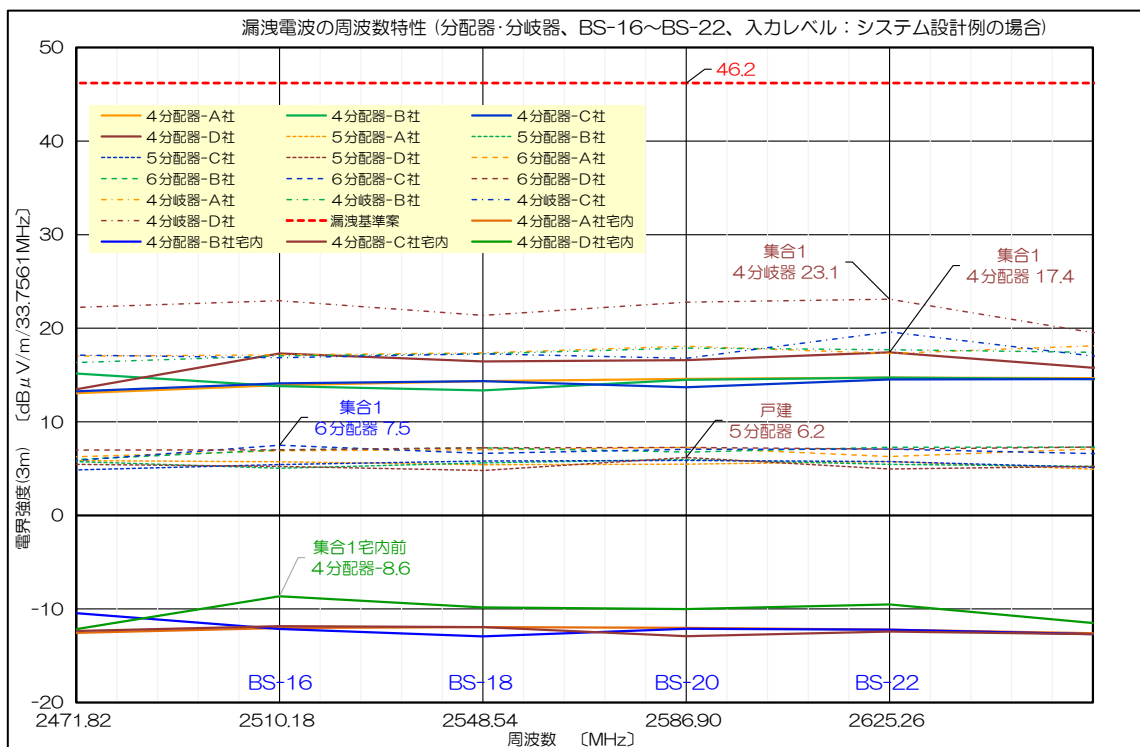


図 18 設計例に従って換算した場合の分配器・分岐器の漏洩電波の最大電界強度(BS-16~BS-22)

【測定結果の取りまとめ方法】

- ・ 周波数範囲：全 50ch の測定値の最大値 (下図は BS-16~BS-22 のみ表示)
- ・ 偏波：水平/垂直のうち最大値
- ・ 信号入力：110dBμV に固定 ⇒ 設計例に従って換算
- ・ 回転面：6 面固定測定手法に従った測定結果の最大値

【測定結果:換算後】 壁面端子の漏洩電波の最大電界強度
 (ARIB STD-B63 記載のシステム設計例に示された入力レベルに換算した場合)

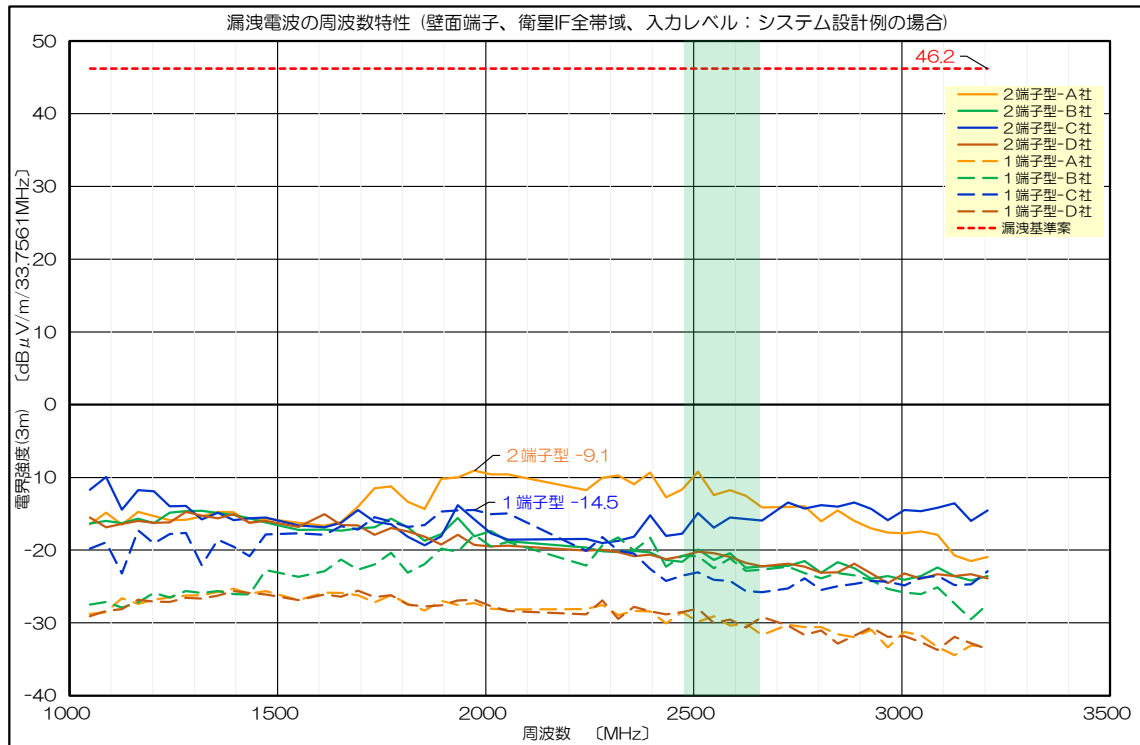


図 19 設計例に従って換算した場合の壁面端子の漏洩電波の最大電界強度

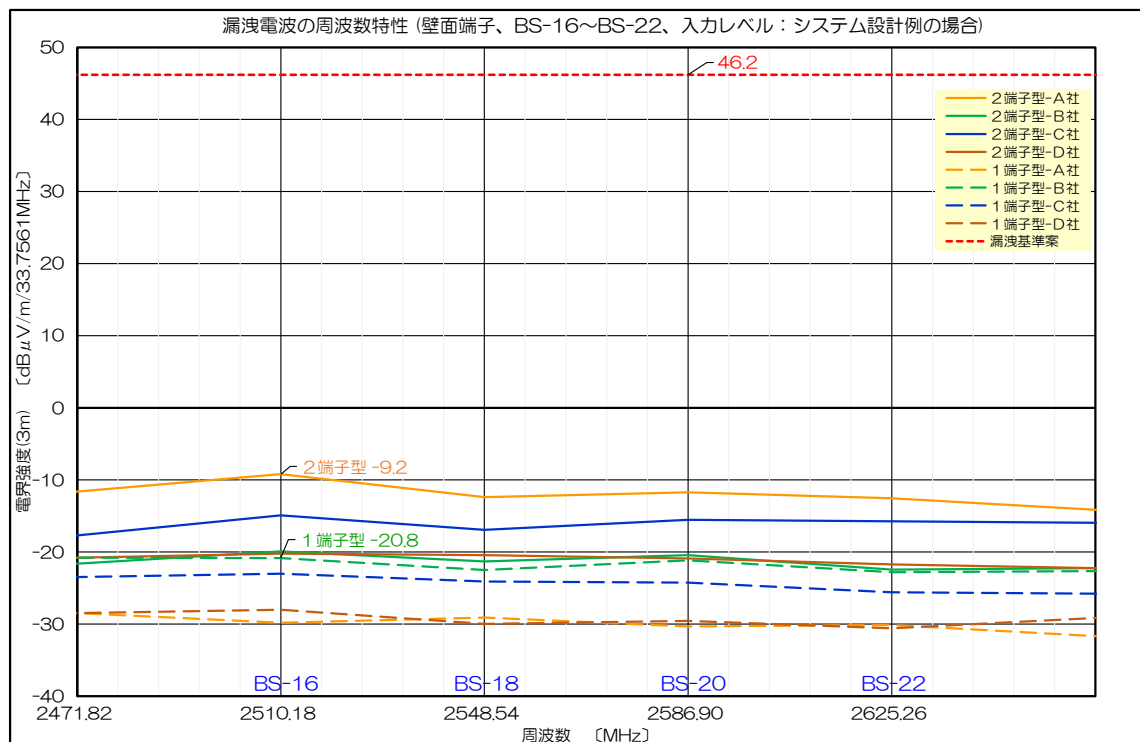


図 20 設計例に従って換算した場合の壁面端子の漏洩電波の最大電界強度(BS-16~BS-22)

- 【測定結果の取りまとめ方法】
- ・ 周波数範囲：全 50ch の測定値の最大値 (下図は BS-16~BS-22 のみ表示)
 - ・ 偏波：水平/垂直のうち最大値
 - ・ 信号入力：110dBμV に固定 ⇒ 設計例に従って換算
 - ・ 回転面：6 面固定測定手法に従った測定結果の最大値

【測定結果:換算後】 同軸ケーブルの漏洩電波の最大電界強度
 (ARIB STD-B63 記載のシステム設計例に示された入力レベルに換算した場合)

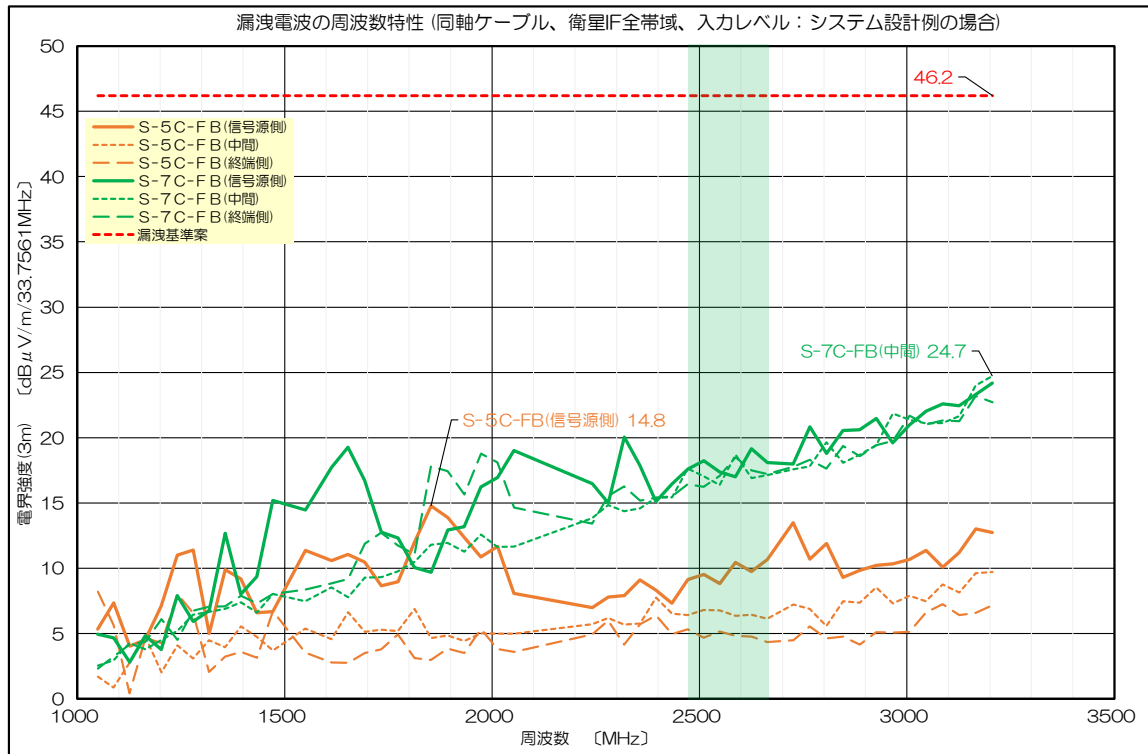


図 21 設計例に従って換算した場合の同軸ケーブルの漏洩電波の最大電界強度

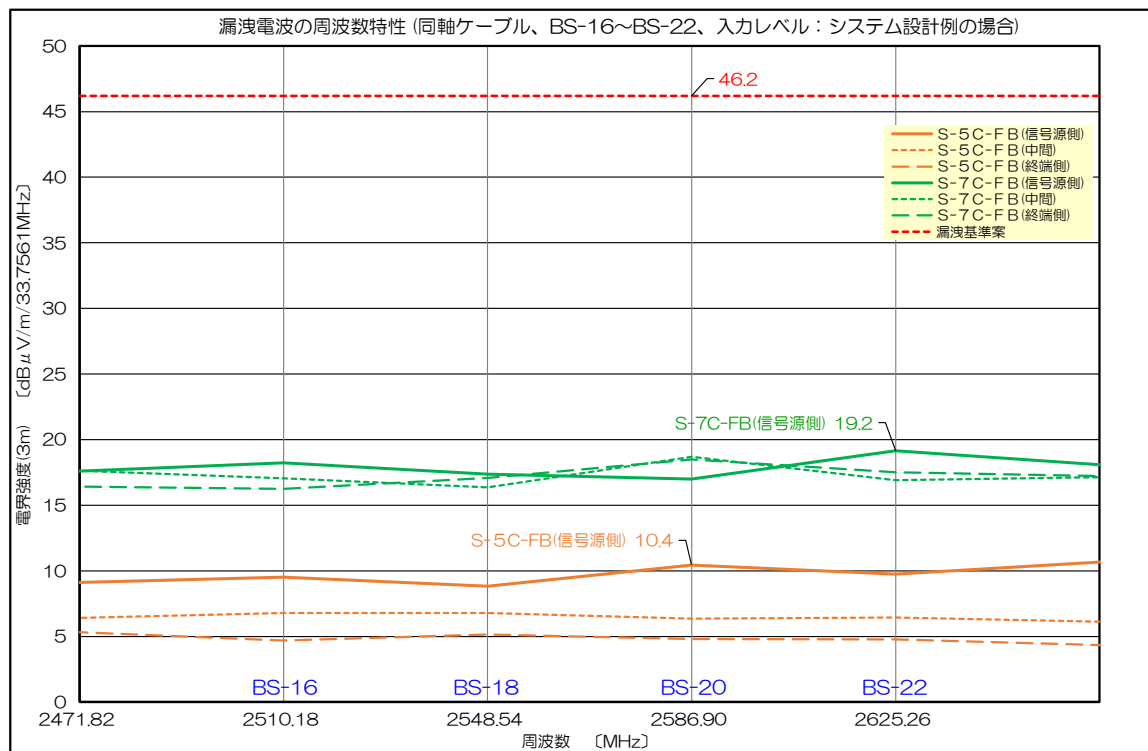


図 22 設計例に従って換算した場合の同軸ケーブルの漏洩電波の最大電界強度(BS-16~BS-22)

- 【測定結果の取りまとめ方法】
- ・ 周波数範囲：全 50ch の測定値の最大値 (下図は BS-16~BS-22 のみ表示)
 - ・ 偏波：水平/垂直のうち最大値
 - ・ 信号入力：110dBμV に固定 ⇒ 設計例に従って換算
 - ・ 回転面：1 面固定測定手法に従った測定結果の最大値

[参考] 壁面端子(単体)の出力を終端した場合と開放にした場合の漏洩の比較検討

漏洩電波が最大であった C 社の壁面端子を終端した場合と開放の場合の衛星 IF 全帯域での漏洩電波の最大電界強度と BS-16~BS-22 の帯域での最大漏洩電波を表 7、測定結果を図 23、図 24 に示す。

縦軸は漏洩電波の最大電界強度(単位は $\text{dB } \mu\text{V}/\text{m}/33.7561\text{MHz}$)、横軸は周波数(単位は MHz)とした。

表 7 壁面端子の開放-終端比較

帯域	被測定機器	最大電界強度 [$\text{dB } \mu\text{V}/\text{m}/33.7561\text{MHz}$]	
		入力：システム設計例	
		終端	開放
衛星 IF 全帯域	壁面端子(2 端子)	-10.0	12.2
	壁面端子(1 端子)	-14.5	2.2
BS-16~BS-22	壁面端子(2 端子)	-14.9	8.2
	壁面端子(1 端子)	-23.0	-0.2

表 7 より、システム設計例に従って測定値を換算すると最大でも $12\text{dB } \mu\text{V}/\text{m}/33.7561\text{MHz}$ 程度であり、漏洩基準である $46.2\text{dB } \mu\text{V}/\text{m}/33.7561\text{MHz}$ と比較して 30dB 以上のマージンがあることが分かる。

【測定結果:換算後】 壁面端子の開放-終端比較

(ARIB STD-B63 記載のシステム設計例に示された入力レベルに換算した場合)

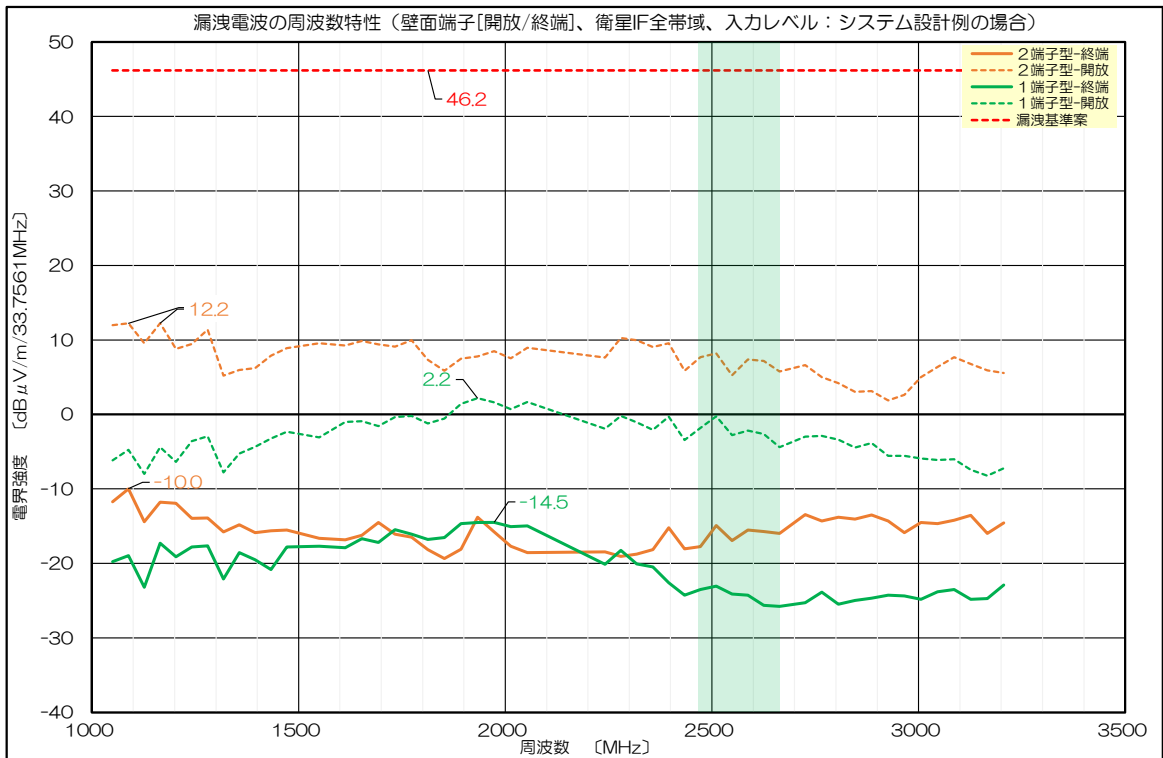


図 23 壁面端子(開放-終端比較)(各周波数の最大値)

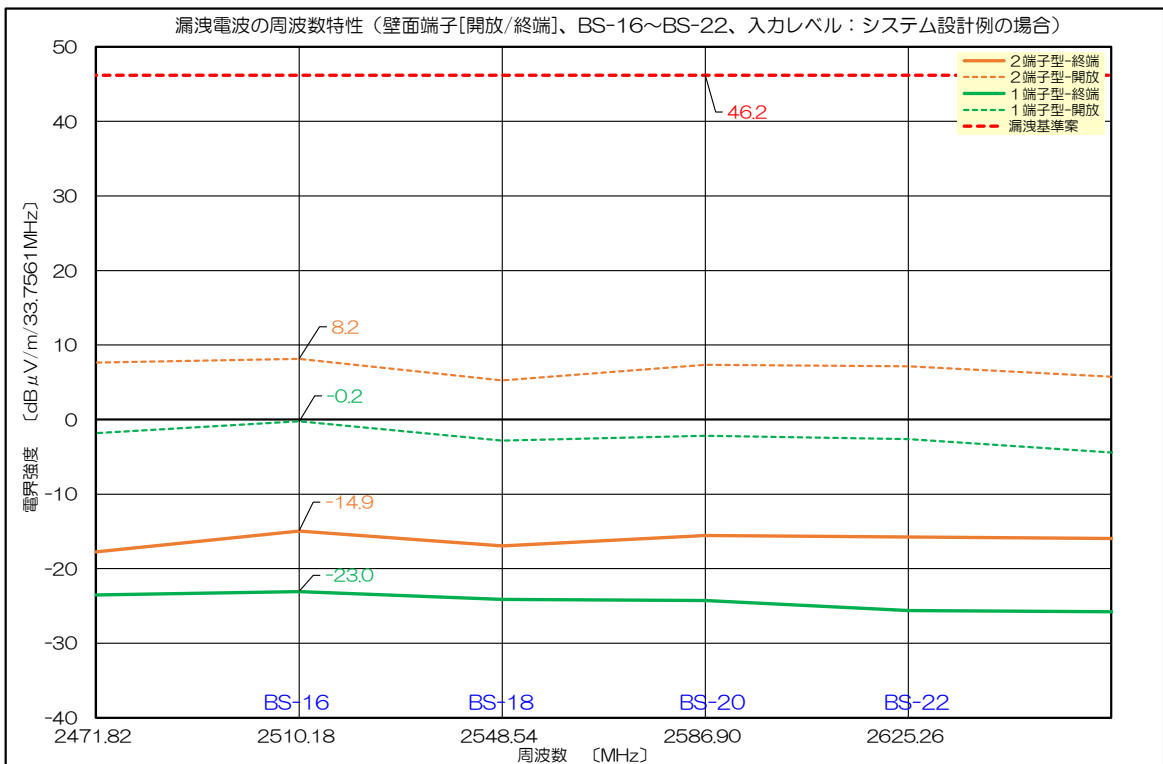


図 24 壁面端子(開放-終端比較)(BS-16~BS-22)

【測定結果の取りまとめ方法】

- ・ 周波数範囲: 全 50ch の測定値の最大値 (下図は BS-16~BS-22 のみ表示)
- ・ 偏波: 水平/垂直のうち最大値
- ・ 信号入力: 110dB μV に固定 ⇒ 設計例に従って換算
- ・ 回転面: 6面固定測定手法に従った測定結果の最大値

1.4 考察

表 5、表 6、表 7 に記載した測定結果の値を Rec.ITU-R P.523-3 Annex1(7)式により平均電力に換算した値を表 8、表 9、表 10 に示す。

表 8 平均電力に換算した値(全帯域での最大値)

被測定機器	測定手法	モデル	平均電力 [dBm/33.7561MHz]				
			A 社	B 社	C 社	D 社	E 社
ブースタ	3 軸測定	戸建住宅用	-58.5	-68.4	-61.3	-60.5	—
		集合住宅用	-61.4	-65.1	-66.6	-58.4	—
分岐・分配器	6 面測定	4 分配器	-73.8	-72.9	-73.7	-73.4	—
		4 分配器宅内	-105.2	-104.3	-105.1	-103.9	—
		5 分配器	-86.9	-87.1	-85.6	-85.0	—
		6 分配器	-83.1	-82.8	-81.5	-82.3	—
		4 分岐器	-70.9	-70.6	-70.0	-70.3	—
壁面端子(終端)		2 端子	-104.4	-109.9	-105.3	-110.0	—
		1 端子	-120.6	-113.2	-109.8	-120.9	—
ケーブル	1 面測定	S-5C-FB (30m)	—	—	—	—	-80.5
		S-7C-FB (50m)	—	—	—	—	-70.6

※表中の赤文字はその項目の最大値を示す

表 9 平均電力に換算した値(BS-16~BS-22 の帯域での最大値)

被測定機器	測定手法	モデル	平均電力 [dBm/33.7561MHz]				
			A 社	B 社	C 社	D 社	E 社
ブースタ	3 軸測定	戸建住宅用	-63.8	-72.4	-70.9	-61.4	—
		集合住宅用	-62.6	-73.1	-71.1	-62.6	—
分岐・分配器	6 面測定	4 分配器	-80.6	-80.8	-80.9	-77.9	—
		4 分配器宅内	-107.2	-107.4	-107.1	-103.9	—
		5 分配器	-89.5	-89.3	-89.4	-89.1	—
		6 分配器	-88.0	-88.0	-87.8	-88.0	—
		4 分岐器	-77.2	-77.4	-75.7	-72.2	—
壁面端子(終端)		2 端子	-104.5	-115.2	-110.2	-115.5	—
		1 端子	-124.4	-116.1	-118.3	-123.3	—
ケーブル	1 面測定	S-5C-FB (30m)	—	—	—	—	-84.9
		S-7C-FB (50m)	—	—	—	—	-76.1

