

諮問第 3 号

「国際無線障害特別委員会（CISPR）の諸規格について」

のうち

「無線周波妨害波及びイミュニティ測定法の技術的条件

放射妨害波の測定法」

目次

序文	4
1 適用範囲	5
2 引用規格	5
3 用語、定義及び略号	6
3.1 用語及び定義	6
3.2 略号	10
4 被測定妨害波の分類	11
4.1 概要	11
4.2 妨害波の種類	11
4.3 検波器の機能	11
5 測定装置の接続	12
6 測定における一般的な要求事項及び条件	12
6.1 概要	12
6.2 EUT 以外からの妨害波	12
6.3 連続妨害波の測定	12
6.4 EUT 配置及び測定条件	13
6.5 測定結果の解釈	16
6.6 連続妨害波の測定時間及び周波数走査速度	17
7 放射妨害波の測定	26
7.1 概論	26
7.2 ループアンテナシステム測定 (9 kHz から 30 MHz まで)	26
7.3 野外試験場 (OATS) 又は電波半無響室 (SAC) での測定 (30 MHz から 1 GHz まで)	28
7.4 電波全無響室 (FAR) 内での測定 (30 MHz から 1 GHz まで)	34
7.5 SAC における放射妨害波測定法 (30 MHz から 1 GHz まで) 及び放射イミュニティ試験法 (80 MHz から 1 GHz まで) に関する共通試験配置	40
7.6 電波全無響室 (FAR) 及び電波吸収体敷設型 OATS 又は SAC における測定 (1 GHz から 18 GHz まで)	47
7.7 設置場所測定 (9 kHz から 18 GHz まで)	55
7.8 置換測定 (30 MHz から 18 GHz まで)	62
7.9 反射箱による測定 (80 MHz から 18 GHz まで)	64
7.10 TEM 導波管による測定 (30 MHz から 18 GHz まで)	64
8 妨害波の自動測定	64
8.1 自動測定における注意事項	64
8.2 一般測定手順	64
8.3 事前測定	65
8.4 測定データの絞り込み	66
8.5 妨害波の最大値検出と最終測定	67
8.6 後処理と報告書の作成	68
8.7 FFT ベースの測定機器を用いた妨害波測定法	68

付則 A (情報) 削除 (周囲妨害波の存在下での妨害波の測定)	69
付則 B (情報) スペクトラムアナライザ及び周波数走査型測定用受信機の使用	70
付則 C (情報) 平均値検波器を使用する場合の走査速度と測定時間.....	73
付則 D (情報) 適合性確認試験に適用する APD 測定法について.....	77
付則 E (規定) 適合性確認試験に用いるスペクトラムアナライザの妥当性の決定.....	79
参考文献	80

序文

本編は、国際規格 CISPR 16-2-3（第 4.0 版、2016-9）に準拠し、「無線周波妨害波及びイミュニティ測定法の技術的条件 放射妨害波の測定法」に関する技術的条件を定めたものである。平成 21 年情報通信審議会答申「無線周波妨害波及びイミュニティ測定法の技術的条件」に記載されている放射妨害波の測定法に関する規定は、本編で置き換える。

本編は、第 1 章～第 8 章、付則 A～付則 D（情報）及び付則 E（規定）で構成される。ただし、付則 A は情報の付則であるが、測定結果の誤差の増大や結果の判定において誤解を招く恐れがあるため、前回国内答申と同様に削除している。

無線周波妨害波及びイミュニティ測定法の技術的条件 放射妨害波の測定法

1 適用範囲

本編は、周波数範囲 9 kHz ~ 18 GHz における放射妨害波の測定法を規定する。測定の不確かさについては、引用規格 (6) と引用規格 (7) に規定されている。

2 引用規格

次の引用規格は、この文書の適用に当たって不可欠である。発行年を示した規格については、記載された版だけを適用する。発行年がない規格については、その規格の最新版（修正全てを含む）を適用する。