※表中の赤文字はその項目の最大値を示す

表 10 壁面端子の開放-終端比較

帯域	被測定機器	平均電力 [dBm/33.7561MHz]	
		終端	開放
衛星 IF 全帯域	壁面端子(2 端子)	-105.3	-83.1
	壁面端子(1 端子)	-109.8	-93.1
BS-16~BS-22	壁面端子(2 端子)	-110.2	-87.1
	壁面端子(1 端子)	-118.3	-95.5

衛星放送用受信設備機器単体について 3 軸測定手法(能動機器)、6 面固定測定手法(受動機器、同軸ケーブルを除く)および 1 面固定測定手法(同軸ケーブル)による測定結果を ARIB STD-B63 記載のシステム設計例に示された入力レベルに換算した値より、漏洩電波の最大値は漏洩基準-49.1dBm/33.7561MHz 以下であることを確認した。

また、戸建住宅用ブースタおよび集合住宅用ブースタにおいては、漏洩基準に対して実力値として 10dB 程度のマージンがあり、測定機器(スペクトラムアナライザ)のノイズフロアに対して全ての帯域にて数 dB 以上のマージンがとれていた。集合住宅用ブースタは戸建住宅用ブースタと比較して、利得および定格出力ともに約 10dB 高いが、漏洩レベルには大きな差異は見られなかった。

さらに、分配器、分岐器および同軸ケーブルについては 20dB 程度の漏洩基準に対する実力値としてのマージンがあることが分かった。なお、一部周波数において漏洩電波がノイズに埋もれる場合があることが分かり、測定機器の RBW を適切に調整(100kHz)して測定を行うことで測定値を得ることができた。今回の測定では CW 信号の入力レベルについては、ARIB STD-B63 記載のシステム設計例においては、これより低い入力レベルとなる機器も多いが、漏洩電界強度とノイズレベルとの切り分けを確実にに行えるようにするため、110dB μ V の入力に固定し測定を行った。壁面端子の開放時については大きな値になったが、今回の測定では入力レベルを 110dB μ V で測定した為、大きな値になった。壁面端子の通常運用レベルでは、約 80dB μ V 以下であるので 110dB μ V に対して 30dB のマージンがあるため、壁面端子の実力値は漏洩基準に対し、仮に開放状態であっても 20dB 以上のマージンがあることが分かった。

上記の結果に加え戸建住宅用ブースタ、集合住宅用ブースタ、分配器、分岐器および同軸ケーブルについては、概ね周波数が低くなるほど漏洩電界強度も減衰する傾向が見られることが分かった。

上記の結果より受動機器の漏洩電波は低く、干渉源としてはブースタが支配的である、との考えは試験結果でも裏付けられた。

なお、ARIB STD-B63 の設計例を参照すると、壁面端子の入力レベルは約 80dB μ V 以下であるが、この入力レベルに対する漏洩電波をノイズと切り分けて測定するためには、時間をかけてノイズフロアを下げて測定する必要がある。そのため、全機種、全周波数(50 チャンネル)、6 面全方向で測定することは時間的な制約から難しい。そこで、漏洩電波が最大となった C 社の壁面端子(2 端子)をサンプルとし、最大の漏洩方向 1 面について、周波数は BS-16、BS-20 の中心周波数のみで、入力レベルを 110 dB μ V から 80dB μ V まで変化させて測定を行うこととした。スペクトラムアナライザの設定はスパン:150kHz、RBW:300Hz とし、ノイズフロアを約-15dB μ V/m/33.7561MHz まで下げて測定した。その結果を表 11 に示す。

表 11 壁面端子(2端子)における入力レベルと漏洩電界強度の関係

周波数	入力レベル[dB μ V]						
	80	85	90	95	100	105	110
2510.18MHz(BS-16)	-7.7	-1.8	2.6	7.7	12.8	17.6	22.6
2586.90MHz(BS-20)	-4.7	-0.5	4.3	9.5	14.3	19.5	24.4
測定値の単位: dB μ V/m/33.7561MHz							
測定条件: C 社の壁面端子(2 端子)、2 端子終端、天面 1 方向、距離 3m で測定(RBW:300Hz)							

表 11 より、入力レベルを 110 dB μ V とした場合の結果から換算した値と実測値との偏差は、最大でも 1dB 以内であることが確認できた。

2. 衛星放送用受信設備の漏洩電波試験

2.1 原理・考え方

無線システムとの干渉評価においては、干渉源としてブースタからの漏洩が最大になるとの想定のもと、シングルエントリーを前提とした。機器単体の測定により、干渉源としてブースタの漏洩電力が受動機器と比較して支配的であることを検証する一方、受信システムとして構築した状況下においても、ブースタが支配的であることを実機を用いた受信システムを組み上げて検証する。

また、機器単体の測定と同様、ノイズレベルに近い領域で漏洩電界強度を測定することになるため、電波暗室内にシステムモデルを組み上げて試験を行うこととする。

構築するシステムモデル(宅内配線モデル)は、ARIB STD-B63 記載のシステム設計例 4 パターンのうち、戸建住宅のモデルと集合住宅①のモデルの 2 パターンを電波暗室内に構築することとする。

集合住宅①は高出力ブースタ 2 段構成、集合住宅②③はブースタ 3 段構成となっている。干渉源としてブースタが支配的と想定されるため、ブースタの出力レベルが最も高くなる集合住宅①を評価することで、集合住宅のシステムモデルは代表できるものと考えられる。

実際の使用状況下では、ブースタ間は一定の離隔距離がとられ、かつ床面、壁面等で隔離されることを考慮すると、ブースタ 3 台のモデルを実機で評価する意味は少ないものと思われる。

一方、電波暗室内で測定する場合、広帯域・高利得を確保するためダブルリッジホーンアンテナの使用が必須となり、今回使用するアンテナの例では、距離 3m における半値幅は約 1.6m となる。そこで、実際の使用例としてはレアケースと考えられるが、最も厳しい条件下での一例として、半値幅内でシステムモデルを構築することとする。

具体的な配置としては、戸建住宅は地上高 80cm から 160cm まで、集合住宅①は地上高 80cm から 250cm までの範囲で、木製ボード上に各機器を縦一列に配置する。地上高 80cm からとするのは、床面に置く電波吸収材の影響を避けるためである。

木製ボードを使用することにより、反射の影響も考えられるが、これを避けるためには発泡スチロール製のベースを採用しなければならず、強度面から機器を配置することは困難である。また、実際の使用状況下でも木製の壁に設置されることが一般的で、発泡スチロール製の壁に設置されることは考えにくいいため、システムモデルの測定は木製ボードで行うこととする。

測定距離は 3m とし、組み上げた木製ボードごと回転台により 45 度刻みで回転させ、計 8 方向から測定を行う。機器単体の測定で 15 度刻みの特性をとっているため、システムの測定は 45 度刻みに簡略化する。

一方で高さ方向については、半値幅内に各機器を配置することとしたが、3.2GHz 帯の半波長が約 5cm と短いことから、複雑なハイトパターンを形成することも考えられる。そこで、高さ方向に 5cm 刻みで受信アンテナを昇降させ、ハイトパターンについても測定することとする。

以下では、2.1.1 の項で戸建住宅のシステムモデルの考え方を、2.1.2 の項で集合住宅①のシステムモデルの考え方を示す。

2. 1. 1 戸建住宅のシステムモデルの考え方

以下の地上高で木製ボード上に各機器を配置する。

ブースタ:	150cm
5 分配器:	130cm
壁面端子(2 端子型):	110cm
ブースタ電源部:	90cm (いずれも各機器の中央部の位置とする)

ARIB STD-B63 記載のシステム設計例には、ブースタ電源部の記載はないが、戸建住宅用のブースタは電源分離型が一般的であるため、上記の構成とした。壁面端子と電源部は、実際の使用状況を考慮し、2m の同軸ケーブルで接続する。

各機器の空きコネクタには終端コネクタを接続するが、壁面端子については、電源部が接続されない端子について、オープンの場合も測定する。

規定の長さの同軸ケーブルを使用するため 10m を 2 本、30m を 1 本を接続するが、同軸ケーブルの余長部分は木製ボードの背面の床に巻いておくこととする。同軸ケーブルを巻いた場合、漏洩状況に影響があるかどうかについて、事前測定で確認しておく。

以上の考え方で構築したシステムモデルにおいて、可能な限り ARIB STD-B63 記載のシステム設計例を模擬したものとするため、ブースタ出力が約 101dB μ V となるよう入力信号レベルを調整する。衛星放送の全 50 チャンネルの中心周波数で CW 信号を入力する考え方は、機器単体の測定と同様である。

ARIB STD-B63 記載のシステム設計例において、戸建住宅の場合は周波数によらず、ブースタの利得は一定となっているため、同様の設定が可能なブースタを選定し、木製ボード上に配置する。

また、ARIB STD-B63 記載のシステム設計例では壁面端子の出力レベルが周波数により、54.9 dB μ V \sim 76.2 dB μ V の範囲となっているが、実際に組み上げたモデルにおける差異も測定する。

以上の考え方にに基づき、3m の距離で漏洩電界強度を測定する。回転方向は 45 度刻みで 8 方向、高さ方向は地上高 80cm から 160cm まで 17 ポイントで測定する。この測定により、干渉源としてブースタが支配的とした想定について評価を行う。

さらに、漏洩基準として設定した-49.1dBm/33.7561MHz と比較して、システムとしての実力値にどの程度のマージンがあるかを検証する。

2. 1. 2 集合住宅①のシステムモデルの考え方

以下の地上高で木製ボード上に各機器を配置する。

ブースタ(1 段目):	230cm
4 分配器:	200cm
ブースタ(2 段目):	170cm
6 分配器:	140cm
4 分岐器:	120cm
4 分配器:	100cm
壁面端子(1 端子型):	80cm (いずれも各機器の中央部の位置とする)

各機器の空きコネクタには終端コネクタを接続する。

1 段目のブースタと 2 段目のブースタとの間の距離は 60cm であり、実際の使用状況下ではレアケースと考えられる。あくまでこのシステムモデルは、最も厳しい条件下での一例として構築するものであり、仮にブースタ 2 台の漏洩電波が合成され、機器単体の漏洩を上回る結果となった場合で

も、漏洩基準からどの程度のマージンがあるか、最悪条件下の一例として、データを取得することとする。

規定の長さの同軸ケーブルを使用するため 10m から 50m までの長尺のものを 6 本を接続するが、同軸ケーブルの余長部分は木製ボードの背面の床に巻いておくこととする。同軸ケーブルを巻いた場合、漏洩状況に影響があるかどうかについて、事前測定で確認しておく。

以上の考え方で構築したシステムモデルにおいて、可能な限り ARIB STD-B63 記載のシステム設計例を模倣したものとするため、ブースタ出力が約 114dB μ V となるよう入力信号レベルを調整する。衛星放送の全 50 チャンネルの中心周波数で CW 信号を入力する考え方は、機器単体の測定と同様である。

ARIB STD-B63 記載のシステム設計例において、集合住宅の場合は、ブースタの利得は周波数に応じて右肩上がりの特性となっているため、同様の設定が可能で、かつ定格出力として上記のとおり 114dB μ V が可能なブースタを選定し、木製ボード上に配置する。

以上の考え方に基づき、3m の距離で漏洩電界強度を測定する。回転方向は 45 度刻みで 8 方向、高さ方向は地上高 80cm から 250cm まで 35 ポイントで測定する。この測定により、干渉源としてブースタが支配的とした想定について評価を行う。

さらに、高出カブースタを 60cm 間隔で 2 台配置するという最悪条件下の一例としての本モデルの漏洩レベルを漏洩基準として設定した -49.1dBm/33.7561MHz と比較することにより、最悪条件下においても漏洩基準に対しマージンがあるかを検証する。

2.2 試験方法

衛星放送用受信設備の漏洩電波について、ARIB STD-B63 記載のシステム設計例の宅内配線モデル(1種類の戸建住宅モデルおよび3種類の集合住宅モデル)を参照した近似モデルを電波暗室内に構築し、漏洩電波の電界強度を測定する。具体的には、戸建住宅モデルは同資料の「1.2 1軸同軸配線システムの設計例」の「1.2.1 戸建住宅」に記載されている戸建住宅モデルを参照し、集合住宅モデルは同資料の「1.2 1軸同軸配線システムの設計例」の「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」に記載されている集合住宅モデルを参照した。なお、集合住宅モデルとして“集合住宅①”を選択した理由は、漏洩電波の強度がブースタの出力レベルに依存することより3つのモデルのうち出力レベルが一番高い(116.7dB μ V)を採用していることに因る。

以下に示す2種類の宅内配線モデルにおける平均漏洩電界強度の測定を実施する。

配線モデルについて、表12、図25に示す。

表12 宅内配線モデル

配線モデル	測定手法
戸建住宅モデル	ARIB STD-B63 参考資料1の「1.2 1軸同軸配線システムの設計例」の「1.2.1 戸建住宅」に記載されているモデルを参照した近似モデルを電波暗室内に構築し、漏洩電波の電界強度を測定する。
集合住宅モデル	ARIB STD-B63 参考資料1の「1.2 1軸同軸配線システムの設計例」の「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」に記載されているモデルを参照した近似モデルを電波暗室内に構築し、漏洩電波の電界強度を測定する。

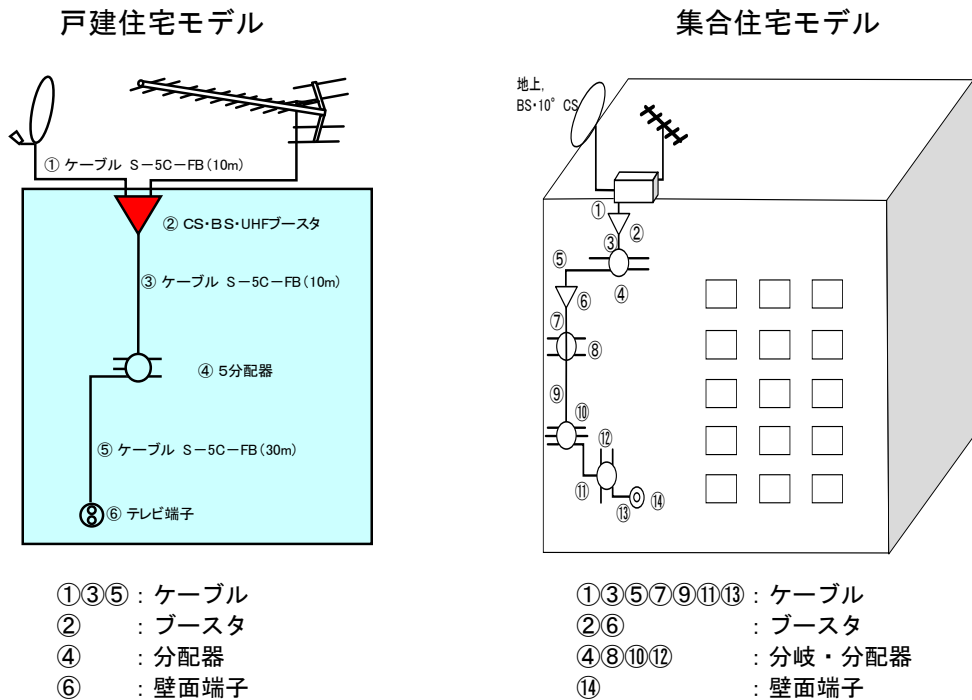


図 25 配線モデル
 (ARIB STD-B63 1.6 版 P.80 および P82 参照)

2.2.1 試験環境

漏洩電波測定を行う電波暗室内の構成、試験機材、電気的性能、サイトの仕様、については「1.2.1 試験環境」で示した図 1、図 2 および図 3 と同じである。

2.2.2 被測定機器

被測定機器については、戸建住宅モデルについては周波数的に利得が平坦なブースタを、また集合住宅モデルについては定格出力が最も高いブースタを用いる。

戸建住宅モデルに用いる被測定機器を表 13 に、また、集合住宅モデルに用いる被測定機器を表 14 に示す。

表 13 戸建住宅モデルに用いる被測定機器

品名	標準利得[dB] /特徴など	定格出力[dB μ V]
C社 戸建住宅用ブースタ	~38	103
C社 5分配器	3.2GHz 対応品(1端子通電形)	
C社 壁面端子(2端子)	3.2GHz 対応品	
E社 同軸ケーブル	S-5C-FB	

なお、同軸ケーブルの余長部分を木製ボードの背面の床に巻いた場合の漏洩状況を事前に確認したが、影響は確認されなかった。

表 14 集合住宅モデルに用いる被測定機器

品名	標準利得[dB] /特徴など	定格出力[dB μ V]
B社 集合住宅用ブースタ	~45	~117
B社 4分岐器	3.2GHz 対応品(入出力間端子通電形)	
B社 4分配器	3.2GHz 対応品(1端子通電形)	
B社 6分配器	3.2GHz 対応品(1端子通電形)	
B社 壁面端子(1端子)	3.2GHz 対応品	
E社 同軸ケーブル	S-5C-FB、S-7C-FB	

2.2.3 戸建住宅モデルの試験方法

ブースタ、分配器、壁面端子および同軸ケーブルを約 1.9m 高のボードに実装し、ARIB STD-B63 参考資料1「1.2.1 戸建住宅」の“表 R1-3 戸建住宅のシステム設計例”（「参考資料 3.1 高度広帯域衛星デジタル放送用受信装置標準規格(望ましい仕様)〈抜粋〉」を参照のこと)に記載されている設計値になるようにブースタを設定し、漏洩電波の電界強度を測定する。

戸建住宅モデルの試験方法について図 26 に示す。

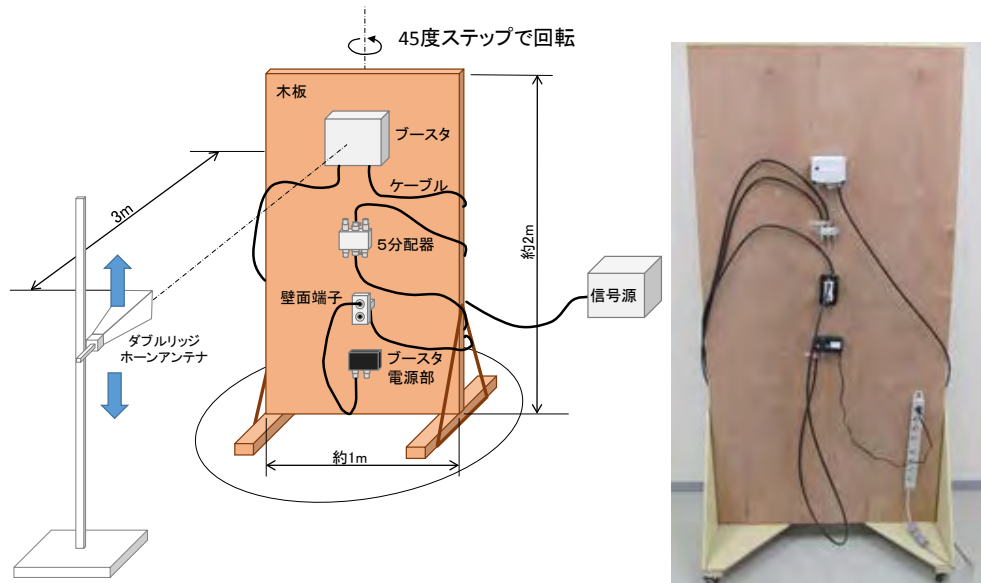


図 26 戸建住宅モデルの試験方法

戸建住宅モデルにおいて、ブースタの利得は周波数によらず利得を 34dB に、出力レベルを 101dB μ V(チルトなし)に設定する。

機器固有の特性は、ここでは、ブースタなどを通常設置する方向に設置し、1 軸測定手法によりボード全体を 45 度刻み(8 方向)で回転させるとともに、右旋偏波および左旋偏波について、BS および CS の全中心周波数(1049.48~3206MHz、全 50 波)を 38.36MHz(BS)ないし 40MHz(CS)の周波数ステップで漏洩電波の電界強度を測定する。このとき、スペクトラムアナライザの RBW は 300kHz、VBWは 3MHz とする。

また、測定位置による漏洩電界強度分布を把握するために、ブースタの高さに対して 10cm 加えた位置(最上位点)からブースタ電源部の位置(最下位点)までを 5cm 間隔で測定を実施する。測定風景を図 27 に示す。



図 27 戸建住宅モデルの機器の配置

2.2.4 集合住宅モデルの試験方法

ブースタ、分配器、分岐器、壁面端子および同軸ケーブルを約 2.4m 高のボードに実装し、ARIB STD-B63 参考資料1「1.2.2 集合住宅①」の“表 R1-4 集合住宅①のシステム設計例”(「参考資料 3.1 高度広帯域衛星デジタル放送用受信装置標準規格(望ましい仕様)〈抜粋〉」を参照のこと)に記載されている設計値になるようにブースタを設定し、漏洩電波の電界強度を測定する。

集合住宅モデルの試験方法について図 28 に示す。

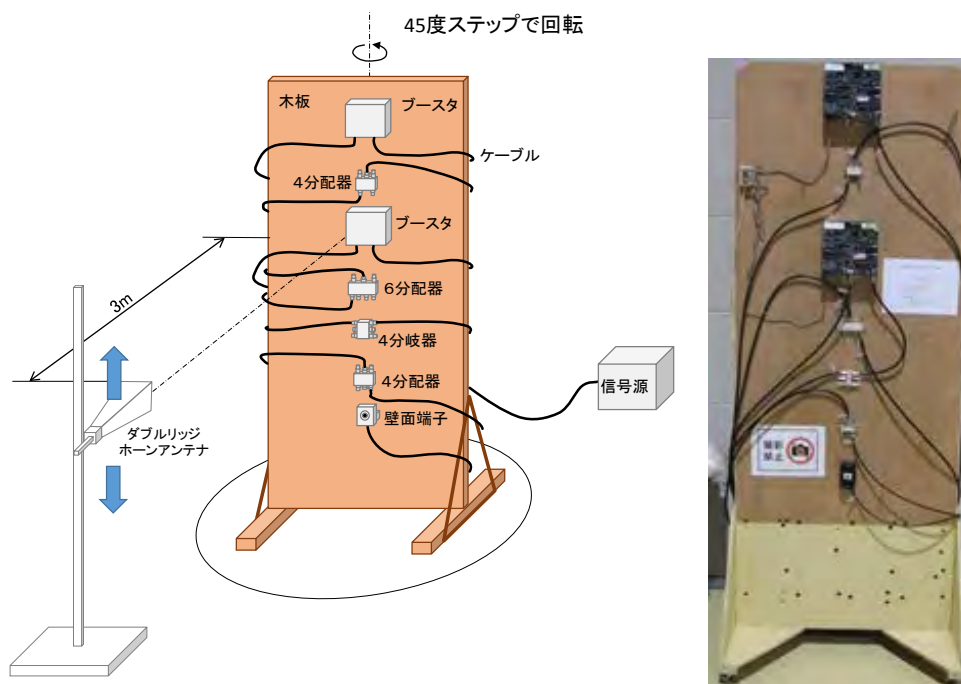


図 28 集合住宅モデルの試験方法

集合住宅モデルにおいて、初段のブースタの利得を 43.7dB(3220MHz)以上に、出力レベルを約 114dB μ V(3220MHz)(チルト有り)に設定するとともに、次段のブースタの利得を 43.7dB(3220MHz)以上に、出力レベルを約 113dB μ V(3220MHz)(チルト有り)に設定する。

戸建住宅モデルの測定と同様に、ブースタなどを通常設置する方向に設置し、1 軸測定手法によりボード全体を 45 度刻み(8 方向)で回転させるとともに、右旋偏波および左旋偏波について、BS および CS の全中心周波数(1049.48~3206MHz、全 50 波)を 38.36MHz(BS)ないし 40MHz(CS)の周波数ステップで漏洩電波の電界強度を測定する。このとき、スペクトラムアナライザの RBW は 300kHz、VBW は 3MHz とする。

また、測定位置による漏洩電界強度分布を把握するために、ブースタの高さに対して 20cm 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 間隔で測定を実施する。

2.2.5 測定条件

測定条件は以下のとおりである。

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 記載のシステム設計例に記載された構成例(図 R1-1)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 μV (1032MHz) ~ 54.9dB μV (3220MHz) よりも高くなる場合がある

集合住宅モデル ARIB STD-B63 記載のシステム設計例に記載された構成例(図 R1-2)に従って構築

※ 初段のブースタは、利得が 43.7dB (3220MHz) 以上、出力レベルが約 114 dB μV (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、出力レベルが約 113 dB μV (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も良い)

※ 壁面端子の出力が 67.2dB μV (1032MHz) ~ 57.4dB μV (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(戸建住宅モデルはブースタ電源部)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)

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: 300kHz、VBW: 3MHz

受信アンテナ ダブルリッジホーンアンテナ

2.3 試験結果

戸建住宅モデル、集合住宅モデルの試験結果の最大値をまとめたものを表 15 に示す。また、周波数特性を図 29、図 30 に示す。なお、縦軸は最大漏洩電界強度(単位は dB $\mu V/m/33.7561MHz$)、横軸は周波数(単位は MHz)とした。

表 15 宅内配線モデルの最大漏洩電界強度

被測定モデル	最大漏洩電界強度 [dB $\mu V/m/33.7561MHz$]	周波数 [MHz]
戸建住宅モデル	31.0	2625.26
集合住宅モデル	36.6	3206.00

なお、同軸ケーブルの余長分を巻いた場合の漏洩状況を確認したが、特段影響は確認されなかった。

【試験結果】 宅内配線モデルの漏洩電波の電界強度

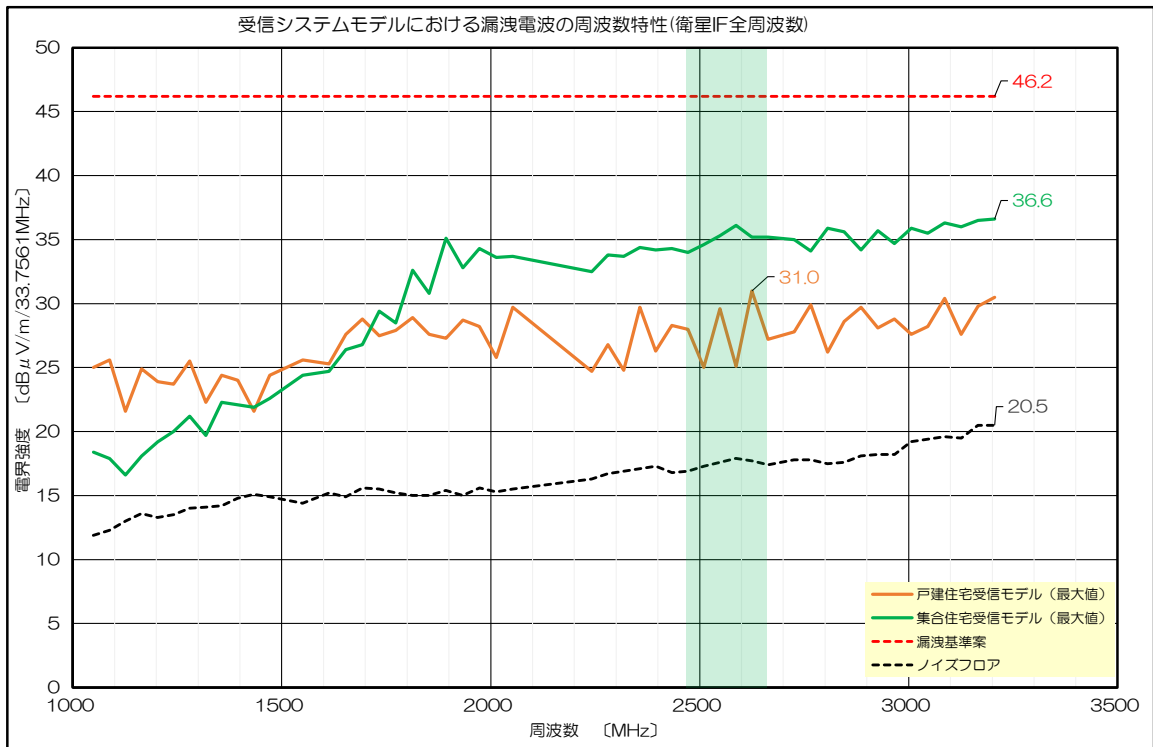


図 29 宅内配線モデルの周波数特性(各周波数の最大値)

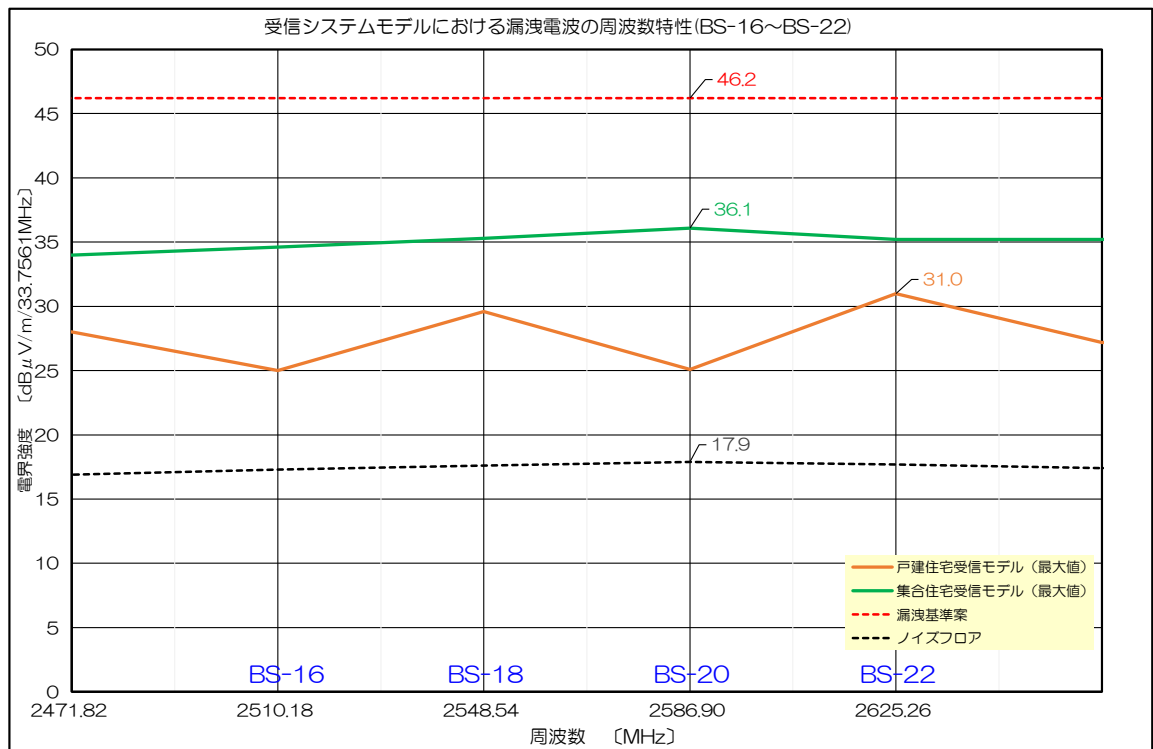


図 30 宅内配線モデルの周波数特性(BS-16~BS-22)

宅内配線モデルのハイトパターン特性を表 16 に示す。また、高さで最大漏洩電界強度の特性を図 31 および図 32 に示す。縦軸は高さ(単位は cm)、横軸は最大漏洩電界強度(単位は $\text{dB } \mu\text{V/m/33.7561MHz}$)とした。

表 16 宅内配線モデルにおける漏洩電波の電界強度(高さ方向の分布)

被測定モデル	最大漏洩電界強度 [dB μ V/m/33.7561MHz]	高さ [cm]
戸建住宅モデル	31.0	145
集合住宅モデル	36.6	165

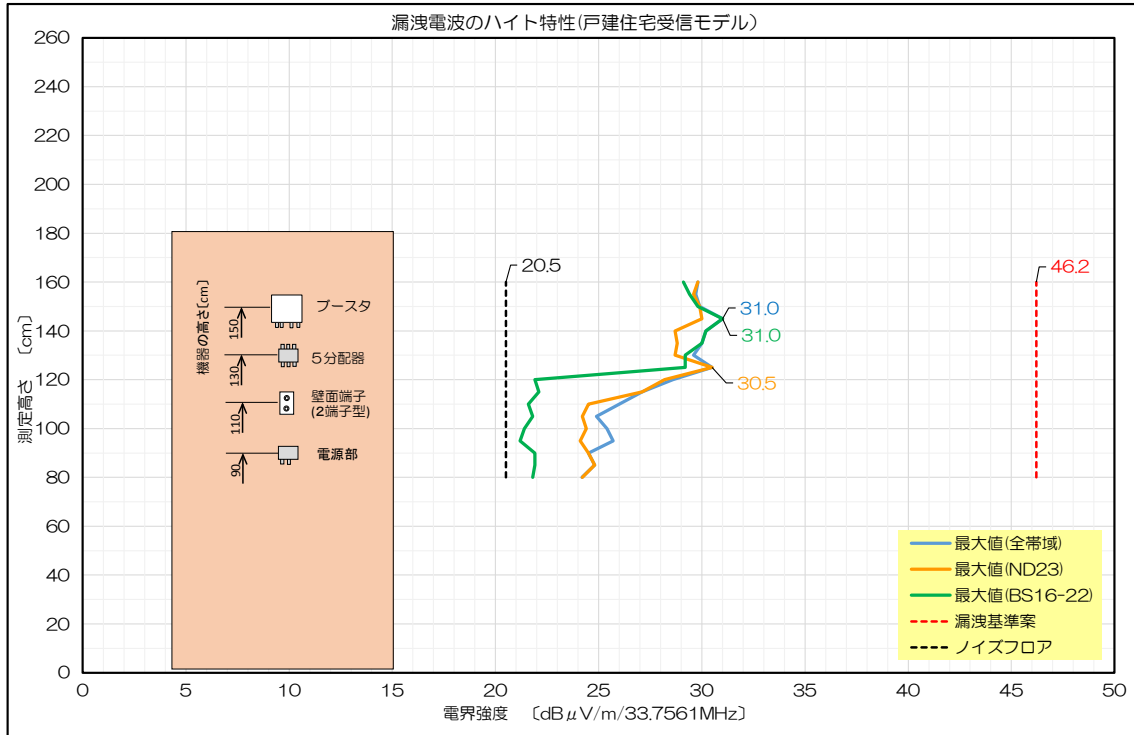


図 31 戸建住宅モデルの漏洩電界強度の高さ方向の分布

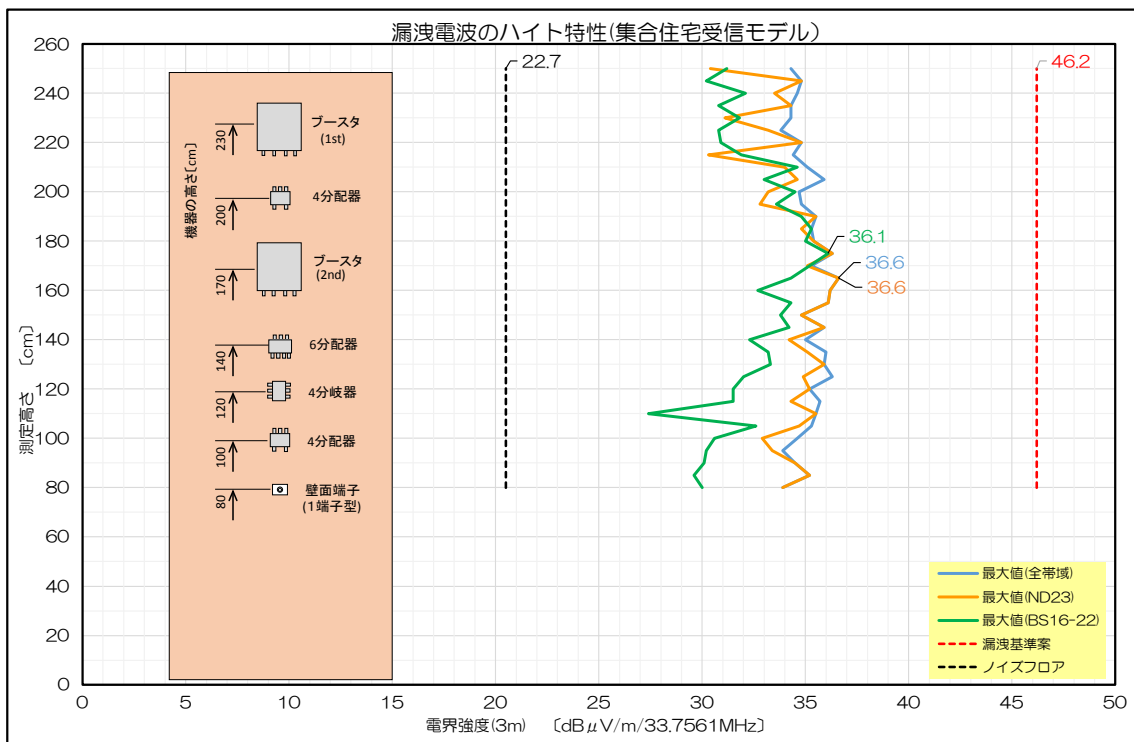


図 32 集合住宅モデルの漏洩電界強度の高さ方向の分布

2.4 考察

表 15、表 16 に記載した測定結果の値を Rec.ITU-R P.523-3 Annex1(7)式により平均電力に換算した値を表 17 に示す。

表 17 平均電力に換算した値

被測定モデル	平均電力 [dBm/33.7561MHz]	周波数 [MHz]	高さ [cm]
戸建住宅モデル	-64.3	2625.26	145
集合住宅モデル	-58.7	3206.00	165

衛星放送用受信設備の 1 軸測定手法による測定結果より、漏洩電波の最大電界強度は、戸建住宅モデルで-64.3dBm/33.7561MHz 程度、集合住宅モデルで-58.7dBm/33.7561MHz 程度であり、漏洩基準である-49.1 dBm/33.7561MHz 以内であることを確認できた。また、漏洩基準に対して実力値として全ての帯域において概ね 10dB のマージンがあることが分かった。

さらにスペクトラムアナライザのノイズフロアレベルに対して、測定値は全ての帯域において数 dB のマージンがとれていた。

測定位置による漏洩電界強度分布の結果より、「1 衛星放送用受信設備機器単体の漏洩電波試験」の場合では、干渉源としてはブースタが支配的だという結果が得られたが、宅内配線モデルにおける測定でも戸建住宅の場合は、ブースタ単体の測定結果と大きく異なる漏洩は確認されなかった。しかし、高出力ブースタ 2 台を 60cm 間隔で配置した集合住宅の最悪条件下の一例としてのモデルにおいては、ブースタ単体の漏洩電力を約 6dB ほど上回る最大漏洩電力が観測された。その場合においても、漏洩基準に比較すると、約 10dB のマージンがあることが分かった。

3. 衛星放送用受信設備と他の無線システムとの干渉試験

3.1 原理・考え方

3.1.1 N-STAR との干渉試験の考え方

N-STAR 受信端末の共用条件を表 18 に記載する。所要離隔距離における電界強度も付記した。

表 18 N-STAR 受信端末の共用条件

所要 離隔距離 [m]	所要離隔距離 での電界強度 [dB μ V/m/ 33.7561MHz]	所要 ブースタ高 [m]	ブースタ高 10m での 最大離隔距離 [m]	ブースタ高 10m での マージン [dB]	許容干渉電力を 満たすための 端末移動距離[m] (カッコ内は角度)
43.2	23.0	28.9	13.4	10.2	8.0 (約 30 度)
		33.5	11.5	11.5	7.4 (約 30 度)
		35.0	10.9	11.9	7.2 (約 30 度)

N-STAR 受信端末との干渉検討により、共用条件を満たす漏洩電界強度は 23.0dB μ V/m/33.7561MHz、所要離隔距離は 43.2m との結果が得られた。しかし、ブースタ高を 10m と想定した場合、この離隔距離は確保できず、都市モデルが福岡の場合で、11.9dB のマージンが必要となる。

一方、「1 衛星放送用受信設備機器単体の漏洩電波試験」の結果より、ブースタの漏洩電界強度の最大値は、N-STAR 受信端末の使用周波数帯が存在する BS-16、BS-18 チャンネルにおいて、漏洩基準の 46.2dB μ V/m/33.7561MHz より 12.3dB 低い 33.9dB μ V/m/33.7561MHz という結果が得られた。これは表 18 の 11.9dB のマージンをクリアしている。

従って、ブースタの実力値を考慮した場合、ブースタ高が 10m であれば、共用条件を満たすために N-STAR 受信端末を水平移動する必要はなく、自動的に必要な離隔距離が確保される可能性があるものと考えられる。

そこで、干渉試験の考え方としては、電波暗室内にブースタを高さ 10m、N-STAR 受信端末を高さ 1.5m に設置し、受信端末の水平移動は行わず、いくつかの地域モデルの仰角に合せた離隔距離において、実機による干渉試験を行うことが考えられる。

しかし、暗室内で N-STAR 衛星を模擬した信号源により電波を発射することは容易ではなく、衛星を捕捉しない状態で N-STAR 端末を正常に動作させることも難しい。一方、フィールドにおける干渉試験では、共用条件である 23.0dB μ V/m/33.7561MHz という微弱無線の距離 3m における規定値より 20dB 以上低い電界強度に対して試験を行うことになるため、ブースタの漏洩以外による潜在電界からの影響を試験している状況になるものと考えられる。以上より、N-STAR の実機による干渉試験は今回は実施しないこととした。

そこで今回は、電波暗室内で実施可能な干渉試験として、2.5GHz 帯において漏洩電界強度が最大となったブースタを用いて、離隔距離をパラメータとして変化させて漏洩電界強度を測定し、ブースタの実力値において、共用条件の漏洩電界強度 23.0dB μ V/m/33.7561MHz になる距離がどの程度となるかを測定する。その結果が、表 18 に示したブースタ高 10m での最大離隔距離 10.9m 以内であれば、漏洩基準に対する離隔距離 43.2m が緩和され、N-STAR 受信端末の水平移動を伴わずに、許容干渉電力を満足する可能性が確認できたものと判断する。

3. 1. 2 XGP との干渉試験の考え方

XGP の共用条件を、表 19 に記載する。所要離隔距離における電界強度も付記した。

表 19 XGP の共用条件

対象	屋外				屋内
	基地局 (戸建住宅) (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 レピータ・端末 (戸建住宅)	小電力 レピータ 端末
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 [dB]	—	15	15	—	—
所要離隔距離 [m]	11.4	2.0 11.4(収納無)	2.0 11.4(収納無)	3.6	3.6
所要離隔距離 での電界強度 [dB μ V/m/ 33.7561MHz]	34.6	49.7 34.6(収納無)	49.7 34.6(収納無)	44.6	44.6

XGP との干渉検討により、屋外において、基地局を地上高 40m と想定した場合、戸建住宅のブースタの地上高が 10m であることから、両者の位置関係は 30m 以上離れることとなり、所要離隔距離 11.4m が確保される。戸建住宅の小電力レピータ・端末は地上高 1.5m と想定した場合、ブースタ高が 10m であることから、両者の位置関係は 8.5m 以上離れることとなり、所要離隔距離 3.6m が確保される。従って、干渉試験が必要となるパターンは、屋外の基地局と集合住宅の関係および屋内の小電力レピータ・端末となる。

基地局と集合住宅の関係においては、独立鉄塔等の場合、同一建屋の場合いずれにおいても所要離隔距離は 11.4m であるが、収納箱による遮蔽減衰量を 15dB と想定した場合、所要離隔距離は 2.0m となる。

屋内の小電力レピータ・端末については所要離隔距離は 3.6m であり、宅内配信機器(分配器、壁面端子など)の漏洩電界強度の実力値により、この離隔距離が緩和されることが期待される。

そこで、干渉試験の考え方としては、電波暗室内に XGP 基地局の実機を設置し、収納箱に入れたブースタからの離隔距離 2.0m において試験する方法と、電波暗室内に XGP の基地局、小電力レピータ・端末の実機を設置し、宅内配信機器からの離隔距離 3.6m において試験する方法が考えられる。しかし、電波暗室内に基地局の実機を設置することは容易ではない。一方、フィールドにおける干渉試験では、N-STAR の場合と同様に、ブースタや宅内配信機器からの漏洩以外による潜在電界からの影響を試験している状況になるものと考えられる。以上より、XGP の実機による電波暗室内の干渉試験は今回は実施しないこととした。フィールドにおける実機による干渉試験方法については、「3.2.6 通信システムの実機を用いた干渉試験」に示す。

今回は電波暗室内で実施可能な干渉試験として、2.5GHz 帯において漏洩電界強度が最大となったブースタを用いて、離隔距離をパラメータとして変化させて漏洩電界強度を測定し、ブースタの実力値において、表 19 に示した集合住宅における基地局の共用条件の漏洩電界強度 49.7dB μ V/m/33.7561MHz になる距離がどの程度となるかを測定する。その結果が、2.0m 以下となれば、漏洩基準に対する離隔距離が緩和される可能性が確認できたものと判断する。

屋内の小電力レピータ・端末については、2.5GHz 帯において漏洩電界強度が最大となった宅内

配信機器を用いて、離隔距離をパラメータとして変化させて漏洩電界強度を測定することが考えられるが、「1 衛星放送用受信設備機器単体の漏洩電波試験」の結果より、漏洩電界強度の実力値がノイズフロアに近いレベルであるため、今回は 2.5GHz 帯において漏洩電界強度が最大となったブースタを用いて、一元的に測定を行うこととした。その結果を宅内配信機器の実力値に換算し、表 19 に示した屋内小電力レピータ・端末の共用条件の漏洩電界強度 44.6dB μ V/m/33.7561MHz になる距離が 3.6m 以下となれば、漏洩基準に対する離隔距離が緩和される可能性が確認できたものと判断する。

収納箱の遮蔽減推量の想定値 15dB についても、実力値を評価する測定を行う。「3.1.4 収納箱の遮蔽減衰量の測定の考え方」に原理・考え方を示す。この結果によって、屋外基地局の所要離隔距離が影響を受けるため、その影響についても考察を行う。これは、「3.1.3 WiMAX との干渉試験の考え方」においても同様である。

3.1.3 WiMAX との干渉試験の考え方

WiMAX の共用条件を、表 20 に再掲する。所要離隔距離における電界強度も付記した。

表 20 WiMAX の共用条件

対象	屋外				屋内	
	基地局 (戸建住宅) (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 レピータ・ 端末 (戸建住宅)	屋内 基地局	小電力 レピータ 端末
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 [dB]	—	15	15	—	—	—
所要離隔距離 [m]	—	2.0 11.1(収納無)	2.0 11.1(収納無)	3.5	4.4	3.5
所要離隔距離 での電界強度 [dB μ V/m/ 33.7561MHz]	34.8	49.7 34.8 (収納無)	49.7 34.8 (収納無)	44.8	42.8	44.8

WiMAX との干渉検討により、屋外において、基地局を地上高 40m と想定した場合、戸建住宅のブースタの地上高が 10m であることから、両者の位置関係は 30m 以上離れることとなり、所要離隔距離 11.1m が確保される。戸建住宅の小電力レピータ・端末は地上高 1.5m と想定した場合、ブースタ高が 10m であることから、両者の位置関係は 8.5m 以上離れることとなり、所要離隔距離 3.5m が確保される。従って、干渉試験が必要となるパターンは、屋外の基地局と集合住宅の関係および屋内の基地局、小電力レピータ・端末となる。

基地局と集合住宅の関係においては、独立鉄塔等の場合、同一建屋の場合いずれにおいても所要離隔距離は 11.1m であるが、収納箱による遮蔽減衰量を 15dB と想定した場合、所要離隔距離は 2.0m となる。

屋内の基地局は所要離隔距離 4.4m、小電力レピータ・端末は所要離隔距離 3.5m であり、宅内配信機器(分配器、壁面端子など)の漏洩電界強度の実力値により、この離隔距離が緩和されることが期待される。

そこで、干渉試験の考え方としては、電波暗室内に WiMAX 基地局の実機を設置し、収納箱に入

れたブースタからの離隔距離 2.0m において試験する方法と、電波暗室内に WiMAX の屋内基地局、小電力レピータ・端末の実機を設置し、宅内配信機器からの離隔距離 3.5m において試験する方法が考えられる。しかし、電波暗室内に基地局の実機を設置することは容易ではない。また、電波暗室内に屋内基地局を設置する方法についても検討したが、GPS を接続することが難しい。一方、フィールドにおける干渉試験では、N-STAR、XGP の場合と同様に、ブースタや宅内配信機器からの漏洩以外による潜在電界からの影響を試験している状況になるものと考えられる。以上より、WiMAX の実機による電波暗室内の干渉試験は今回は実施しないこととした。

今回は電波暗室内で実施可能な干渉試験として、2.5GHz 帯において漏洩電界強度が最大となったブースタを用いて、離隔距離をパラメータとして変化させて漏洩電界強度を測定し、ブースタの実力値において、表 20 に示した集合住宅における基地局の共用条件の漏洩電界強度 $49.7\text{dB } \mu\text{V/m}/33.7561\text{MHz}$ になる距離がどの程度となるかを測定する。その結果が、2.0m 以下となれば、漏洩基準に対する離隔距離が緩和される可能性が確認できたものと判断する。

屋内の基地局、小電力レピータ・端末については、2.5GHz 帯において漏洩電界強度が最大となった宅内配信機器を用いて、離隔距離をパラメータとして変化させて漏洩電界強度を測定することが考えられるが、「1 衛星放送用受信設備機器単体の漏洩電波試験」の結果より、漏洩電界強度の実力値がノイズフロアに近いレベルであるため、今回は 2.5GHz 帯において漏洩電界強度が最大となったブースタを用いて、一元的に測定を行うこととした。その結果を宅内配信機器の実力値に換算し、表 20 に示した屋内基地局の共用条件の漏洩電界強度 $42.8\text{dB } \mu\text{V/m}/33.7561\text{MHz}$ になる距離が 4.4m 以下、屋内小電力レピータ・端末の共用条件の漏洩電界強度 $44.8\text{dB } \mu\text{V/m}/33.7561\text{MHz}$ になる距離が 3.5m 以下となれば、漏洩基準に対する離隔距離が緩和される可能性が確認できたものと判断する。

3. 1. 4 収納箱の遮蔽減衰量の測定の考え方

可能な限り、実際の使用状況を模擬することを想定し、収納箱の中に「1 衛星放送用受信設備機器単体の漏洩電波試験」の結果において、漏洩電界強度が最大となったブースタを収納箱の中に設置して距離 1m における漏洩電界強度を測定し、収納箱がない時の測定結果との差分を求め、この値を遮蔽減衰量の実力値とする。