- (1) CISPR 14-1:2016, 家庭用電気機器、電動工具及び類似機器からの妨害波の許容値と測定法
- (2) 平成 28 年 10 月 情報通信審議会答申, (諮問第 3 号「国際無線障害特別委員会(CISPR)の諸規格について」のうち「無線周波妨害波及びイミュニティ測定装置の技術的条件 第 1 部－第 1 編：無線周波妨害波及びイミュニティの測定装置 - 測定用受信機 -」)
- (3) 令和 3 年 XX 月 情報通信審議会答申, (諮問第 3 号「国際無線障害特別委員会 (CISPR)の諸規格について」のうち「無線周波妨害波及びイミュニティ測定装置の技術的条件 補助装置－伝導妨害波－」)
- (4) 平成 28 年 10 月 情報通信審議会答申, (諮問第 3 号「国際無線障害特別委員会 (CISPR)の諸規格について」のうち「無線周波妨害波及びイミュニティ測定装置の技術的条件 第 1 部－第 4 編 無線周波妨害波及びイミュニティの測定装置－放射妨害波測定用のアンテナと試験場－」)
- (5) 令和 3 年 XX 月 情報通信審議会答申, (諮問第 3 号「国際無線障害特別委員会 (CISPR)の諸規格について」のうち「無線周波妨害波及びイミュニティ測定法の技術的条件 伝導妨害波の測定法」)
- (6) CISPR TR 16-4-1, 無線周波妨害波及びイミュニティ測定装置の技術的条件 第 4 部－第 1 編：不確かさ、統計及び許容値モデル－規格化された EMC 試験での不確かさ
- (7) 令和元年 10 月 情報通信審議会答申, (諮問第 3 号「国際無線障害特別委員会 (CISPR)の諸規格について」のうち「無線周波妨害波及びイミュニティ測定装置の技術的条件 第 4 部－第 2 編：不確かさ、統計及び許容値のモデル－測定装置の不確かさ－」)
- (8) CISPR TR 16-4-5, 無線周波妨害波及びイミュニティ測定装置の技術的条件 第 4 部－第 5 編：不確かさ、統計及び許容値のモデル－代替試験方法の使用条件

(9) IEC 60050-161, 電磁両立性 (EMC) に関する国際電気技術用語 (IEV)

(10) JIS C 61000-4-3:2012, 電磁両立性—第 4 — 3 部: 試験及び測定技術—放射無線周波電磁界
イミュニティ試験

(11) JIS C 61000-4-20:2014, 電磁両立性—第 4 — 20 部: 試験及び測定技術—TEM (横方向電磁界) 導
波管のエミッション及びイミュニティ試験

3 用語、定義及び略号

3.1 用語及び定義

本編のために、引用規格 (9) 及び次の用語と定義を適用する。

3.1.1

電波吸収体敷設型 OATS / SAC

電磁波エネルギー吸収材料によって部分的に覆われた大地面をもつ OATS 又は SAC

3.1.2

補助装置

測定用受信機又は (試験) 信号発生器に接続され、供試装置 (EUT) と測定又は試験装置との間の妨害波信号伝送に使用される変換器 (例えば、電流及び電圧プローブ並びに擬似回路網)

3.1.3

アンテナビーム

受信アンテナのアンテナパターン (ゲインパターン) の主ローブ (通常は最大感度又は最小アンテナ係数を持つ方向) で、EUT に向けられる。

3.1.4

アンテナビーム幅

主ローブの最大電力を基準としたとき、アンテナビームの主ローブが半分の電力 (3 dB 減) となるポイント間の角度

注 1) アンテナの E 平面又は H 平面について表すことができる。

注 2) アンテナビーム幅は度で表される。

3.1.5

関連装置

AE

試験対象システムの一部ではないが、EUT を動作させるために必要な装置

3.1.6

周辺装置

AuxEq

試験対象システムの一部である周辺装置

3.1.7

基本規格

適用範囲が広い分野にわたる規格又は特定の分野についての全体的な記述事項をもつ規格

注 1) 基本規格は、直接適用する規格として機能する場合や他の規格の基礎として機能する場合がある。

3.1.8

同軸ケーブル

一つ又は多くの同軸線を含むケーブル。このケーブルは、一般に、補助装置を測定装置又は信号発生器に整合接続するために用いられる。ケーブルの特性インピーダンスの規定値やケーブル伝達インピーダンスの最大許容偏差が規定されていること。

3.1.9

コモンモード吸収デバイス

CMAD

高コモンモードインピーダンスを維持するために、放射妨害波測定でテストボリュームから外に出るケーブルに適用するデバイス

3.1.10

適合性評価

製品、プロセス、システム、人又は体に関する特定の要件が満たされていることの実証

注 1) 適合性評価の対象分野は、試験、検査及び認証、並びに適合性評価の認定など、参考文献 [7] の他の場所で定義されている活動を含む

3.1.11

連続妨害波

測定用受信機の間周波数 (IF) 出力段において、200 ms より長い持続時間の無線周波妨害波であつて、準尖頭値検波測定用受信機の値が直ちに減少しないもの

3.1.12

エミッション

ある発生源から電磁エネルギーが放出する (電磁) 現象

注) 製品群規格では、物理量である妨害波と同義で使われることがある。

3.1.13

妨害波許容値

電磁妨害波源の規定された最大妨害波レベル

3.1.14

供試装置

EUT

EMC (エミッション) 適合性試験の対象となる装置 (デバイス、機器又はシステム)