測定方法は前後、左右、上下の 6 面測定とし、6 面における最小の遮蔽減衰量をもって、その収納箱の実力値とする。

測定対象とする収納箱は、一般的に使用されている収納箱本体、扉ともに厚さ 1.6mm の鋼板製の収納箱とし、屋外用(防水タイプ)、屋内用(非防水タイプ)それぞれ 1 式を選定した。

測定に際しては、実際の使用状況を模擬するため、収納箱、ブースタともに接地した状態とし、「1 衛星放送用受信設備機器単体の漏洩電波試験」と同様に、全 50 チャンネルの中心周波数の CW 信号を最大定格出力が得られる入力レベルに調整して入力し、各周波数における遮蔽減衰量を測定する。この測定を 6 面で繰り返し、周波数ごとに 6 面における最小の遮蔽減衰量を求め、その結果をもって、その収納箱の遮蔽減衰量の周波数特性とする。さらに全周波数における最小の遮蔽減衰量をもって、その収納箱の遮蔽減衰量とする。

3. 2 試験方法

衛星放送用受信設備と他の無線システムとの干渉試験について、「1 衛星放送用受信設備機器単体の漏洩電波試験」及び「2 衛星放送用受信設備の漏洩電波試験」を反映した離隔距離における漏洩電波の伝搬特性を測定する。

また、収納箱の中に「1 衛星放送用受信設備機器単体の漏洩電波試験」の結果において、漏洩

電界強度が最大となったブースタを収納箱の中に設置して距離 1m における漏洩電界強度を測定し、収納箱がない時の測定結果との差分を求め、この値を遮蔽減衰量の実力値とする。

3.2.1 試験機材

離隔距離における漏洩電波の伝搬特性試験については、電波暗室を使用して測定を実施する。

漏洩電波試験を実施する電波暗室内の構成について図 33 に、試験機材について表 21、図 34、および図 35 に示す。

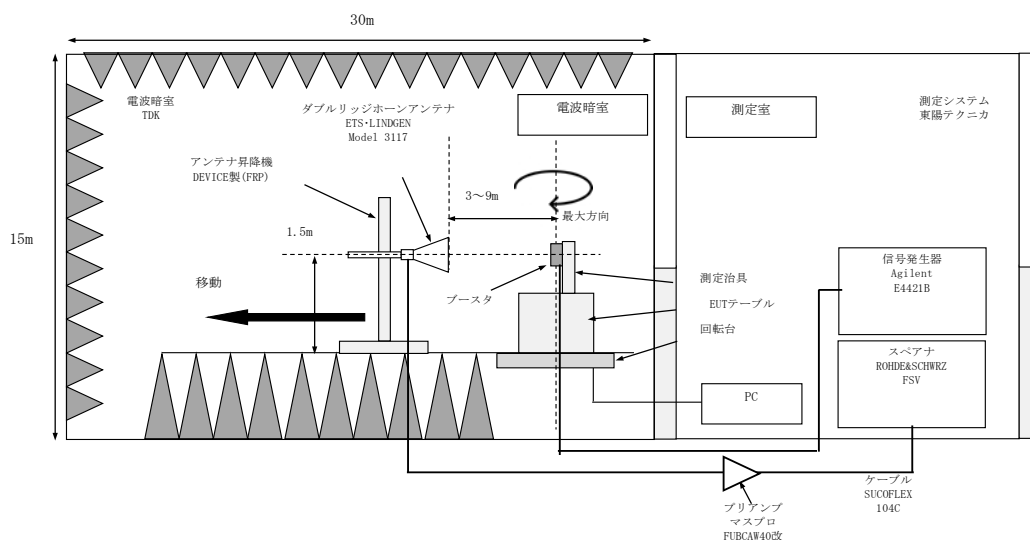


図 33 電波暗室内の構成

表 21 試験機材

品名	メーカー/型番など
ダブルリッジホーンアンテナ	ETS-LINDGEN Model 3117
プリアンプ	マスプロ電工 FUBCAW40 改
スペクトラムアナライザ	ROHDE&SCHWRZ FSV
信号発生器	Agilent E4421B
EMC 試験用テーブル	東陽テクニカ TBL-5060

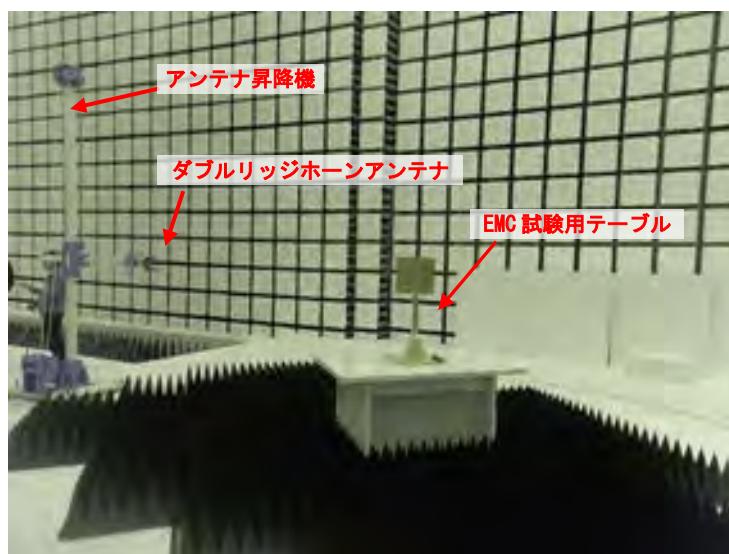


図 34 暗室内試験機材

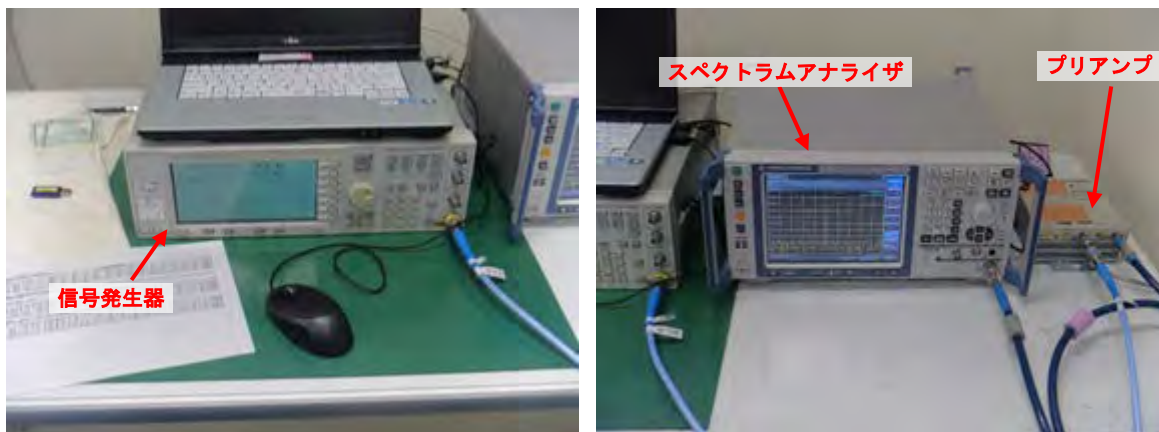


図 35 測定室内試験機材

3.2.2 被測定機器

被測定機器については、「1 衛星放送用受信設備機器単体の漏洩電波試験」において漏洩電波が最大となったブースタを用いる。

干渉試験に用いる被測定機器のリストを表 22 に、遮蔽減衰量を測定する収納箱のリストを表 23 に示す。

表 22 干渉試験に用いる被測定機器

品名	標準利得[dB]	定格出力[dB μV]
A 社 集合住宅用ブースタ	~48(3224MHz)	~115(3224MHz)

表 23 遮蔽減衰量を測定する収納箱

品名	特徴	備考
屋内用盤用収納箱 (埋込型)	ボックス部寸法 600mm×600mm 深さ 120mm、鋼板の板厚 1.6mm	屋内用、木製基板
屋外用制御盤収納箱 (水切構造)	ボックス部寸法 600mm×600mm 深さ 120mm、鋼板の板厚 1.6mm	水切構造、木製基板 防塵・防水パッキン

3.2.3 最大漏洩電波（実力値）における伝搬特性（離隔距離の実力値）

「1 衛星放送用受信設備機器単体の漏洩電波試験」の結果より得られる平均漏洩電力の実力値で計算した離隔距離において、共用条件以下の漏洩電力となることを検証するために測定する。

2.5GHz 帯におけるブースタの漏洩電界強度を表 24 に示す。

表 24 2.5GHz 帯におけるブースタの漏洩電界強度

	漏洩電界強度[dB μV/m/33.7561MHz]			
	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	31.5	31.2
A 社 集合住宅用	30.1	30.5	31.0	32.7
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	33.9	33.1	31.3	31.3
D 社 集合住宅用	30.8	31.0	30.6	32.7

※表中の赤字文字は、周波数毎の最大電界強度を示す

3. 2. 4 漏洩電波の伝搬特性の測定方法

電波暗室内に設置された高さ 1.5m の回転台上に被測定器となるブースタを設置する。このときのブースタは、「1 衛星放送用受信設備機器単体の漏洩電波試験」において漏洩電波の電界強度が最大となった方向を向けて設置し、表 25 の離隔距離において 1 面固定測定手法にて BS-16 から BS-22 までの中心周波数(2510.18~2625.26MHz、計 4 波)を周波数ステップ 38.36MHzで測定する。この時、スペクトラムアナライザのノイズフロアレベルを下げるために RBW は 30 Hz に設定して測定する。

干渉評価の試験方法について図 36、測定風景を図 37 に示す。

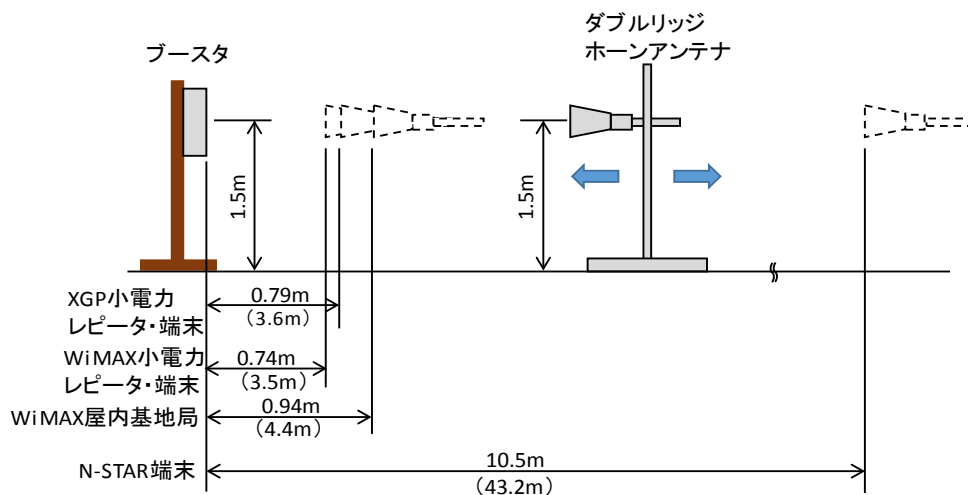


図 36 干渉評価方法

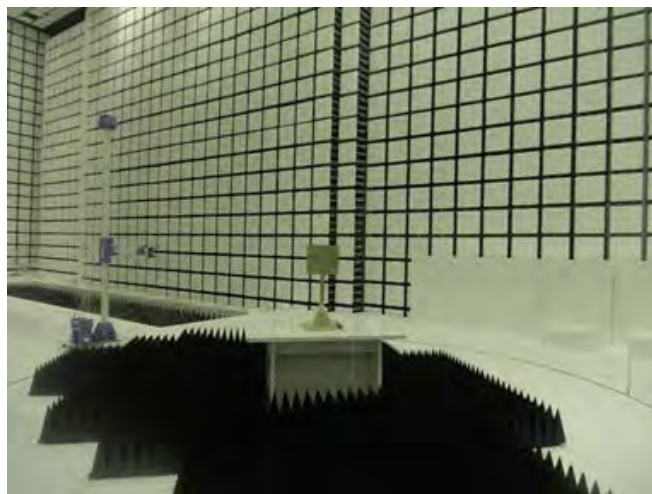


図 37 測定風景

また、一般的に使用される鋼板製の収納箱 2 品種について遮蔽減衰量を測定する。電波暗室内に設置された高さ 1.5mの回転台上に被測定器となるブースタを収納箱に入れて設置する。このときのブースタは、上記の試験で使用したものを測定する。6 面固定測定手法にて周波数ステップ 38.36MHz、40 MHz で測定する。この時、スペクトラムアナライザのノイズフロアレベルを下げるために RBW は 100kHzに設定して測定し換算する。また、収納箱については接地した状態で測定する。

測定する収納箱を図 38 に示す。



図 38 収納箱

3. 2. 5 測定条件

測定条件は以下のとおりである。

【漏洩電波の伝搬特性】

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：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 の 4 波)	
周波数ステップ	38.36MHz (BS)	
測定距離	0.74m から 10.5m まで	
測定器	スペクトラムアナライザ	※RBW: 30Hz、VBW: 30Hz
受信アンテナ	ダブルリッジホーンアンテナ	
ブースタの出力レベル	定格値になるように、利得を最大に設定した上で入力レベルを調整	

【収納箱の遮蔽減衰量】

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：集合住宅用で漏洩電波が最大の機種	
測定方法	6面固定測定手法	
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	1m	
測定器	スペクトラムアナライザ	※RBW: 100kHz、VBW: 1MHz
受信アンテナ	ダブルリッジホーンアンテナ	
ブースタの出力レベル	定格値になるように、利得を最大に設定した上で入力レベルを調整	

3.3 試験結果

衛星放送用受信設備と他の無線システムとの干渉試験結果をまとめたものを表 25、表 26 および図 39 に示す。

なお、縦軸は最大漏洩電界強度(単位は dB μ V/m/33.7561MHz)、横軸はブースタとの離隔距離(単位は m)とする。

また、縦軸の最大漏洩電界強度は、水平偏波および垂直偏波での測定値の大きい方を採用する。

表 25 衛星放送用受信設備と他の無線システムとの干渉試験結果

2510.18MHz (BS-16) 漏洩電界強度 [dB μ V/m/ 33.7561MHz]	2548.54MHz (BS-18) 漏洩電界強度 [dB μ V/m/ 33.7561MHz]	2586.90MHz (BS-20) 漏洩電界強度 [dB μ V/m/ 33.7561MHz]	2625.26MHz (BS-22) 漏洩電界強度 [dB μ V/m/ 33.7561MHz]	(参考) 漏洩基準 [dB μ V/m/ 33.7561MHz]
43.1	43.5	44.9	46.0	58.3
42.6	43.1	44.0	45.0	57.7
41.0	41.7	42.8	44.4	56.2
40.8	42.1	42.3	43.4	55.7
37.2	38.2	38.8	39.9	52.2
34.5	36.0	36.4	37.5	49.7
32.6	33.8	34.4	35.6	47.7
31.1	32.3	33.0	34.1	46.2
28.9	30.0	30.5	31.9	43.7
27.0	28.1	28.9	30.0	41.7
25.1	26.6	26.8	28.2	40.1
24.4	25.5	25.4	27.1	38.8
22.1	23.6	24.3	26.3	37.6
22.5	23.6	23.9	25.1	36.6
19.4	20.2	21.1	23.5	35.3

※表中の赤字文字は、周波数毎の最大電界強度を示す

表 26 漏洩基準・実力値に対する離隔距離/電界強度

	漏洩基準に対する離隔距離 (カッコ内は電界強度)	実力値での 基準値マージン/距離短縮率 (カッコ内は電界強度実測値)
N-STAR 受信端末	43.2m (23.0dB μ V/m/33.7561MHz)	10dB 以上/約 1/4 (19.4dB μ V/m/33.7561MHz)
XGP 小電力レピータ・端末	3.6m (44.6dB μ V/m/33.7561MHz)	10dB 以上/約 1/4 (43.1dB μ V/m/33.7561MHz)
WiMAX 小電力レピータ・端末	3.5m (44.8dB μ V/m/33.7561MHz)	10dB 以上/約 1/4 (46.0dB μ V/m/33.7561MHz)

【試験結果】 衛星放送用受信設備と他の無線システムとの干渉試験結果

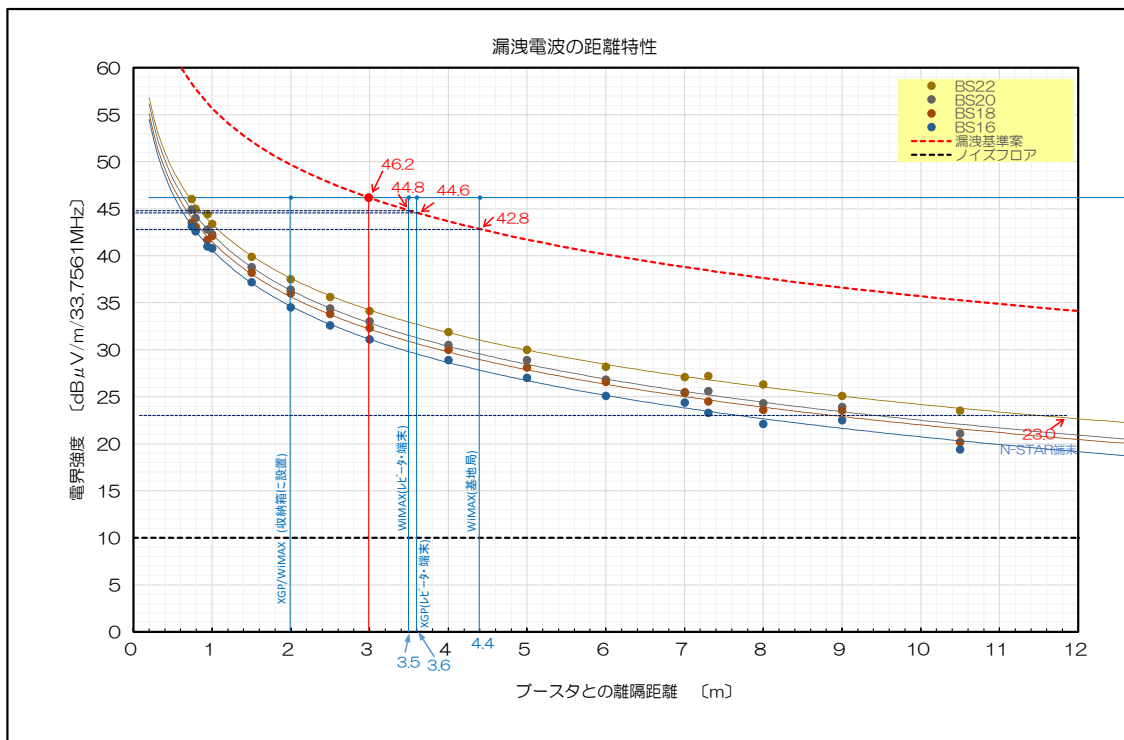


図 39 衛星放送用受信設備と他の無線システムとの干渉試験結果

また、一般的に使用される鋼板製の収納箱 2 品種について遮蔽減衰量の最低値を表 27、遮蔽減衰量の周波数特性を図 40、図 41 に示す。

表 27 収納箱 2 品種について遮蔽減衰量の最低値

品名	遮蔽減衰量の最低値[dB]
収納箱(屋内用、埋込型)	16.2
収納箱(屋外用、防水型、水切構造)	20.1

【試験結果】 収納箱 2 品種の遮蔽減衰量の周波数特性

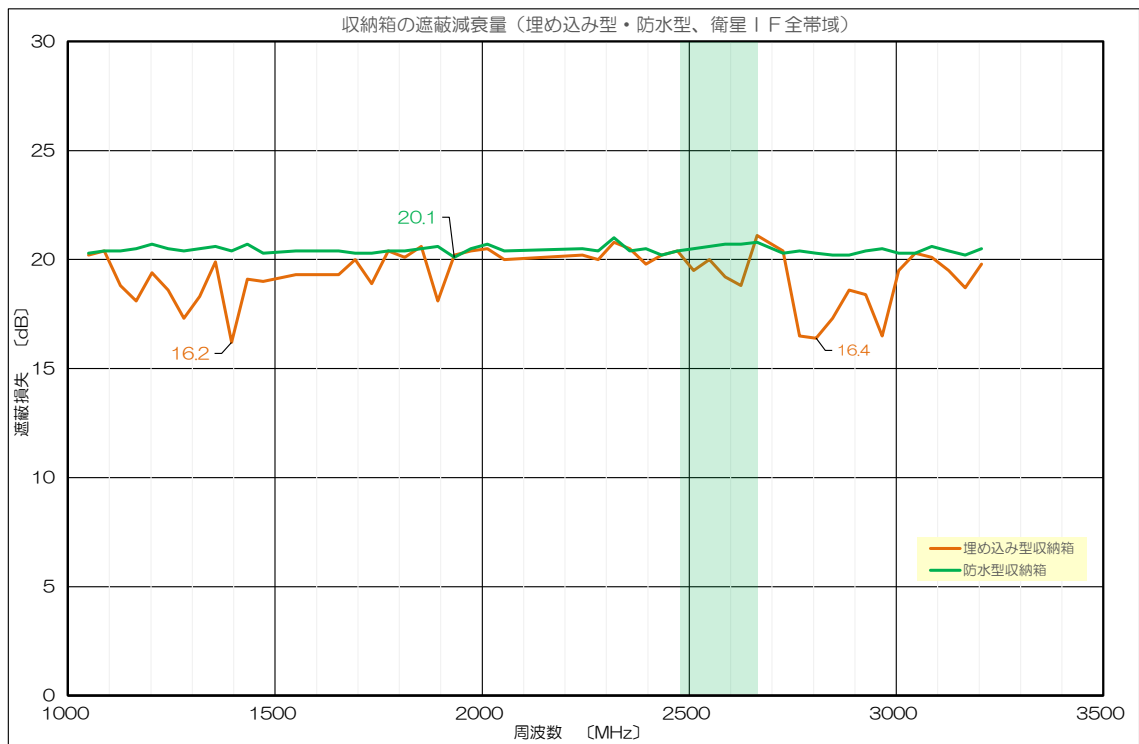


図 40 収納箱 2 品種の遮蔽減衰量(各周波数の最大値)

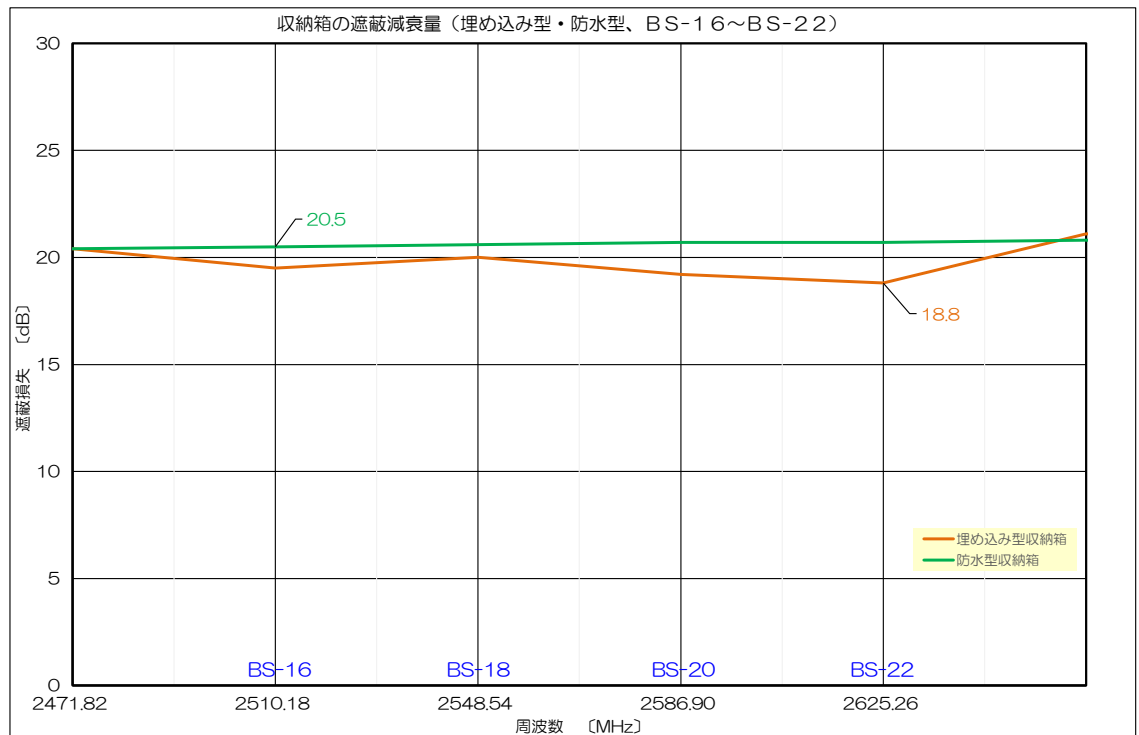


図 41 収納箱 2 品種の遮蔽減衰量(BS-16~BS-22)

3.4 考察

表 24 に示した 2.5GHz 帯におけるブースタの漏洩電界強度の測定結果より、戸建住宅用および集合住宅用それぞれのブースタの周波数帯域ごとの最大漏洩電界強度を算出した結果を表 28 に示す。また、屋内の干渉源として想定される宅内配信機器（分配器、分岐器、壁面端子、同軸ケーブル）の 2.5GHz 帯における周波数帯域ごとの最大漏洩電界強度を、「1.3 試験結果」に示した ARIB STD-B63 設計例の入力レベルに換算した値から算出した結果を、併せて表 28 に示す。宅内分配器については、戸建てモデル 5 分配器が帯域内最悪値であるため、それを適用した。（分配器の空端子は全て終端）

表 28 2.5GHz 帯における漏洩電界強度の最大値

	漏洩電界強度の最大値 [dB μ V/m/33.7561MHz]			
	2510.18MHz (BS-16)	2548.54MHz (BS-18)	2586.90MHz (BS-20)	2625.26MHz (BS-22)
戸建住宅用 ブースタ	33.9	33.1	31.5	31.3
集合住宅用 ブースタ	30.8	31.0	31.0	32.7
宅内配信機器	6.2	6.2	6.2	6.2

各干渉モデルにおける干渉源の漏洩電界強度の実力値として、表 28 に示した最大値を用いて所要離隔距離を計算した結果を、表 29 に示す。各干渉モデルにおいて漏洩基準をもとに算出した所要離隔距離が、実機の実力値によって緩和される可能性があることを確認できた。

表 29 各干渉モデルの離隔距離を干渉源の実力値で計算した結果

干渉モデル		干渉源	離隔距離 (漏洩基準)	基準値マージン/ 距離短縮率
N-STAR	端末	戸建住宅用ブースタ	43.2m	10dB 以上/約 1/4
XGP 基地局	独立鉄塔	戸建住宅用ブースタ	11.4m	10dB 以上/約 1/4
	独立鉄塔	集合住宅用ブースタ (収納箱あり)	2.0m	10dB 以上/約 1/5
	同一建屋		2.0m	10dB 以上/約 1/5
	独立鉄塔	集合住宅用ブースタ (収納箱なし)	11.4m	10dB 以上/約 1/5
	同一建屋		11.4m	10dB 以上/約 1/5
WiMAX 基地局	独立鉄塔	戸建住宅用ブースタ	11.1m	10dB 以上/約 1/5
	独立鉄塔	集合住宅用ブースタ (収納箱あり)	2.0m	10dB 以上/約 1/4
	同一建屋		2.0m	10dB 以上/約 1/5
	独立鉄塔	集合住宅用ブースタ (収納箱なし)	11.1m	10dB 以上/約 1/4
	同一建屋		11.1m	10dB 以上/約 1/5
XGP 屋外	小電力レピータ	戸建住宅用ブースタ	3.6m	10dB 以上/約 1/4
	端末		3.6m	10dB 以上/約 1/4
XGP 屋内	小電力レピータ	宅内配信機器 (戸建て 5 分配器)	3.6m	40dB 以上/約 1/100
	端末		3.6m	40dB 以上/約 1/100
WiMAX 屋外	小電力レピータ	戸建住宅用ブースタ	3.5m	10dB 以上/約 1/5
	端末		3.5m	10dB 以上/約 1/5
WiMAX 屋内	屋内基地局	宅内配信機器 (戸建て 5 分配器)	4.4m	40dB 以上/約 1/100
	小電力レピータ		3.5m	40dB 以上/約 1/100
	端末		3.5m	40dB 以上/約 1/100

屋内の基地局、小電力レピータ・端末については、2.5GHz 帯において漏洩電界強度が最大となった宅内配信機器を用いて、離隔距離をパラメータとして変化させて漏洩電界強度を測定することが考えられるが、「1 衛星放送用受信設備機器単体の漏洩電波試験」の結果より、漏洩電界強度の実力値がノイズフロアに近いレベルであるため、今回は 2.5GHz 帯において漏洩電界強度が最大となったブースタを用いて、一元的に測定を行った。

衛星放送用受信設備と他の無線システムとの干渉試験の測定結果を記載した表 27 より、実力値で計算した離隔距離において、いずれも共用条件を満たす漏洩電界強度以下か+1~2dB の範囲であることを確認した。

また、一般的に使用される鋼板製の収納箱 2 品種について遮蔽減衰量を測定した結果、遮蔽減衰量は想定した 15dB 以上の結果が得られることを確認した。遮蔽減衰量は周波数にほとんど依存しない特性であることを確認した。

以上より、干渉源をブースタからのシングルエントリーとした場合、所要離隔距離の計算は、自由空間損失により算出することが妥当であることの確認ができた。また、収納箱の遮蔽減衰量を 15dB とすることの裏づけも得られた。この結果から、机上検討の離隔距離が 2.0m であった XGP/WiMAX 基地局と集合住宅の共用条件は、図 39 の近似曲線より、ブースタの実力値を考慮すると、離隔距離は約 1/4 に緩和される可能性があるものと推定する。

なお、今回の測定は、干渉源をブースタとして一元的に行ったが、屋内における干渉源は、ARIB STD-B63 記載のシステム設計例より、宅内配信機器(分配器等)であると考えられる。その場合、干渉源の実力値は、漏洩基準と比較して、40dB 以上のマージンがあることが機器単体の測定により確認された。宅内配信機器の漏洩電界強度の実力値として、表 28 の値を採用した場合の離隔距離は、表 29 に示したとおり XGP の小電力レピータ・端末、WiMAX の小電力レピータ・端末、WiMAX とともに約 1/100 に緩和される可能性があることが分かった。

[参考] ARIB STD-B63 記載のシステム設計例

衛星放送用受信設備の共用条件の検討にあたり、宅内配線システム設計例として、一般社団法人電波産業会「高度広帯域衛星デジタル放送用受信装置 標準規格(望ましい仕様)ARIB STD-B63 1.6 版の参考資料 1「宅内配線システム設計例」(79 ページ～87 ページ)に準拠して検討した。ここでは、参考資料として同ページを抜粋し転載する。

引用 https://www2.arib.or.jp/kikaku_download/doc/2-STD-B63v1_6.pdf

ARIB STD-B63 参考資料

参考資料 1 宅内配線システム設計例

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 用宅内配線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 宅内配線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)

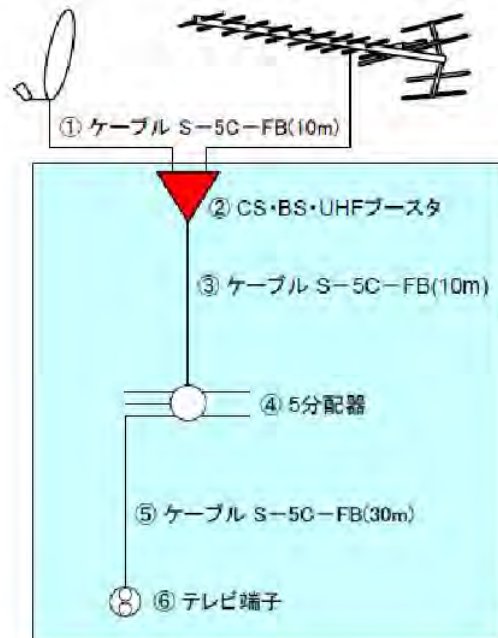
表 R1-2 宅内配線システム設計のモデル

1 軸同軸配線システム		
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
光配線方式		
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。

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

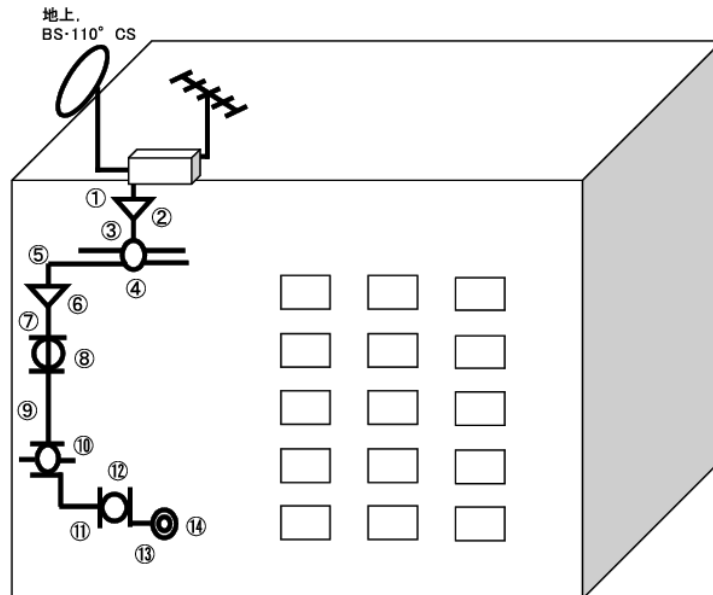
- ・ケーブル (S-7C-FB、S-5C-FB) の減衰量は、日本電線工業会規格 (JCS5423:2012) を基本に近似線式で算出。
- ・ブースタ仕様例 1 の利得は周波数帯域に関係なく一律 34dB とした。また定格出力は一律 101dB μ V とした。
- ・2602MHz 以上の分配器、テレビ端子 (壁面端子) の損失は JEITA CPR-5204F の規格値から近似線式で算出。
- ・2602MHz 以下の分配器、テレビ端子 (壁面端子) の損失は JEITA CPR-5204F の規格値から直線補間にて算出。
- ・アンテナ出力レベルはシステム計算事例集 (1-3) の下限値とした。
- ・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。

表 R1-3 戸建住宅のシステム設計例

帯域			BS 右旋		CS 右旋		左旋①		左旋②	
周波数 (MHz)		ケーブル長 (m)	1032	1489	1595	2071	2180	2680	2720	3220
アンテナ出力* (dBμV)			74.5	74.5	74.5	74.5	74.5	74.5	74.5	74.5
①	ケーブル (dB)	(S-5C-FB) 10m	10	2.3	2.8	3.0	3.5	3.6	4.1	4.5
ブースタ入力レベル調整分 (dB)				5.5	5.0	4.9	4.3	4.2	3.6	3.0
②	ブースタ	入力 (dBμV)		66.7	66.7	66.6	66.7	66.7	66.8	67.0
		利得 (dB)		34	34	34	34	34	34	34
		出力 (dBμV)		100.7	100.7	100.6	100.7	100.7	100.8	101.0
③	ケーブル (dB)	(S-5C-FB) 10m	10	2.3	2.8	3.0	3.5	3.6	4.1	4.5
④	5 分配器 (dB)			10.9	11.5	11.8	13.2	13.5	15.5	18.5
⑤	ケーブル (dB)	(S-5C-FB) 30m	30	6.8	8.5	8.9	10.4	10.7	12.2	13.6
⑥	テレビ端子 (dB)	2 端子		4.6	5.0	5.3	6.7	7.0	8.2	9.5
③～⑥までの損失合計 (dB)				24.5	27.9	29.0	33.8	34.8	39.9	46.1
テレビ端子 (壁面端子) 出力 (dBμV)	計算値			76.2	72.8	71.7	67.0	65.9	61.0	54.9
	望ましい値			54 以上 (晴天時)						

*受信アンテナ開口径 45cm を想定

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

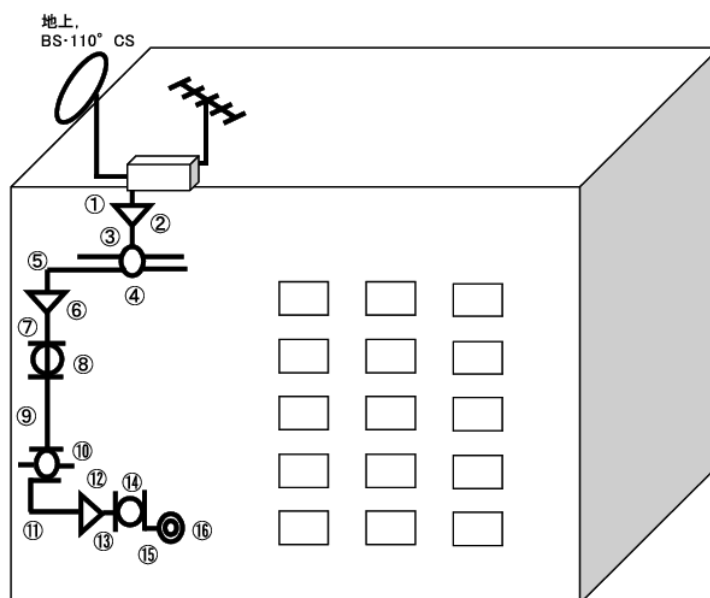
- ・ケーブル (S-7C-FB、S-5C-FB) の減衰量は、日本電線工業会規格 (JCS5423:2012) を基本に近似線式で算出。
- ・ブースタ仕様例 2 の利得は、既存の 30/40dB (1000M/2602MHz) の特性を基本に、3220MHz まで同様の傾きで増加させた。又、定格出力は利得の増加分に合わせ 3220MHz で約 117dB μ V とした。
- ・2602MHz 以上の分配器、分岐器及びテレビ端子 (壁面端子) の損失等は (一財) ベターリビング (以下、BL) の規格値から近似線式で算出。
- ・2602MHz 以下の分配器、分岐器及びテレビ端子 (壁面端子) 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。

表 R1-4 集合住宅①のシステム設計例

帯域			BS 右旋		CS 右旋		左旋①		左旋②	
周波数 (MHz)		ケーブル長 (m)	1032	1489	1595	2071	2180	2680	2720	3220
アンテナ出力* (dB μ V)			80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0
①	ケーブル (dB) (S-5C-FB) 10m	10	2.3	2.8	3.0	3.5	3.6	4.1	4.1	4.5
同軸ケーブル以外の損失 dB			5.0	4.5	4.3	3.8	3.7	3.2	3.1	2.5
②	ブースタ 1 段目	入力 (dB μ V)	72.7	72.7	72.7	72.7	72.7	72.7	72.8	73.0
		標準利得 (dB)	30.2	33.0	33.6	36.6	37.3	40.4	40.6	43.7
		出力 (dB μ V)	102.9	105.6	106.4	109.3	110.0	113.1	113.4	116.7
		縦続接続調整分 (dB)	-3.0	-3.0	-3.0	-3.0	-3.0	-3.0	-3.0	-3.0
1 段目総合出力 (dB μ V)			99.9	102.6	103.4	106.3	107.0	110.1	110.4	113.7
③	ケーブル (dB) (S-7C-FB) 50m	50	8.4	10.5	11.0	12.9	13.4	15.2	15.3	17.0
④	4 分配器 (dB)		8.7	9.0	9.2	10.3	10.5	11.8	11.9	13.5
⑤	ケーブル (dB) (S-7C-FB) 30m	30	5.0	6.3	6.6	7.8	8.0	9.1	9.2	10.2
③～⑤までの損失合計 (dB)			22.1	25.8	26.8	31.0	31.9	36.1	36.4	40.8
2nd ブースタへの到達レベル			77.8	76.8	76.6	75.4	75.1	74.0	74.0	72.9
その他の損失 dB			5.0	4.1	3.9	3.1	2.9	2.0	1.9	1.0
⑥	ブースタ 2 段目	入力 (dB μ V)	72.8	72.7	72.7	72.3	72.2	72.0	72.1	71.9
		標準利得 (dB)	30.2	33.0	33.6	36.6	37.3	40.4	40.6	43.7
		出力 (dB μ V)	103.0	105.7	106.3	108.9	109.5	112.4	112.7	115.6
		縦続接続調整分 (dB)	-3.0	-3.0	-3.0	-3.0	-3.0	-3.0	-3.0	-3.0
2 段目総合出力 (dB μ V)			100.0	102.7	103.3	105.9	106.5	109.4	109.7	112.6
⑦	ケーブル (dB) (S-7C-FB) 0.5m	0.5	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2
⑧	4 分岐器 (dB) (挿入損失)		5.2	5.5	5.6	5.9	6.0	6.6	6.7	7.5
⑨	ケーブル (dB) (S-7C-FB) 12m	12	2.0	2.5	2.6	3.1	3.2	3.6	3.7	4.1
⑩	6 分配器 (dB)		11.6	12.0	12.3	13.7	14.0	16.3	16.5	18.5
⑪	ケーブル (dB) (S-7C-FB) 13m	13	2.2	2.7	2.9	3.4	3.5	4.0	4.0	4.4
⑫	4 分配器 (dB)		8.7	9.0	9.2	10.3	10.5	11.8	11.9	13.5
⑬	ケーブル (dB) (S-5C-FB) 10m	10	2.3	2.8	3.0	3.5	3.6	4.1	4.1	4.5
⑭	テレビ端子 (dB)	1 端子	0.8	0.8	0.9	1.4	1.5	2.1	2.1	2.5
⑦～⑭までの損失合計 (dB)			32.8	35.5	36.6	41.3	42.4	48.6	49.1	55.2
テレビ端子 (壁面端子) 出力 (dB μ V)	計算値		67.2	67.2	66.7	64.5	64.1	60.8	60.6	57.4
	規定値		57 ~ 81							

*受信アンテナ開口径 75cm を想定

1.2.3 集合住宅② 5階建て40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 4 (3 段目)			
周波数	1000MHz	2602MHz	3220MHz
標準利得	10dB 以上		

図 R1-3 5階建て40世帯モデル、3段ブースタ構成

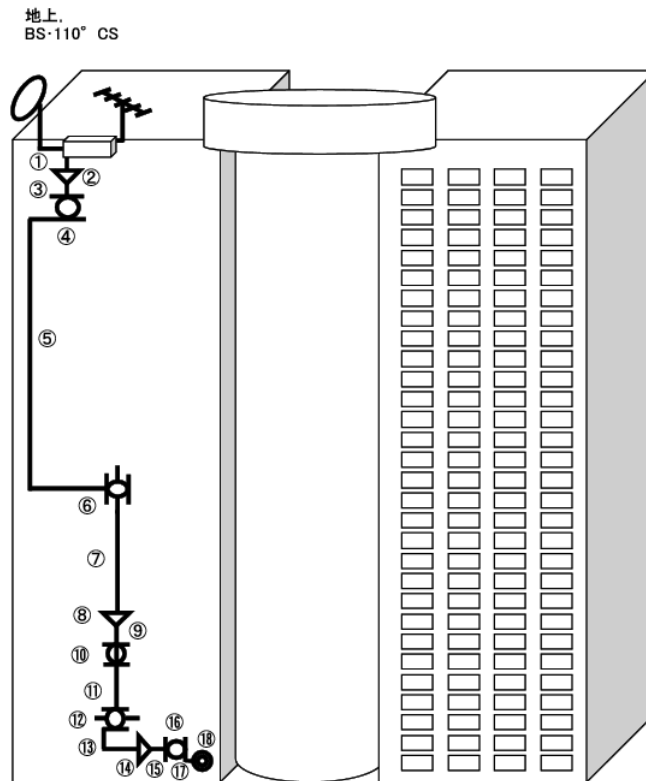
- ・ケーブル (S-7C-FB、S-5C-FB) の減衰量は、日本電線工業会規格 (JCS5423:2012) を基本に近似線式で算出。
- ・ブースタ仕様例 3 は 3220MHz の利得を現行と同じ 40dB とし、1000MHz までは仕様例 2 と同様の傾きで、約 14dB とした。又、定格出力は 2602MHz からの帯域拡張分を考慮し、現行より 2dB ダウンの 111dB μ V とした。
- ・ブースタ仕様例 4 は、端末のレベル補償用とし、周波数帯域に関係なく一律 10dB とした。
- ・2602MHz 以上の分配器、分岐器及びテレビ端子 (壁面端子) の損失等は BL 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。

表 R1-5 集合住宅②のシステム設計例

帯域			BS 右旋		CS 右旋		左旋①		左旋②		
周波数 (MHz)		ケーブル長 (m)	1032	1489	1595	2071	2180	2680	2720	3220	
アンテナ出力* (dB μ V)			80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	
①	ケーブル (dB)	(S-5C-FB) 10m	10	2.3	2.8	3.0	3.5	3.6	4.1	4.1	4.5
同軸ケーブル以外の損失 dB			7.0	6.5	6.3	5.8	5.7	5.2	5.1	4.5	
②	ブースタ 1 段目	入力 (dB μ V)		70.7	70.7	70.7	70.7	70.7	70.7	70.8	71.0
		標準利得 (dB)		26.2	29.1	29.7	32.7	33.4	36.6	36.8	40.0
		出力 (dB μ V)		96.9	99.7	100.5	103.5	104.1	107.3	107.6	111.0
		縦続接続調整分 (dB)		-3.0	-3.0	-3.0	-3.0	-3.0	-3.0	-3.0	-3.0
		1 段目総合出力 (dB μ V)		93.9	96.7	97.5	100.5	101.1	104.3	104.6	108.0
③	ケーブル (dB)	(S-7C-FB) 50m	50	8.4	10.5	11.0	12.9	13.4	15.2	15.3	17.0
④	4 分配器 (dB)			8.7	9.0	9.2	10.3	10.5	11.8	11.9	13.5
⑤	ケーブル (dB)	(S-7C-FB) 30m	30	5.0	6.3	6.6	7.8	8.0	9.1	9.2	10.2
③～⑤までの損失合計 (dB)			22.1	25.8	26.8	31.0	31.9	36.1	36.4	40.8	
2nd ブースタへの到達レベル			71.8	70.9	70.7	69.5	69.3	68.2	68.2	67.2	
その他の損失 dB			3.0	2.5	2.3	1.8	1.7	1.2	1.1	0.5	
⑥	ブースタ 2 段目	入力 (dB μ V)		68.8	68.4	68.4	67.7	67.6	67.0	67.1	66.7
		標準利得 (dB)		26.2	29.1	29.7	32.7	33.4	36.6	36.8	40.0
		出力 (dB μ V)		95.0	97.5	98.1	100.5	101.0	103.6	103.9	106.7
		縦続接続調整分 (dB)		-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0
		2 段目総合出力 (dB μ V)		94.0	96.5	97.1	99.5	100.0	102.6	102.9	105.7
⑦	ケーブル (dB)	(S-7C-FB) 0.5m	0.5	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2
⑧	4 分岐器 (dB) (挿入損失)			5.2	5.5	5.6	5.9	6.0	6.6	6.7	7.5
⑨	ケーブル (dB)	(S-7C-FB) 12m	12	2.0	2.5	2.6	3.1	3.2	3.6	3.7	4.1
⑩	6 分配器 (dB)			11.6	12.0	12.3	13.7	14.0	16.3	16.5	18.5
⑪	ケーブル (dB)	(S-7C-FB) 13m	13	2.2	2.7	2.9	3.4	3.5	4.0	4.0	4.4
⑦～⑪までの損失合計 (dB)			21.0	22.9	23.5	26.2	26.8	30.7	31.0	34.7	
3rd ブースタへの到達レベル			73.0	73.6	73.6	73.2	73.2	71.9	71.9	71.0	
その他の損失 dB			3.0	2.6	2.5	2.0	2.0	1.5	1.5	1.0	
⑫	ブースタ 3 段目	入力 (dB μ V)		70.0	71.0	71.1	71.2	71.2	70.4	70.4	70.0
		標準利得 (dB)		10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
		出力 (dB μ V)		80.0	81.0	81.1	81.2	81.2	80.4	80.4	80.0
		3 段目総合出力 (dB μ V)		80.0	81.0	81.1	81.2	81.2	80.4	80.4	80.0
⑬	ケーブル (dB)	(S-7C-FB) 0.5m	0.5	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2
⑭	4 分配器 (dB)			8.7	9.0	9.2	10.3	10.5	11.8	11.9	13.5
⑮	ケーブル (dB)	(S-5C-FB) 10m	10	2.3	2.8	3.0	3.5	3.6	4.1	4.1	4.5
⑯	テレビ端子 (dB)	1 端子		0.8	0.8	0.9	1.4	1.5	2.1	2.1	2.5
⑬～⑯までの損失合計 (dB)			11.8	12.8	13.2	15.3	15.7	18.0	18.2	20.7	
テレビ端子 (壁面端子) 出力 (dB μ V)	計算値		68.2	68.2	67.9	66.0	65.5	62.4	62.2	59.3	
	規定値		57 ~ 81								

*受信アンテナ開口径 75cm を想定

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。
- ・ブースタの縦続接続調整分は 1 段目のみ・1dB とした。

表 R1-6 集合住宅③のシステム設計例

帯域			BS 右旋		CS 右旋		左旋①		左旋②	
周波数 (MHz)		ケーブル長 (m)	1032	1489	1595	2071	2180	2680	2720	3220
アンテナ出力* (dBμV)			80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0
①	ケーブル (dB) (S-5C-FB) 10m	10	2.3	2.8	3.0	3.5	3.6	4.1	4.1	4.5
同軸ケーブル以外の損失 dB			7.0	6.5	6.3	5.8	5.7	5.2	5.1	4.5
②	ブースタ 1 段目	入力 (dBμV)	70.7	70.7	70.7	70.7	70.7	70.7	70.8	71.0
		標準利得 (dB)	26.2	29.1	29.7	32.7	33.4	36.6	36.8	40.0
		出力 (dBμV)	96.9	99.7	100.5	103.5	104.1	107.3	107.6	111.0
		縦続接続調整分 (dB)	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0
1 段目総合出力 (dBμV)			95.9	98.7	99.5	102.5	103.1	106.3	106.6	110.0
③	ケーブル (dB) (S-7C-FB) 0.5m	0.5	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2
④	4 分配器 (dB)		8.7	9.0	9.2	10.3	10.5	11.8	11.9	13.5
⑤	ケーブル (dB) (S-7C-FB) 48m	48	8.0	10.1	10.5	12.4	12.8	14.6	14.7	16.4
⑥	6 分配器 (dB)		11.6	12.0	12.3	13.7	14.0	16.3	16.5	18.5
⑦	ケーブル (dB) (S-7C-FB) 32m	32	5.4	6.7	7.0	8.3	8.5	9.7	9.8	10.9
③～⑦までの損失合計 (dB)			33.7	37.9	39.2	44.8	46.0	52.6	53.1	59.4
2nd ブースタへの到達レベル			62.2	60.8	60.2	57.7	57.1	53.8	53.6	50.5
その他の損失 dB			2.5	2.1	2.0	1.5	1.5	1.0	1.0	0.5
⑧	ブースタ 2 段目	入力 (dBμV)	59.7	58.7	58.2	56.2	55.6	52.8	52.6	50.0
		標準利得 (dB)	26.2	29.1	29.7	32.7	33.4	36.6	36.8	40.0
		出力 (dBμV)	85.9	87.8	88.0	88.9	89.1	89.3	89.4	90.0
		2 段目総合出力 (dBμV)	85.9	87.8	88.0	88.9	89.1	89.3	89.4	90.0
⑨	ケーブル (dB) (S-7C-FB) 0.5m	0.5	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2
⑩	4 分岐器 (dB) (挿入損失)		5.2	5.5	5.6	5.9	6.0	6.6	6.7	7.5
⑪	ケーブル (dB) (S-7C-FB) 12.8m	12.8	2.1	2.7	2.8	3.3	3.4	3.9	3.9	4.4
⑫	6 分配器 (dB)		11.6	12.0	12.3	13.7	14.0	16.3	16.5	18.5
⑬	ケーブル (dB) (S-7C-FB) 13m	13	2.2	2.7	2.9	3.4	3.5	4.0	4.0	4.4
⑨～⑬までの損失合計 (dB)			21.1	23.0	23.7	26.4	27.0	30.9	31.3	35.0
3rd ブースタへの到達レベル			64.8	64.7	64.3	62.5	62.0	58.4	58.1	55.0
その他の損失 dB			2.5	2.1	2.0	1.5	1.5	1.0	1.0	0.5
⑭	ブースタ 3 段目	入力 (dBμV)	62.3	62.6	62.3	61.0	60.5	57.4	57.1	54.5
		標準利得 (dB)	10.2	13.1	13.7	16.7	17.4	20.6	20.8	24.0
		出力 (dBμV)	72.5	75.7	76.1	77.8	78.0	78.0	78.0	78.5
		3 段目総合出力 (dBμV)	72.5	75.7	76.1	77.8	78.0	78.0	78.0	78.5
⑮	ケーブル (dB) (S-7C-FB) 0.5m	0.5	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2
⑯	4 分配器 (dB)		8.7	9.0	9.2	10.3	10.5	11.8	11.9	13.5
⑰	ケーブル (dB) (S-5C-FB) 10m	10	2.3	2.8	3.0	3.5	3.6	4.1	4.1	4.5
⑱	テレビ端子 (dB)	1 端子	0.8	0.8	0.9	1.4	1.5	2.1	2.1	2.5
⑮～⑱までの損失合計 (dB)			11.8	12.8	13.2	15.3	15.7	18.0	18.2	20.7
テレビ端子 (壁面端子) 出力 (dBμV)	計算値		60.6	62.9	62.9	62.5	62.3	59.9	59.7	57.8
	規定値		57 ~ 81							

*受信アンテナ開口径 75cm を想定

1.2.5 宅内配信システムの CN 比の見積もり (3220MHz)

表 R1-7 に、各集合住宅モデルの 3220MHz における CN 比の見積もりを示す。

表 R1-7 各集合住宅モデルの 3220MHz における CN 比

集合住宅モデル		集合住宅①	集合住宅②	集合住宅③
		5 階建て 40 世帯 高出力 2 段ブースタ構成	5 階建て 40 世帯 3 段ブースタ構成	30 階建て 240 世帯 3 段ブースタ構成
ブースタ利得(dB)		43.7	40	40
ブースタ 1 段目	入力(dB μ V)	73	71	71
	NF (dB)	10	10	10
	CN 比 (dB)	52.9	50.9	50.9
ブースタ 2 段目	入力 (dB μ V)	71.9	66.7	50
	NF (dB)	10	10	10
	CN 比(dB)	51.8	46.6	29.9
ブースタ 3 段目	入力(dB μ V)	—	70	54.5
	NF(dB)	—	10	10
	CN 比(dB)	—	49.9	34.4
総合 CN 比(dB)		49.3	44.0	28.6

- ・熱雑音は 10.1dB (帯域幅 : 33.76MHz)
- ・ブースタの雑音指数 (NF) は仮置き値
- ・受信アンテナの開口径は 75cm を想定

測定方法の検討

1. 検討方法

1.1 目的

衛星放送受信機器および受信システムの漏洩電波を測定するにあたり、ノイズレベルに近い低いレベルの漏洩電波を一定の精度を伴って測定する必要があることや漏洩基準を満足しているかの判定に用いることから、測定方法について明確にすることが重要である。

今回初めて衛星放送受信機器および受信システムの漏洩電波の測定を行ったことから、今回の測定方法をベースに測定方法について検討した。

1.2 測定方法

測定方法については、測定用途や測定環境に合わせて、使用する測定器や測定条件が最適であり、かつ現実的なものであることが必要である。

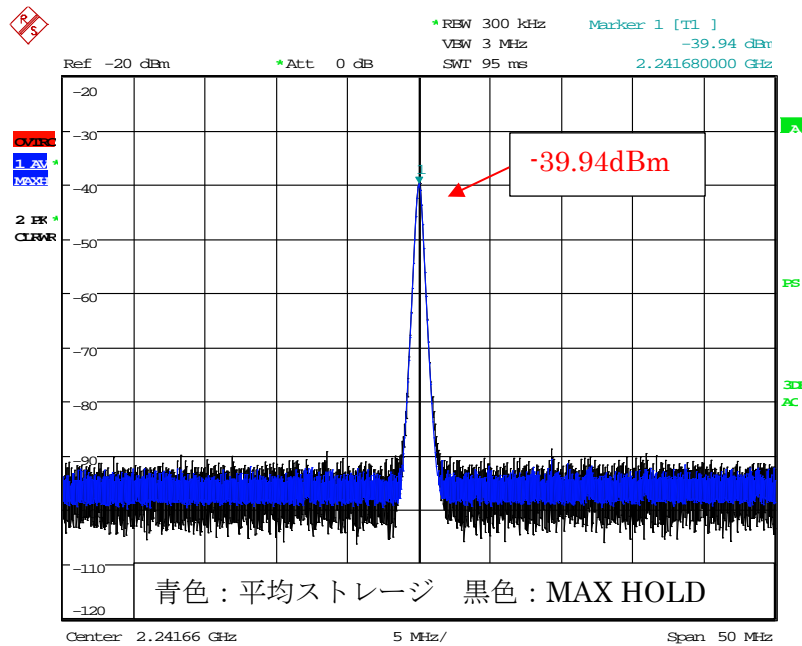
そのため、測定用途や測定環境に合わせた測定方法を3通り検討した。

- ① 電波暗室において測定する方法
- ② 衛星放送用受信設備の現地において測定する方法
- ③ 衛星放送用受信設備の工事完成時等で確認測定する方法(簡易測定法)

1.3 測定における課題および留意点

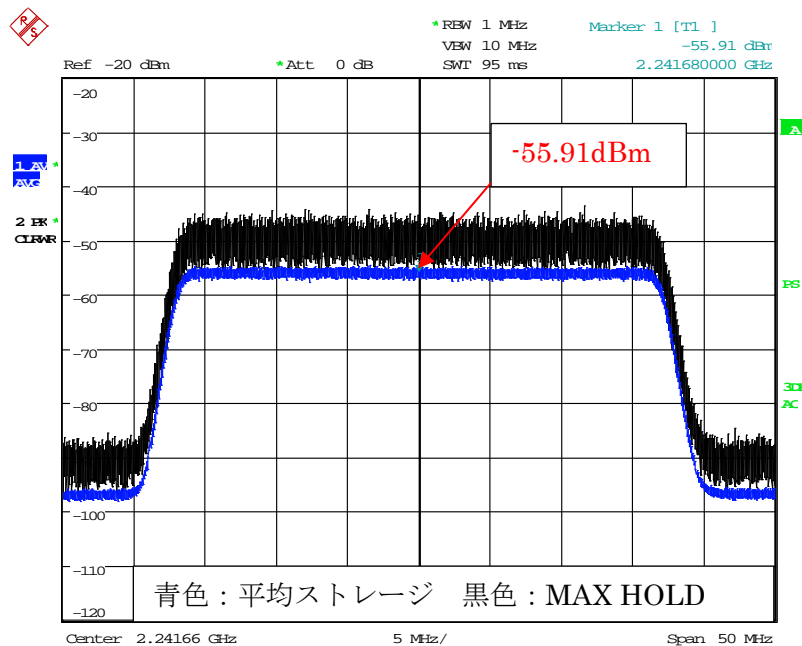
衛星放送受信機器および受信システムの漏洩電波を測定するにあたり、いくつかの課題や留意する点があるため引き続き検討が必要であり、それらを次のとおり整理した。

- ① 測定器および測定システム
測定器の最低測定レベル(測定限界)、測定器の精度、据置型又は可搬型、測定器の入手し易さ(特殊過ぎる、高価過ぎる、入手が困難)など
- ② 測定アンテナ
ダブルリッジホーンアンテナ、ログペリアンテナなど
- ③ 測定する環境
電波暗室の条件、現地での測定(既存無線通信システム波の到来)など
- ④ 測定条件
測定距離、回転台、自動測定、電源条件など
- ⑤ 測定信号
実際に衛星放送波を受信する場合の信号は、1チャンネルあたり 33.7561MHz 幅のデジタル信号であり、今回の電波暗室で測定した CW 信号とは異なるものである。
このデジタル信号は、周波数幅にエネルギーが分散していることから測定器の設定条件等によりノイズと区分できず漏洩電波を検知することが困難となる場合がある。
そのため、一定の精度を保って測定する必要がある場合は、信号発生器を用いて CW 信号を接続し測定するなどの方法が考えられる。
参考のため BS-IF 信号(デジタル信号)と CW 信号の波形サンプルを図 1.1 および図 1.2 に示す。



RBW : 300kHz
 VBW : 3MHz
 平均検波

図 1.1 CW -40dBm のエネルギーを観測した波形



RBW : 1 MHz
 VBW : 10MHz
 平均検波

図 1.2 BS-IF デジタル変調波-40dBm のエネルギーを観測した波形

マーカー値 CW=-39.94dBm、変調波=-55.91dBm となり差は 15.9dB となった。

これは帯域換算値 $E_r = 10 \log \frac{1}{B_n} = 10 \log \left(\frac{1}{33.7561} \right) \cong 15.3$ とほぼ同じ値となる。(Bn:占有帯域幅)

同じエネルギーの異なる信号を観測する場合、帯域換算をすることにより値が一致することが確認できた。このことから、ノイズレベルに近い低いレベルを測定する場合は、CW 信号を使用して測定することは有効であることが確認できた。

2. 電波暗室において測定する方法

2.1 用途

電波暗室は、反射波など測定する周辺環境の影響を受けないほか、他の無線システムの電波到来の影響も受けないため、衛星放送受信機器および受信システムの漏洩電波を精度の高い測定をする場合に適する。

2.2 測定環境

① 測定環境

他の機器のノイズや既存の無線システムの影響を受けず、反射波の影響も少ない微弱電波測定等でも使用されている電波暗室で測定することが望ましい。

② 測定空中線

アンテナ利得が高く、利得は周波数に対応した値が既知であり BS、CS-IF 帯(1GHz~4GHz 程度)を測定できる空中線。具体的にはダブルリッジホーンアンテナが望ましい。

③ スペクトラムアナライザ

帯域分解能は 1MHz、100kHz、30Hz の設定が可能で帯域分解能の 10 倍程度のビデオフィルタがかけられ、平均検波ができるもの。空中線利得、ケーブル損失、前置増幅器等を使用し電界強度に換算した際に 25dB μ V/m/MHz 以下(漏洩基準案 30.9dB μ V/m/MHz)まで測定が可能で雑音レベルが低いものが望ましい。

④ プリアンプ

ノイズレベルに近い低いレベルの漏洩電波を測定する場合は、低ノイズ型で増幅度のわかっているものが望ましい。

2.3 測定方法(案)

測定を行う一例として 3m 電波暗室の測定器の配置例を図 2.1 に示す。

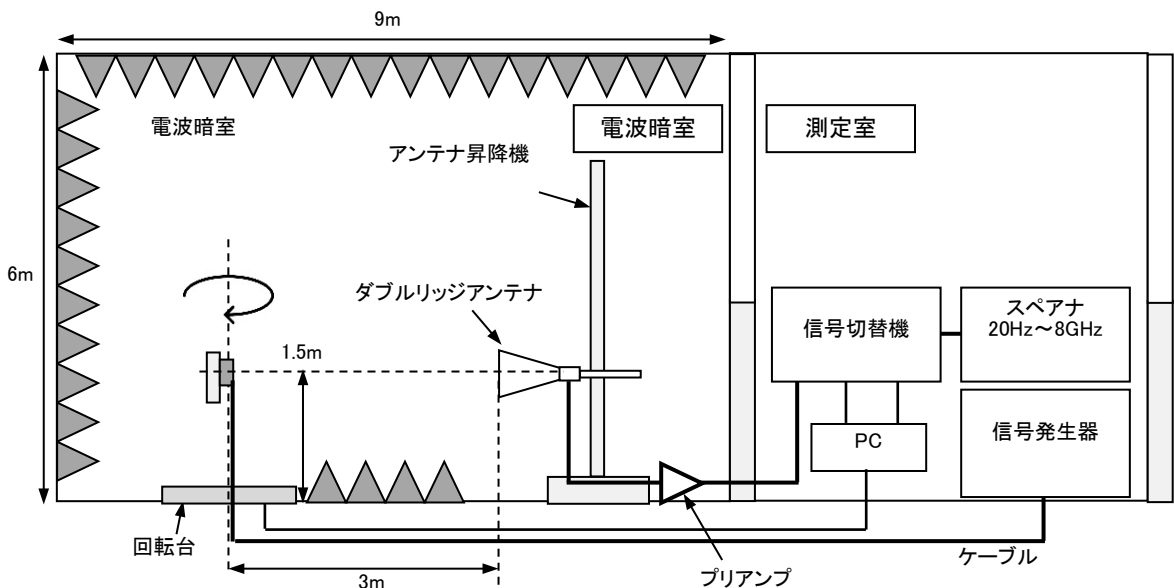


図 2.1 電波暗室での測定配置の一例

測定方法は、昭和 63 年郵政省告示第 127 号「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」に示されている環境において測定を行う。

実際に設置される衛星放送用受信設備と同様な使用環境を想定し、床面は電波吸収材とする。

測定機器の構成は、ダブルリッジホーンアンテナ～プリアンプ～スペクトラムアナライザで接続し測定を行う。また、測定値から電界強度に換算した値を記録する。

電波漏洩量が大きい能動機器であるブースターは、3 軸法により細かく測定し、その他の機器は 6 面法で測定する。

測定偏波面は、垂直、水平偏波で測定を行い最大値を当該機器の漏洩電界強度とする。

測定にあたり、微弱な漏洩電波を測定するためには、ノイズフロアと漏洩電波が判別できなければ精度の高い測定はできないことから、一般的にはスペクトラムアナライザのノイズフロアより 6dB 以上高い値について信頼性が高い値として扱われる。そのため、測定を行う前にノイズフロアレベルの測定を行い記録することが望ましい。測定周波数については、表 2.1 に示す。

表 2.1 BS、110 度 CS 放送の中間周波数

右旋円偏波 IF 周波数		左旋円偏波 IF 周波数	
CH 番号	中心周波数 [MHz]	CH 番号	中心周波数 [MHz]
BS-1	1049.48	BS-2	2241.66
BS-3	1087.84	BS-4	2280.02
BS-5	1126.20	BS-6	2318.38
BS-7	1164.56	BS-8	2356.74
BS-9	1202.92	BS-10	2395.10
BS-11	1241.28	BS-12	2433.46
BS-13	1279.64	BS-14	2471.82
BS-15	1318.00	BS-16	2510.18
BS-17	1356.36	BS-18	2548.54
BS-19	1394.72	BS-20	2586.90
BS-21	1433.08	BS-22	2625.26
BS-23	1471.44	BS-24	2663.62
ND-26	1550.00	ND-25	2726.00
ND-2	1613.00	ND-1	2766.00
ND-4	1653.00	ND-3	2806.00
ND-6	1693.00	ND-5	2846.00
ND-8	1733.00	ND-7	2886.00
ND-10	1773.00	ND-9	2926.00
ND-12	1813.00	ND-11	2966.00
ND-14	1853.00	ND-13	3006.00
ND-16	1893.00	ND-15	3046.00
ND-18	1933.00	ND-17	3086.00
ND-20	1973.00	ND-19	3126.00
ND-22	2013.00	ND-21	3166.00
ND-24	2053.00	ND-23	3206.00

・被測定器の高さ 1.5m(3 軸、6 面法が測定できるよう回転できる台に設置が望ましい)
 昭和 63 年郵政省告示第 127 号「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」に示されている環境に準じた高さとしている。

・測定方向

3軸法：3面法は機器の3軸に対し15度刻みで各軸24方向の測定を行う。

対象機器：ブースターなど能動機器

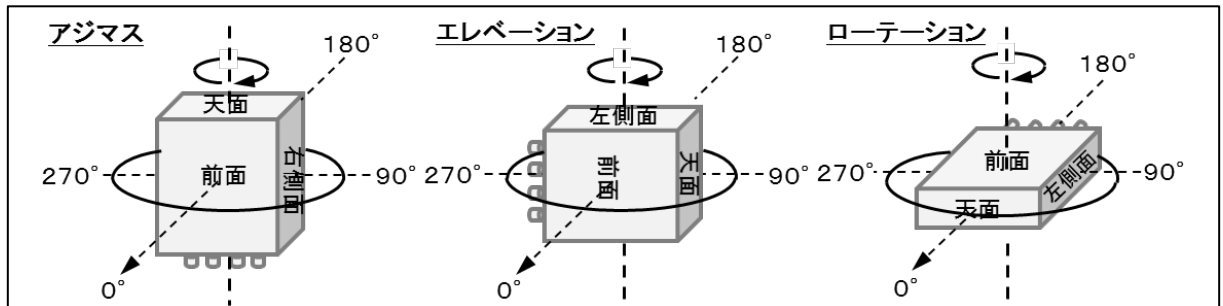


図 2.2 3軸法の測定方向イメージ

6面法：機器を前後左右、上下方向より測定を行う。

対象機器：分配器、分岐器、テレビ端子などその他の機器

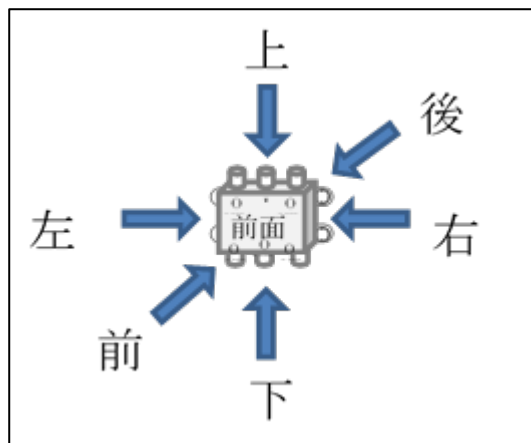


図 2.3 6面法の測定方向イメージ

・測定空中線：ダブルリッジホーンアンテナ、高さ1.5m、被測定器から3mの離隔で配置する。

昭和63年郵政省告示第127号「著しく微弱な電波を放射する無線局の電界強度の測定方法を定める件」に示されている配置に準じている。

・プリアンプ：低ノイズで増幅度が既知のもの。

試験では利得40dB、NF2.4dBのンプを使用した。

・信号発生器：測定周波数帯においてCW信号を発生できるもの。

試験では40GHzまで出力できる信号発生器を使用した。

・スペクトラムアナライザ：BS、CS-IF帯域が測定できるもの。

設定パラメータは、RBW:300kHz、VBW:3MHz、平均検波。測定目的によって設定を可変することがある。本試験で使用したスペクトラムアナライザの設定を表2.2に示す。

表 2.2 今回の試験で使用したスペアナ設定の一覧

RBW	VBW	検波方法
1MHz	3MHz	平均
300kHz	3MHz	平均
100kHz	1MHz	平均
30Hz	30Hz	平均

3. 衛星放送用受信設備の現地における測定方法

3.1 用途

実際に使用されている衛星放送用受信設備の漏洩電波を現地で測定する場合に適する。そのため測定信号はCWではなく、デジタル変調信号となる。

3.2 測定環境

衛星放送用受信設備の漏洩電波を現地で測定する場合には、放送波を受信している状態で測定することからデジタル変調信号の漏洩レベルを判定することになる。

CW 信号とは異なり周波数幅にエネルギーが分散していることからノイズとの区分が困難になるほか、電波暗室とも異なり測定環境による反射波の影響を受けることや他の無線システムからの信号が到来し影響を受けることなど現地での測定する場合は課題が大きい。

その関係から、BS、CS-IF 帯と同一の周波数帯の利用状況について、図 3.1 および図 3.2 に示す。合わせて、実際のフィールドで到来している他の無線システムのスペクトラムを図 3.3 および図 3.4 に示す。

一方、他の無線システムから比較的影響を受けずに測定が可能と考えられる周波数帯について表 3.1 に抽出した。

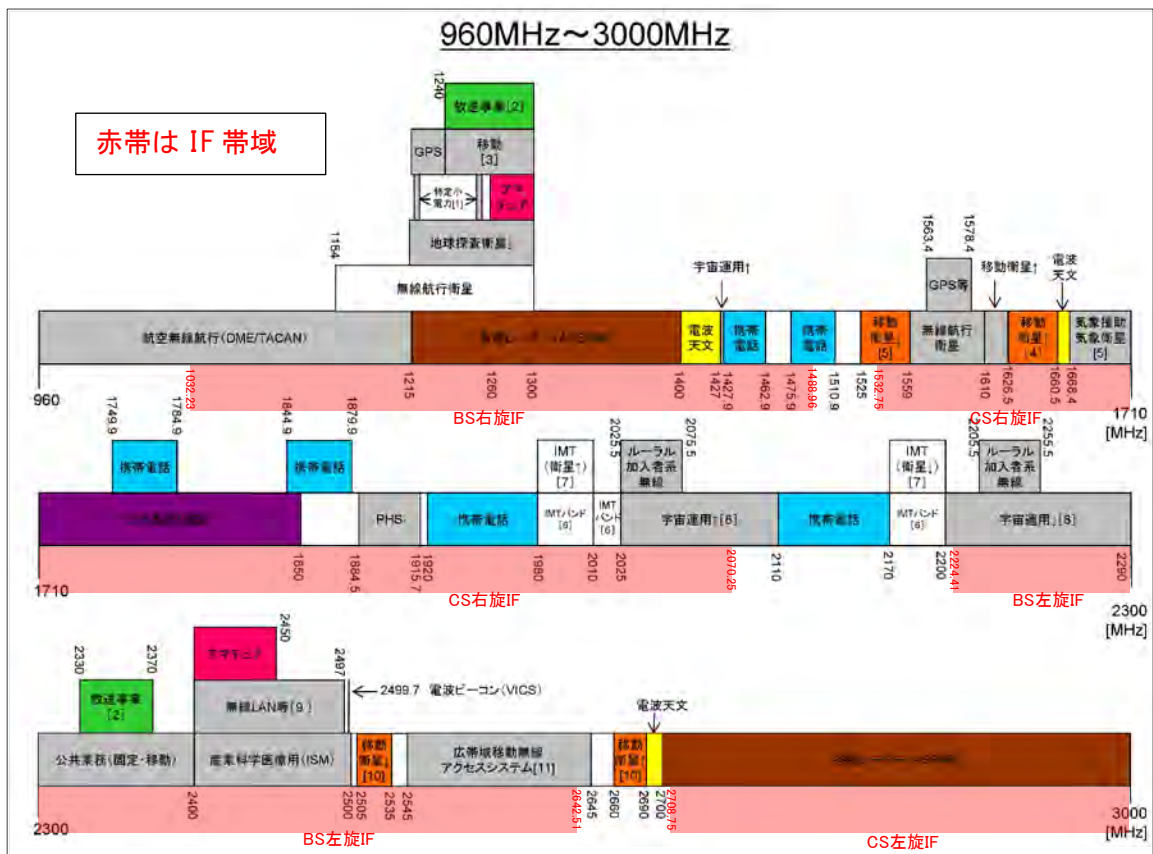


図 3.1 960MHzから 3000MHzの周波数割り当て状況
(総務省電波利用ホームページより <http://www.tele.soumu.go.jp/j/adm/freq/>)

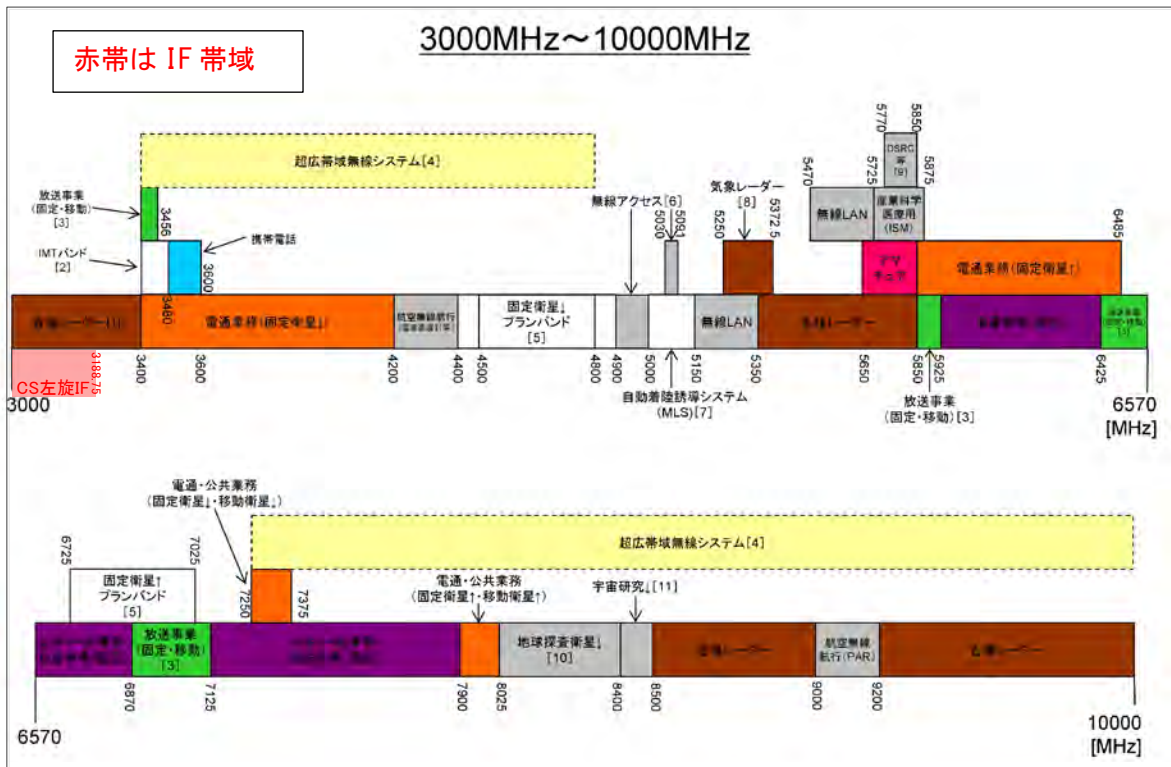
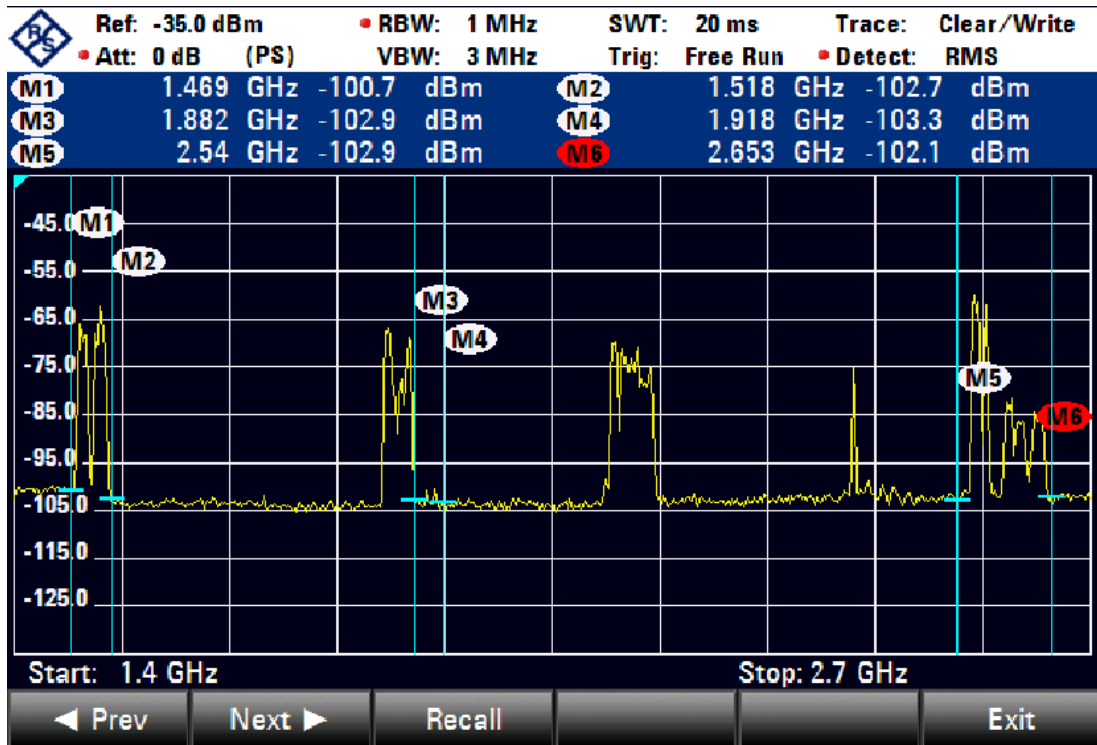


図 3.2 3000MHzから 10000MHzの周波数割り当て状況

(総務省電波利用ホームページより <http://www.tele.soumu.go.jp/j/adm/freq/>)

表 3.1 他の無線システムから比較的影響を受けずに測定が可能と考えられる周波数帯

周波数 [MHz]	帯域幅 [MHz]	上端	下端	BS・110° CS 対象
1462.9 ~ 1475.9	13	携帯電話	携帯電話	右旋 BS-23
1510.9 ~ 1525	14.4	携帯電話	移動衛星↓	
1879.9 ~ 1884.5	4.6	携帯電話	PHS	右旋 ND-16
1915.7 ~ 1920	4.3	PHS	携帯電話	右旋 ND-18
2290 ~ 2300	10	宇宙運用↓	公共業務 (固定・移動)	左旋 BS-6
2500 ~ 2505	5	産業科学医療用 (ISM)	移動衛星↓	左旋 BS-16
2535 ~ 2545	10	移動衛星↓	広域移動無線	左旋 BS-18
2645 ~ 2660	15	広域移動無線	移動衛星↑	左旋 BS-24



(アンテナ:ダブルリッジホーンアンテナ 測定器:可搬型スペアナ)
 図 3.3 実際のフィールドにおける 1.4GHz~2.7GHz までのスペクトラム波形



図 3.4 実フィールドの測定付近の様子(愛知県春日井市郊外の住宅地)

実フィールドによる測定の結果から、現地における測定では他の機器からのノイズ、他の無線局の影響を受けるため測定精度を保つことは困難な状況と考えられる。

3.3 測定方法(案)

測定機器は現地で使用するため移動(可搬)が比較的容易なもの、電源確保が容易なものという条件が必要となる。

① 測定用空中線

現実的な空中線はダイポールアンテナ、ログペリオディックアンテナなどが挙げられる。表 3.2 に各アンテナの利得と特徴を図 3.5～図 3.7 にその写真を示す。

表 3.2 空中線の種類と利得と特徴

空中線種類	利得[dBd]	長所	短所
ダブルリッジホーンアンテナ	10～12	利得が高い 指向性が高い	取扱が難しい 高価
ログペリオディックアンテナ	7～8	取扱が比較的容易	
ダイポールアンテナ	0	指向性が広い	利得が低い



図 3.5 ダブルリッジホーンアンテナの外観



図 3.6 ログペリオディックアンテナの外観
(ローデシュワルツ社製の例)



図 3.7 半波長ダイポールアンテナの外観

② 測定器

測定器も同様に可搬性が求められ、表 3.3 に現在流通している可搬型スペアナの機種とその能力をまとめた。

表 3.3 持ち運びができるスペアナの機能一覧

機材	最低測定範囲 (RBW1MHz による換算値)	分解能	電源
A 社	-159dBm (-99dBm)	1Hz~10MHz	AC+電池
B 社	-135dBm (-85dBm)	10Hz~3MHz	AC+電池
C 社	-157dBm (-107dBm)	10Hz~3MHz	AC+電池
D 社	-135dBm (-75dBm)	1Hz~5MHz	AC+電池
E 社	-14dBm (-91dBm)	10Hz~3MHz	AC+電池

最低測定範囲の最小値は分解能が最小の時を指すため、実際は1MHz換算すると1Hz の場合 60dB、10kHz の場合 50dB ノイズフロアが上昇することになる。



図 3.8 可搬できるスペアナの一例

測定器に求められる能力はさらに測定限界がある。求められる測定限界は下記のような試算をもとに推定することが出来る。

電界強度の換算式は以下のようにあらわされる。

$$E_0[\text{dB } \mu\text{V}/\text{m}] + L_f[\text{dB}] + L_c[\text{dB}] + h_e[\text{dB}] + G[\text{dBd}] \\ = E[\text{dBm}] + 6[\text{dB}](\text{開放}) + 107[\text{dB}](\text{dB } \mu\text{V}/\text{dBm 換算})$$

E_0 : 電界強度 L_c : インピーダンス変換

E : 測定電力(開放) h_e : アンテナ実効長

L_f : ケーブル損失 G : アンテナ利得

2.5GHz における値は

$$E = E_0 - 107 - 6 + L_f + L_c + h_e + G$$

$$E = E_0 - 107 - 6 + L_f + (-1.7) + (-28) + G$$

$$E = E_0 - 142.7 + G + L_f$$

アンテナ利得が 0dB、ケーブル損失 0dB とした場合 2.5GHz における最小の検知値は基準レベル 30.9dB $\mu\text{V}/\text{m}/\text{MHz}$ を観測するためには少なくとも測定器入力で -111.8dBm-6dB(判定) = -117.6dBm まで観測できる必要がある。更に周波数が高くなるほど h_e は小さくなることから、さらに測定は困難となる。

実際の測定において、上記の条件を満足するための測定方法を検討した。

- ・測定方法
被測定機器へアンテナの指向性最大方向を向けて測定
- ・測定周波数
他の無線局やノイズと明確に分離判定できる周波数
- ・測定距離
基本は 3m の離隔で測定する。ただし観測できないときは 1m まで近づく。その場合距離換算補正は図 3.9 の式で行う。

$$E' = E + 20 \log \left(\frac{d}{3} \right)$$

E:地点 d[m]で観測された電界強度[dB μ V/m]

d:測定地点の離隔距離[m]

E':3m 基準へ換算した値[dB μ V/m]

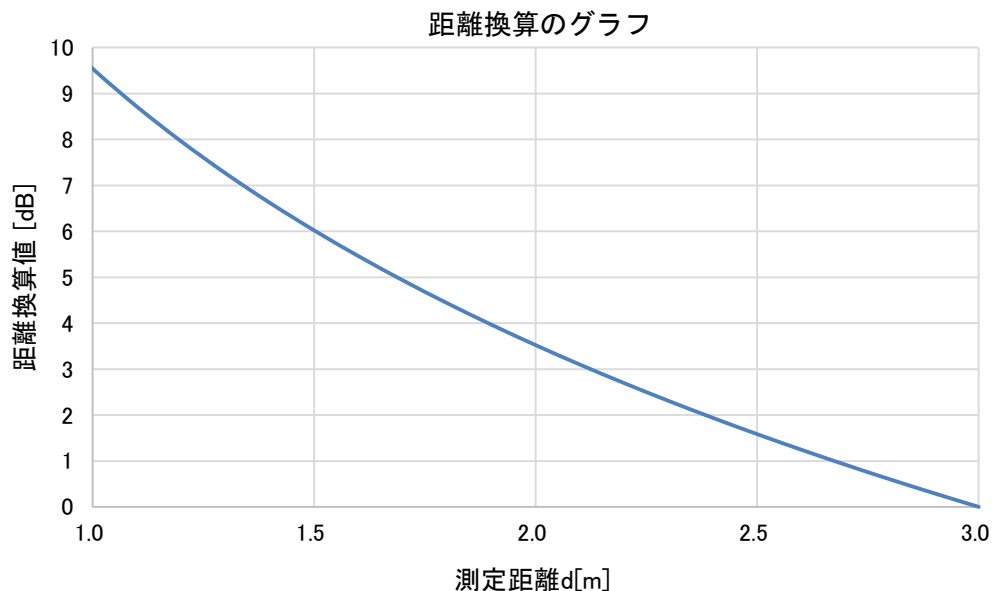


図 3.9 距離補正の値 (参考: 1m の換算値 -9.54dB)

- ・測定器の設定
単体機器測定に準じて RBW:1MHz、RBW:3MHz、検波:平均
- ・精度を高める測定方法について検討
衛星放送用受信設備のブースター入力端に信号発生器の CW 信号を入力し、より正確に測定することが可能となる。信号発生器の CW 信号は低いレベルから増加させブースタの規定レベルに合わせてから測定を行うほか、他の無線システムの影響を受けない周波数帯を選定するなどが考えられる。

4. 衛星放送用受信設備の工事完成時等で確認測定する方法（簡易測定法）

4.1 用途

衛星放送用受信設備を構築した場合や右旋受信システムから左旋対応に改修した場合の完成時の機能・動作試験時と合わせて漏洩電波を現地で測定し施工不良箇所がないか確認する場合を想定した。

4.2 測定環境

測定環境は、3 の条件と同様で他の無線システムからの信号が到来し影響を受ける懸念はあるが、衛星放送用受信設備の伝送特性を確認するための試験と合わせて漏洩電波を測定し、主に施工不良箇所がないかの確認を行うための簡易測定法を想定している。

この測定方法を検討した理由は、比較的専門性を求めることなく施工不良の発見・排除ができる手法が求められているほか、衛星放送用受信設備の施工会社等において比較的入手しやすい安価な測定器で簡易的に確認できる手法が望まれるために検討したものである。

・測定信号

工事完成時であることから、衛星放送用受信設備のブースタ入力に簡易信号発生器の CW 信号を接続し、同システムのレベルダイヤ伝送特性を確認する際に、合わせて漏洩電波の有無を確認する。持ち運び可能な信号源となるものとして表 4.1 参照。

・測定距離

測定距離は不良を発見し易くする観点から最接近距離1mとすることを想定。

・測定器

衛星放送用受信設備の伝送特性試験に特化したチェッカーのような測定を想定する。各種換算し漏洩基準である $46.2\text{dB } \mu\text{V}/\text{m}/33.7561\text{MHz}$ を検知できるもの。マージンを取って $40\text{dB } \mu\text{V}/\text{m}/33.7561\text{MHz}$ 程度確保できるもの。現在市販されている簡易レベルチェッカー等の測定器では対応は難しい。表 4.2 参照

・測定周波数

「3. 衛星放送用受信設備の現地における測定方法」で検討した周波数を想定する。

・測定アンテナ

周波数特性が安定していて持ち運びの容易さからログペリオディックアンテナが妥当と考える。また、離隔1mがわかるゲージがついたものが良い。

表 4.1 現在販売されている簡易信号発生器

製作メーカー	信号	信号レベル [dB μ V]	出力周波数 [MHz]	電源
A 社	CW	80	2664(BS-24) 3206(ND-23)	電池
B 社	CW	100~75	3206(ND-23)	電池
C 社	CW	100~50	全チャンネル 整数 MHz	電池
D 社	CW	70	2070(ND-24) 2681(該当 IF なし) 3223(ND-23)	電池
E 社	CW	80	2664(BS-24) 3206(ND-23)	電池

表 4.2 現在販売されている簡易レベルチェッカー

製作メーカー	受信レベル[dB μ V]
A社	40~110
B社	5~110

チェッカーに求められる測定限界値は下記の式から推測される。
電界強度の換算式は以下のようにあらわされる。

$$E_0[\text{dB } \mu\text{V}/\text{m}] + L_f[\text{dB}] + L_c[\text{dB}] + h_e[\text{dB}] + G[\text{dB}] = E[\text{dB } \mu\text{V}]$$

E_0 : 電界強度
 E : 測定電圧(開放)
 L_f : ケーブル損失
 L_c : インピーダンス変換
 h_e : アンテナ実効長
 G : アンテナ利得

2.5GHz における値は

$$E = E_0 + L_f + L_c + h_e + G$$

$$E = E_0 + L_f + (-0.1) + (-28) + G$$

$$E = E_0 - 28.1 + G + L_f$$

アンテナ利得が 0dB の場合、ケーブル損失 0dB とした場合 2.5GHz における最小の検知値は基準レベル 46.2dB μ V/m/33.7561MHz (CW)を観測するためには少なくとも測定器入力で、18.1dB μ V-6dB(判定)=12.1dB μ V 程度まで観測できる必要がある。

また、測定距離が 1m にすると観測レベルを高くすることが出来るため、距離換算 $20 \log\left(\frac{3}{1}\right) = 9.54\text{dB}$ を加えて 20dB μ V 程度と推測できる。

つまりチェッカーで 20dB μ V を示す時 46.2dB μ V/m/33.7561MHz(@3m)となる。

4.3 測定方法(案)

基本的には、3.3 測定方法(案)と同様と考える。

海外の動向

1. 調査の概要

海外における衛星放送用受信設備について調査し、衛星放送の中間周波数が既存無線システムなど他のサービスへの影響問題の有無、関係する漏洩基準などについて調査し、日本と国際動向との違いおよびその背景等について調査した。

調査範囲については米国および欧州主要3カ国(英、独、仏)とし、放送事業者や衛星放送用受信設備メーカー、インターネットおよび関連書籍などから情報を収集しまとめた。

2. 海外における衛星放送用受信設備と周波数

2.1 米国の衛星放送用受信設備と周波数

米国の衛星放送は 1990 年代中頃に始まったが、その後事業者の合併・統合により、現在は、DirecTV 社と DishNetwork 社が主要事業者となっている。

米国における IF 周波数は、総じて「950MHz～2150MHz」と認識されているが、その内 950MHz～1450MHz が主流となっている。ただし、主要 2 社とも運用上 250～750MHz(B-Band)の IF 周波数も利用している。

① DirecTV

DirecTV のダウンリンク周波数は Ku 帯(11.70-12.20 GHz)及び Ka 帯(20.2- 21.2 GHz)で放送されているが、Ka 帯は Ku 帯を補完するために使用されている。

DirecTV 参入時の 1993 年までは 1450MHz が IF 周波数の上限として利用されていたが、現在では IF 周波数の上限を 2150MHz まで拡張されたサービスもある。

Ku 帯の 101 度と 110 度/119 度の 2 系統(それぞれ 500MHz 幅)については 950～1450MHz が使われている。一方で、Ka 帯は、Ka-High(19.7GHz-20.2GHz)と Ka-Low(18.3GHz-18.8GHz)に分かれ、それぞれ IF は 1650MHz-2150MHz、250MHz-750MHz が対応する。

② DishNetwork

ダウンリンク周波数は Ku 帯を利用している。

標準的な LNB では IF 周波数は 950～1450MHz を利用しているが、Dish 自社製品の Dish Pro Plus LNB では広域の 950MHz～2250MHz を利用している。

2.2 欧州の衛星放送用受信設備と周波数

欧州における衛星のダウンリンク周波数は 10.7～12.75GHz 帯で、IF 周波数は 0.95GHz～2.34GHz 帯となっている。

2.2.1 イギリス

① Sky UK

イギリスの有料衛星放送事業は Sky 社が独占的に行っており、イギリスのほか、アイルランド、ドイツ、オーストリア、イタリアの 5 カ国の事業をグループ化している。

1990 年 11 月に放送開始され、2001 年 9 月には全 ch デジタル化された。

② Freesat

アナログ終了に伴い地デジ放送を補完する目的で 2008 年 5 月に放送が開始され、現在は公共放送の BBS と民放系列の ITV が共同で運営する無料の衛星放送サービスとなっている。

2.2.2 ドイツ

ドイツの衛星放送は 1984 年 11 月から開始され、2012 年 4 月に全 ch デジタル化されている。

① 無料衛星放送

公共放送の ARD(第 1 放送)および ZDF(第 2 放送)、民間放送の最大系列である RTL グループや ProSieben などが無料放送を行っている。

② SKYドイツ

1991 年に Premiere として放送を開始したが、2014 年 11 月にイギリスの Sky 社の子会社となって現在の社名となった。

③ HD+

RTL グループや ProSieben など民放による HDTV 専用の有料衛星放送サービス。

2.2.3 フランス

フランスの有料衛星放送は Canal 社がほぼ独占しているが、近年 Orange 社が遠隔地向けのサービスを開始した他、複数の衛星放送事業者がサービスをしている。

① CanalSat

CanalSat 社は 1992 年に衛星放送を開始し、その後ライバル関係にあった TPS 社を参加に収め、フランスの有料衛星放送をほぼ独占している。

② Orange

ADSL サービスを行っている Orange 社が、2008 年 7 月から ADSL サービスが受けられない遠隔地向けに行っている有料衛星放送である。

表 2.1 は海外における衛星放送の周波数についてまとめた表である。

表 2.1 海外における衛星放送用受信設備と周波数

	米国		欧州		
			イギリス	ドイツ	フランス
サービス名	DirecTV	DishNetwork	SkyUK,Freesat	ARZ,ZDF,RTL, SkyGermany, HD+	Canal+,CanalSat, BisTV,Orange, FRANSAT,TNTSAT
ダウンリンク 周波数 [GHz]	Ku: 12.2~12.7 KaL: 18.3~18.8 KaH: 19.7~20.2	Ku: 12.2~ 12.7	Low-band:10.7~11.7 High-Band:11.7~12.75		
IF周波数 [GHz]	Ku: 0.95~1.45 KaL: 0.25~0.75 KaH: 1.65~2.15	標準: 0.95~1.45 DishProPlus: 0.95~2.25	標準: Low-band:0.95~1.95 High-Band:1.10~2.15		
			拡張: ※1 0.29~2.34	—	—

※1: イギリス独自の拡張受信方式として、Low-band、High-band の区別無く全chを伝送するIF方式で、偏波のみで分けられている。

2.3 海外の衛星放送受信モデル

2.3.1 個別受信

海外では方向の異なる複数の衛星を受信する場合、受信機からの信号により LNB を切り替える必要があるため、パラボラアンテナと受信機が 1:1 構成による受信が基本となっており、複数の部屋で視聴する場合は受信機の数だけパラボラアンテナが必要になる。

このほか海外では、衛星マルチスイッチという機器を使用し、受信に必要な LNB と受信機との接続を相互に切り替えることで、複数の LNB を共用しているケースもある。(図 2.3-1 参照)

また、最近では複数チューナーを内蔵したサーバー型受信機から、IP で宅内配信するシステムも出回り始めている。

2.3.2 共同受信

集合住宅での衛星放送受信についても、パラボラアンテナと受信機が 1:1 による受信が基本となっているため、集合住宅に複数のパラボラアンテナを設置しているケースが多い。

異なる複数の衛星を受信する場合、小規模であれば衛星マルチスイッチを使うことで共用が可能であるが、大規模集合住宅には適していない。なお衛星マルチスイッチによる分配可能数は、最大 32 分配程度である。

大規模に館内配信する場合、小規模のヘッドエンドシステムと組み合わせて配信する場合もあるようである。

最近では、イギリスのsky社など、インターネット接続による IPTV 視聴サービスを行っていて、共同受信による視聴を必要としない配信方法も広まりつつある。

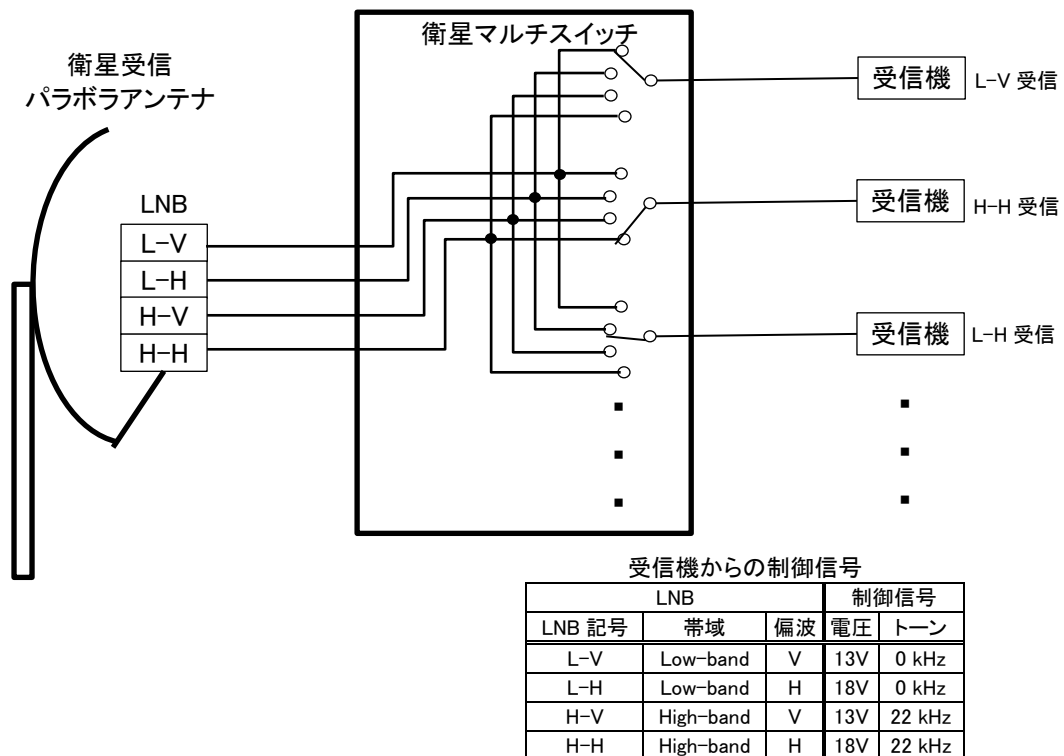


図 2.3-1 衛星マルチスイッチの LNB 切替イメージ

3. 海外における漏洩基準

国際的な漏洩基準については、国際組織である CISPR¹で規格化しているが、あくまでも国際規格であり法規ではないため強制力は無く、それぞれの国でこの基準を参照し、各国が法律化する動きとなっている。

3.1 国際規格 CISPR32

3.1.1 概要

高周波 EMC に関する国際規格については、前述した CISPR で作成・発行しており、マルチメディア機器に関するエミッション(電磁波妨害)については CISPR32²で規格化されている。

日本においては、2015 年 12 月に CISPR32 に準拠した国内規格が情報通信審議会において答申され、VCCI 協会ではこの規格に沿った新しい技術基準による自主規制を推進している。

CISPR32 では、機器からの電波放射ノイズについて規定した放射エミッションと、電源線や通信線など有線からのノイズについて規定した伝導エミッションの 2 つの基準について規定されている。

放射エミッションについての具体的な要求事項(漏洩基準)については、CISPR32 付則 A に記載されており、放射エミッションの基本規格と特定の方法の使用制限については CISPR32 付則 A 表 A1 に、放射エミッションに関する要求事項については CISPR32 付則 A 表 A2～A5 に、また FM 受信機からの放射エミッションに関する要求事項については CISPR32 付則 A 表 A.6 に、家庭用衛星放送用受信設備の屋外ユニットに関する要求事項については CISPR32 付則 A 表 A7 に規定されている。

また、機器の使用環境に基準が分かれており、住宅環境内における使用を想定した ClassB と、それ以外の ClassA に分けて定義されている。今回検討している衛星放送用受信設備は、住宅環境内の使用となるためクラス B が該当すると考えられる。

下記記述は CISPR32(国内答申)³のクラス分けに関する部分である。

<p>4 機器のクラス分け</p> <p>本規格は、最終使用環境の二つのタイプと関連したクラス A 機器とクラス B 機器を定義する。</p> <p>クラス A 機器は、表 A.2、表 A.3、表 A.9 及び表 A.11 で与えられた要求を、表 A.1 と表 A.8 で定義された制限とともに満足する機器である。</p> <p>クラス B 機器は、表 A.4、表 A.5、表 A.6、表 A.7、表 A.10、表 A.12 及び表 A.13 で与えられた要求を、表 A.1 と表 A.8 で定義された制限とともに満足する機器である。</p> <p>機器のクラス B 要求は、住宅環境内での放送サービスの適切な保護を提供することを意図している。</p> <p>主に住宅環境内で使用を目的とする機器は、クラス B 許容値を満足すること。その他の全ての機器は、クラス A 許容値を満足すること。</p> <p>放送受信機は、クラス B 機器である。</p> <p>注) クラス A 要求を満足する機器は、住宅環境内での放送サービスの適切な保護を提供しないおそれがある。</p>

総務省 CISPR 32 第2.0版「マルチメディア機器の電磁両立性-エミッション要求事項-」答申より

なお、機器のクラス分けに関する記述の、表 A8 および表 A9～A13 については伝導エミッションに関する規定である。

¹ CISPR

電気・電子の技術標準化を目的としたIEC(国際電気標準会議)において、無線障害に関する国際的な合意および国際貿易の促進を目的に設立された特別委員会で主に高周波妨害の規格について制定している。

² CISPR32

以前CISPRのエミッション規格としてCISPR13(音声・放送受信機と関連機器)およびCISPR22(情報技術装置)が存在していたが、AV機器に情報処理機能が加わり区別が困難であるなどの理由から、移行期間を経て2017年3月5日に2つの規格が廃止されCISPR32に完全統合された。

3. 1. 2 測定方法

放射エミッションを測定するための測定設備、適合性確認手順、測定手順・配置、測定する際の制限については表 3.1.2.1 (CISPR32 付則A表 A.1)に示されている。

表 3.1.2.1 放射エミッション、基本規格と特定の方法の使用制限
(CISPR32 表 A.1 から FSOATS に関する部分を抜粋)

項	測定設備	適合性 確認手順	測定		制限と説明
			手順	配置	
A1.3	FSOATS	CISPR 16-1-4:2010 /修正 1:2012 の 8.3	CISPR 16-2-3:2010 の 7.6.6	付則 D	1 GHz 超の測定には FSOATS 要求に基づいて適合性確認された設備を使用しなければならない。 EUT、ローカル AE 及び付属のケーブルの最大長は、テストサイト適合性確認で定めたテストボリューム内にあること。 FSOATS は RGP の上に RF 吸収体を敷設した SAC/OATS 又は FAR でも良い。

総務省 CISPR 32 第2.0版「マルチメディア機器の電磁両立性-エミッション要求事項-」答申より

ここで 1GHz 超の周波数については FSOATS(Free Space, Open Area Test Site)設備で測定することが規定されている。

また、測定時の供試装置(EUT)の動作条件および試験信号の仕様については CISPR32 付則 B で、測定手順・計測機器サポート情報については CISPR32 付則 C で、EUT 及び関連装置(AE)及び関連ケーブルも含めた物理的な配置の方向については CISPR32 付則 D で規定されている。

3. 1. 3 漏洩基準

放射エミッションに関する要求事項は、CISPR32 付則 A 表 A.2～A.7 に記載されており、その中でクラス B の 1GHz 超における基準を表 3.1.3.1 (CISPR32 付則 A 表 A.5)に示す。

表 3.1.3.1 クラス B 機器の 1GHz 超の周波数における放射エミッション要求事項

項	周波数範囲 MHz	測定			クラス B 許容値 dB(μV/m)
		設備 (表 A.1 参照)	距離 m	検波器種類/ 帯域幅	
A5.1	1 000 から 3 000	FSOATS	3	平均値/ 1 MHz	50
	3 000 から 6 000				54
A5.2	1 000 から 3 000			尖頭値/ 1 MHz	70
	3 000 から 6 000				74

1000 MHz から表 A.1 で求められる測定で要求される最も高い周波数の範囲にわたって A5.1 及び A5.2 を適用する。

総務省 CISPR 32 第2.0版「マルチメディア機器の電磁両立性-エミッション要求事項-」答申より

放射エミッションの許容値については、検波方式を平均値として測定した場合と、尖頭値として測定した場合の基準について示されており、検波方式を平均値とした場合の1GHz～3GHzの距離3mにおける漏洩許容値は50dB $\mu\text{V}/\text{m}/\text{MHz}$ 、検波方式を尖頭値とした場合の1GHz～3GHzの距離3mにおける漏洩許容値は70dB $\mu\text{V}/\text{m}/\text{MHz}$ となっている。

図 3.1.3.1 は、CISPR32 のクラス B の1GHz 超における距離 3m における漏洩基準値をグラフ化したものである。

図 3.1.3.1 CISPR32 住宅環境(クラス B)における漏洩基準グラフ

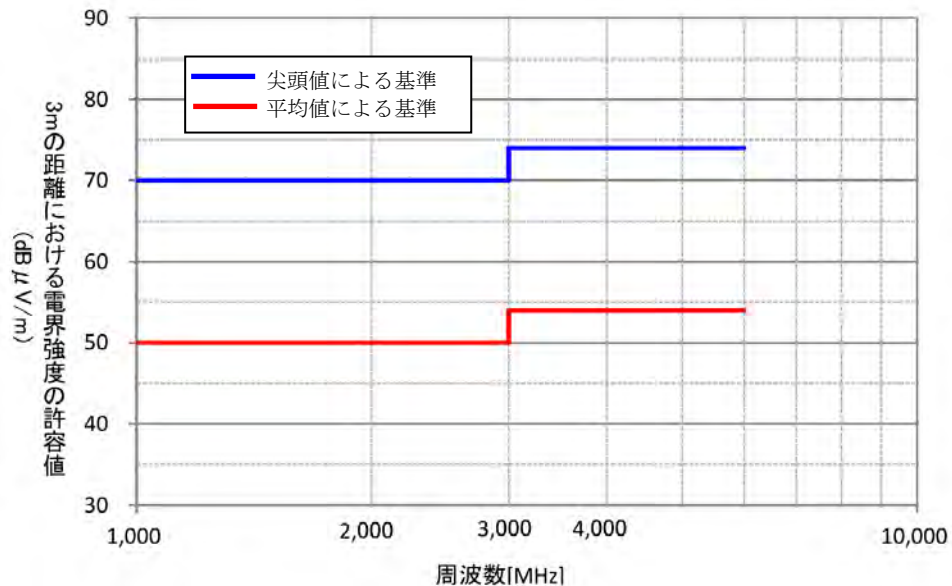


表 3.1.3.2(CISPR32 付則 A 表 A.7)では、家庭用衛星放送用受信設備の屋外ユニット(コンバータ)についての要求事項について規定されている。

表 3.1.3.2 家庭用衛星放送用受信設備の屋外ユニットに関する要求事項

表 A.7 - 家庭用衛星放送受信システムの屋外ユニットに関する要求事項						
項	周波数範囲 MHz	測定			クラス B 許容 値	適用先
		設備 (表 A.1 参照)	距離 m	検波器種類/ 帯域幅		
A7.1	30 から 1000	SAC / OATS / FAR	表 A.4 参照	準尖頭値 / 120 kHz	表 A.4 参照	
A7.2	1 000 から 2500	FSOATS	3	平均値 / 1 MHz	50 dB ($\mu\text{V}/\text{m}$)	メインビーム軸の ±7 度以外の EUT からの局部発振と 高調波の放射エミ ッション。図 H.1 参照。
	2 500 から 18000				64 dB ($\mu\text{V}/\text{m}$)	
A7.3	1 000 から 18000	FSOATS	3	平均値 / 1 MHz	37 dB ($\mu\text{V}/\text{m}$)	メインビーム軸の ±7 度以内の EUT からの局部発振。 図 H.1 参照。
A7.4	1 000 から 18000	直接測定(H.4 章)	適用外	平均値 / 1 MHz	30 dBpW	

EUT 配置の詳細は付則 H 参照。
 1 GHz までの周波数の放射エミッション測定は、表 A.4 で定義する要求事項を満足すること。
 全周波数帯にわたって適切な許容値を適用する。
 表中の項 A7.1 及び A7.2 で定義する許容値を適用する。表中の項 A7.3 又は A7.4 で定義する許
 容値も適用する。

この要求事項の内、A7.1 及び A7.2 はコンバータからのエミッションから地上の無線業務を保護するための規定である。また A7.3、A.7.4 は、衛星方向に向けた多くのコンバータからの放射エミッションの総和により、衛星トランスポンダーのアップリンク回線に対する障害を防ぐための基準である。なお A.7.4 については、コンバータからフィードホーンを分離できない場合やフィードホーンの無いコンバータを前提として計算によって求めたもので、測定結果にフィードホーンの利得分を差し引くことによって補正することとしている。

3.2 欧州の漏洩基準 EN 55032

3.2.1 概要

ヨーロッパにおける高周波 EMC に関する規格は、欧州電気通信標準化機構(ETSI)により、国際規格 CISPR32 を元に策定された ETSI TR 103 332(CENELEC EN55032¹)として規格化されている。

欧州では電気・電子機器を自由に流通・販売するためには CE マークの取得が義務付けられており、この CE マークを取得するためには EMC 指令などの EC 指令を満足する必要がある。

EN55032 については 2012 年 12 月 5 日に発効され、その後旧規格からの移行期間を経て 2017 年 3 月 5 日から EMC 指令の強制適用となっており、該当する電子機器については EN55032 を満足しなければ EC 諸国において製品を販売することはできない。

EN55032 のエミッションに関する基準は、CISPR32 同様、住宅環境における使用を想定したクラス B とそれ以外のクラス A に分けられている。

以下は、EN55032 のエミッションに関する基準のクラス分けについての記述の抜粋を示す。

ETSI HP <http://www.etsi.org/deliver/etsi_tr/103300_103399/103332/01.01.01_60/tr_103332v010101p.pdf>を参照

5 Comparison between CENELEC EN 55032 and CENELEC EN 55022

5.4 Class A versus Class B

CENELEC EN 55022 [i.2] contains definitions for class A and class B equipment, reproduced below:

4.1 Class B ITE

Class B ITE is a category of apparatus which satisfies the class B ITE disturbance limits.

Class B ITE is intended primarily for use in the domestic environment and may include:

- equipment with no fixed place of use; for example, portable equipment powered by built-in batteries;
- telecommunication terminal equipment powered by a telecommunication network;
- personal computers and auxiliary connected equipment.

NOTE The domestic environment is an environment where the use of broadcast radio and television receivers may be expected within a distance of 10 m of the apparatus concerned.

4.2 Class A ITE

Class A ITE is a category of all other ITE which satisfies the class A ITE limits but not the class B ITE limits. The following warning shall be included in the instructions for use:

WARNING: This is a class A product. In a domestic environment this product may cause radio interference in which case the user may be required to take adequate measures.

Whilst CENELEC EN 55032 [i.1] retains the concept of class A and class B equipment, the

¹ ETSI TR 103 332

CISPR 同様、旧規格である EN55013(CISPR13)および EN55022(CISPR22)が存在していたが、2017 年 3 月 5 日に旧規格が廃止され EN55032 へ完全移行された。

wording used (reproduced below) has changed substantially:

4 Classification of equipment

This standard defines Class A equipment and Class B equipment associated with two types of end-use environment.

Class A equipment is equipment which meets the requirements given in Table A.2, Table A.3, Table A.8, and Table A.10, using the limitations defined in Table A.1 and Table A.7.

Class B equipment is equipment which meets the requirements given in Table A.4, Table A.5, Table A.6, Table A.9, Table A.11 and Table A.12, using the limitations defined in Table A.1 and Table A.7.

The Class B requirements for equipment are intended to offer adequate protection to broadcast services within the residential environment.

Equipment intended primarily for use in a residential environment shall meet the Class B limits. All other equipment shall comply with the Class A limits.

Broadcast receiver equipment is class B equipment.

NOTE Equipment meeting Class A requirements may not offer adequate protection to broadcast services within a residential environment.

For class A equipment, CENELEC EN 55032 [i.1] contains the requirement for a warning to be contained in the equipment instructions for use with the following text:

WARNING: This equipment is compliant with Class A of EN55032. In a residential environment this equipment may cause radio interference.

This wording is different from its equivalent in CENELEC EN 55022 [i.2].

Other than the warning text, there is no substantive difference in the definition of class A and class B between the two standards. This would mean that, warning notice aside, equipment that was class A under CENELEC EN 55022 [i.2] would be class A under CENELEC EN 55032 [i.1] and in a similar manner the situation for class B equipment also remains the same.

3. 2. 2 漏洩基準

ETSI TR 103 332 で規定されている漏洩基準は、下記のとおりである。

ETSI HP <http://www.etsi.org/deliver/etsi_tr/103300_103399/103332/01.01.01_60/tr_103332v010101p.pdf>を参照

5 Comparison between CENELEC EN 55032 and CENELEC EN 55022

5.1 Introduction

For the purposes of the present document, comparisons are between CENELEC EN 55032 [i.1]: and CENELEC EN 55022:2010 [i.2]

5.2 Radiated Emissions

5.2.1 Limits

Table 1 shows the radiated emissions limits from CENELEC EN 55022 [i.2] and CENELEC EN 55032 [i.1].

Table 1: Comparison of radiated emission limits

		80–230 MHz	230–1000 MHz	1–3 GHz	3–6 GHz
EN55022 (廃止)	Class A	40 dB μ V/m	47 dB μ V/m	76 dB μ V/m	80 dB μ V/m
	Class B	30 dB μ V/m	37 dB μ V/m	70 dB μ V/m	74 dB μ V/m
EN55032	Class A	40 dB μ V/m	47 dB μ V/m	76 dB μ V/m	80 dB μ V/m
	Class B	30 dB μ V/m	37 dB μ V/m	70 dB μ V/m	74 dB μ V/m
		10 m measurement distance, quasi peak values		3 m measurement distance, peak values	

From the table above it can be seen that the radiated emission limits in CENELEC EN 55032 [i.1] are identical to those contained within CENELEC EN 55022 [i.2].

5.2.2 Measurement Methods

Although the table above quotes limits for a 10 m measurements distance for both CENELEC EN 55022 [i.2] and CENELEC EN 55032 [i.1], there is also the option of conducting these tests at a 3 m measurement distance when using CENELEC EN 55032 [i.1]. Where this is used the limits are 10 dB higher for both class A and class B. It should be remembered that this option was not available under CENELEC EN 55022 [i.1] and as a result it is not possible to provide a comparison between the two standards when using this measurement distance.

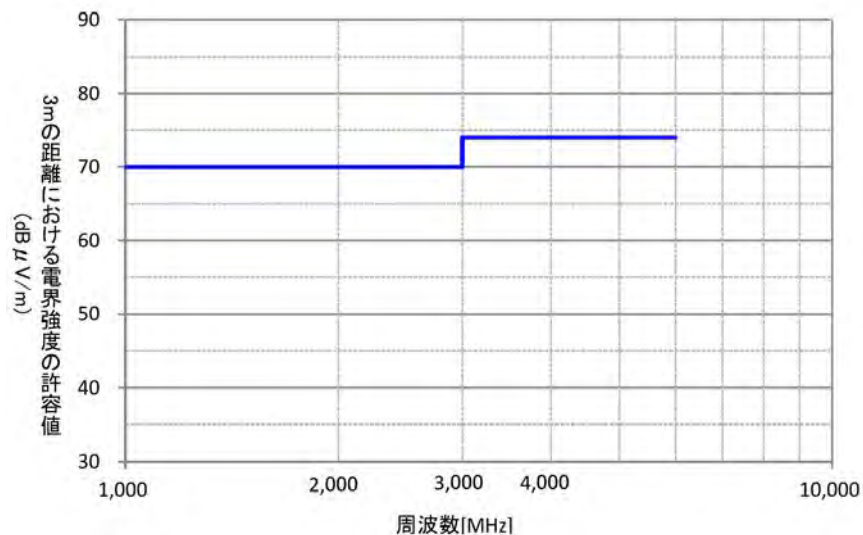
5.2.3 Conclusion

The information shown in clauses 5.1.1 and 5.1.2 shows that a piece of equipment meeting the requirements of CENELEC EN 55022 [i.2] for radiated emissions has a high probability of satisfying the requirements of CENELEC EN 55032 [i.1] for radiated emissions.

EN55032 で規定されている距離 3m における 1GHz~3GHz の漏洩基準値は 70dB $\mu\text{V}/\text{m}/\text{MHz}$ (検波方式=尖頭値)となっている。

図 3.2.2.1 は距離 3m における漏洩基準値(検波方式=尖頭値)をグラフ化したものである。

表 3.2.2.1 EN55032 住宅環境(クラス B)における漏洩基準グラフ



3.3 米国の漏洩基準 (FCC CFR47 Part15 SubpartB)

3.3.1 概要

アメリカにおける無線を使用したすべての放送・通信については、米国連邦通信委員会(FCC)によって規定・管理されており、アメリカにおける高周波漏洩(非意図的放射)に関する規格は、FCC CFR47 Part15 SubpartB²で規定されている。

CISPR 同様、住宅環境での使用を想定した ClassB とそれ以外の ClassA にクラス分けされ、今回検討している衛星放送用受信設備は住宅環境において使用されることからクラス B に該当する。

3.3.2 測定方法

² FCC CFR47 Part15

FCC CFR47 は無線機器や構成部品に対する技術基準を規定されたもので、無線周波装置の EMC 関連規定は Part15 で規定されていて、Part15 SubpartB で、非意図的放射機器についての漏洩基準について規定されている。

放射エミッションの測定方法については米国規格協会の ANSI C63.4-2014 で規定されており、3m 法と 10m 法による基準が示されているが、ClassB については、3m 法による測定が推奨されている。

3.3.3 漏洩基準

漏洩基準については、下記の通り、FCC CFR47 Part15 SubpartB¹の Section15.109 で規定されている。

U.S. Government Publishing Office HP<https://www.ecfr.gov/cgi-bin/text-idx?SID=4c8029c40ba90b6257bdc eb2432a8f09&mc=true&node=pt47.1.15&rgn=div5#se47.1.15_1109 <http://sss-mag.com/pdf/part15-91905.pdf>>を参照

FCC CFR47: Telecommunication
PART 15—RADIO FREQUENCY DEVICES Subpart A—General
§ 15.109 Radiated emission limits.

(a) Except for Class A digital devices, the field strength of radiated emissions from unintentional radiators at a distance of 3 meters shall not exceed the following values:

3m 法による基準

Frequency of emission (MHz)	Field strength (microvolts/meter)
30 - 88	100
88 - 216	150
216 - 960	200
Above 960	500

(b) The field strength of radiated emissions from a Class A digital device, as determined at a distance of 10 meters, shall not exceed the following:

10m 法による基準

Frequency of emission (MHz)	Field strength (microvolts/meter)
30 - 88	90
88 - 216	150
216 - 960	210
Above 960	300

(c) In the emission tables above, the tighter limit applies at the band edges. Sections 15.33 and 15.35 which specify the frequency range over which radiated emissions are to be measured and the detector functions and other measurement standards apply.

(d) For CB receivers, the field strength of radiated emissions within the frequency range of 25–30 MHz shall not exceed 40 microvolts/meter at a distance of 3 meters. The field strength of radiated emissions above 30 MHz from such devices shall comply with the limits in paragraph (a) of this section.

(e) Carrier current systems used as unintentional radiators or other unintentional radiators that are designed to conduct their radio frequency emissions via connecting wires or cables and that operate in the frequency range of 9 kHz to 30 MHz, including devices that deliver the radio frequency energy to transducers, such as ultrasonic devices not covered under part 18 of this chapter, shall comply with the radiated emission limits for intentional radiators provided in § 15.209 for the frequency range of 9 kHz to 30 MHz. As an alternative, carrier current systems used as unintentional radiators and operating in the frequency range of 525 kHz to 1705 kHz may comply with the radiated emission limits provided in § 15.221(a). At frequencies above 30 MHz, the limits in paragraph (a), (b), or (g) of this section, as appropriate, apply.

(f) For a receiver which employs terminals for the connection of an external receiving antenna,

the receiver shall be tested to demonstrate compliance with the provisions of this section with an antenna connected to the antenna terminals unless the antenna conducted power is measured as specified in § 15.111(a). If a permanently attached receiving antenna is used, the receiver shall be tested to demonstrate compliance with the provisions of this section.

- (g) As an alternative to the radiated emission limits shown in paragraphs (a) and (b) of this section, digital devices may be shown to comply with the standards contained in Third Edition of the International Special Committee on Radio Interference (CISPR), Pub. 22, “Information Technology Equipment—Radio Disturbance Characteristics—Limits and Methods of Measurement” (incorporated by reference, see § 15.38). In addition:
- (1) The test procedure and other requirements specified in this part shall continue to apply to digital devices.
 - (2) If, in accordance with § 15.33 of this part, measurements must be performed above 1000 MHz, compliance above 1000 MHz shall be demonstrated with the emission limit in paragraph (a) or (b) of this section, as appropriate. Measurements above 1000 MHz may be performed at the distance specified in the CISPR 22 publications for measurements below 1000 MHz provided the limits in paragraphs (a) and (b) of this section are extrapolated to the new measurement distance using an inverse linear distance extrapolation factor (20 dB/decade), e.g., the radiated limit above 1000 MHz for a Class B digital device is 150 $\mu\text{V}/\text{m}$, as measured at a distance of 10 meters.
 - (3) The measurement distances shown in CISPR Pub. 22, including measurements made in accordance with this paragraph above 1000 MHz, are considered, for the purpose of § 15.31(f)(4) of this part, to be the measurement distances specified in this part.
- (h) Radar detectors shall comply with the emission limits in paragraph (a) of this section over the frequency range of 11.7–12.2 GHz.

漏洩の基準値は、距離 3m における 960MHz 以上の漏洩基準値は、 $500 \mu\text{V}/\text{m}$ ($54\text{dB } \mu\text{V}/\text{m}$) となっている。

図 3.3.1 は FCC CFR47 Part15 SubpartB の距離 3m における漏洩基準値をグラフ化したものである。

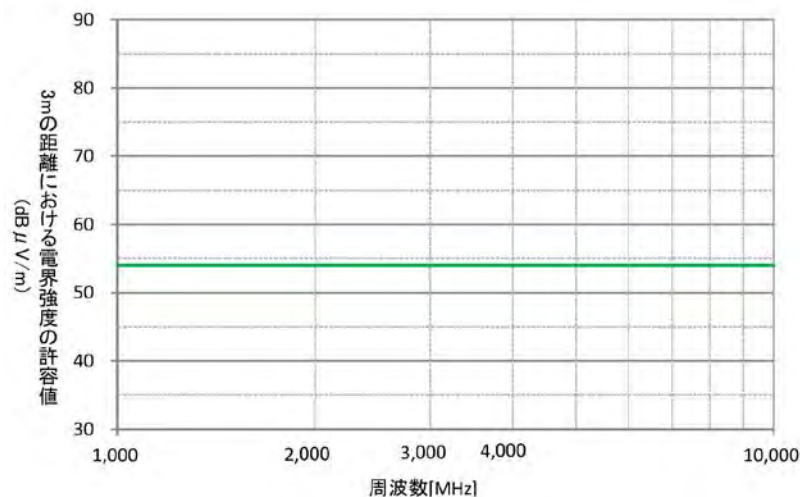


図 3.3.1 FCC CFR47 Part15 SubpartB 住宅環境(クラス B)における漏洩基準グラフ