3.1.15

電波全無響室

FAR

内部表面 (例えば、6 面) に、目的とする周波数範囲における電磁波エネルギーを減衰する電波吸収体を貼り付けた遮へい空間

注) 6 面電波暗室、6 面電波無反射室ともいう。

3.1.16

ループアンテナシステム

LAS

三つのループの中心に置いた EUT の三つの直交磁気双極子モーメントを測定するために使用される三つの直交配置ループアンテナからなるアンテナシステム

3.1.17

測定時間、周波数掃引時間及び周波数走査時間

3.1.17.1

測定時間

T_m

単一周波数における測定結果を求めるための、実質的かつ、ひとまとまりとみなせる時間

- 尖頭値検波器では、信号包絡線の最大値を検出するための実質的な時間
- 準尖頭値検波器では、重み付けされた包絡線の最大値を測定するための実質的な時間
- 平均値検波器では、信号包絡線の平均値を測定するための実質的な時間
- 実効値検波器では、信号包絡線の実効値を測定するための実質的な時間

注 1) 場合によっては「測定時間」は滞留時間とも呼ばれる。

3.1.17.2

周波数走査

ある周波数幅にわたる連続的又は離散的な周波数変化

3.1.17.3

周波数幅

Δf

周波数掃引又は走査の開始周波数と終了周波数との差

3.1.17.4

周波数掃引

ある周波数幅にわたる連続的な周波数変化

3.1.17.5

周波数掃引速度又は周波数走査速度

周波数幅を周波数掃引時間又は周波数走査時間で割ったもの

3.1.17.6

周波数掃引時間又は周波数走査時間

T_s

周波数掃引又は走査における開始周波数から終了周波数までの時間

3.1.17.7

観測時間

T_o

複数回の周波数掃引又は周波数走査の場合、ある周波数における測定時間 T_m の合計

注 1) 周波数掃引又は周波数走査の回数を n とすれば、 $T_o = n \times T_m$

3.1.17.8

全観測時間

T_{tot}

スペクトル全体を見るための実効時間（単一又は複数回の掃引）

注 1) 1回の周波数掃引又は周波数走査当たりのチャンネル数（周波数幅／分解能帯域幅）を c とすれば、

$$T_{tot} = c \times n \times T_m$$

3.1.18

測定用受信機

プリセレクタの有無にかかわらず、引用規格 (2) に適合した、同調形電圧計、EMI 受信機、スペクトラ

ムアナライザ、高速フーリエ変換を用いた測定器（FFT 型測定器）など

3.1.19

単位時間当たりの掃引数

n_s

掃引時間及び再掃引までの処理時間の和の逆数、即ち $1 / (\text{掃引時間} + \text{再掃引までの処理時間})$

注 1) 例えば 1 秒あたりの掃引数

3.1.20

野外試験場

OATS

広く平らな導電性地面によって大地面の反射の再現性を確保し、測定と校正に使用する設備

注 1) OATS は、放射妨害波測定に使用でき、その場合は COMTS とも呼ばれる。OATS は、アンテナの校正に使用できる場合は CALTS とも呼ばれる。

注 2) OATS は、開放されている野外設備であり、建物、電線、フェンス、木、地下ケーブル、パイプライン、及びその他の反射の可能性のある物体から十分に離れていれば、そのような物体による影響は無視できる。OATS の構造に関する記載は、引用規格 (4) を参照すること。

3.1.21

製品規格

目的を確実に果たすために、製品又は製品群が満たさなければならない要求事項を規定する規格

注 1) 製品規格は、適合性のための要求事項に加えて、用語、サンプリング、試験、包装及び表示、更に、場合によってはプロセスの要求事項のような側面を、直接含むか又は引用によって含んでもよい。

注 2) 製品規格は、必要な要求事項の全てを規定するか、又はその一部だけを規定するかによって、内容が全てそろったものとそうでないものがある。このような観点から、寸法規格、材料規格などのように規格を区分してもよい。

3.1.22

電波半無響室

SAC

6 面のうち 5 面が、目的とする周波数帯域の電磁エネルギーを減衰させる無線周波数の吸収材料（例：RF 吸収体）で覆われ、底辺の水平面は OATS での試験配置に使用される導電性大地面である遮へい空間

3.1.23

試験配置

妨害波レベルが測定される EUT の規定配置を提供するための組合せ

3.1.24

重み付け

無線受信に対する干渉の影響に対応する指示値を表すために、尖頭値検波したインパルス電圧レベルを変換（多くは減衰）すること。これは、パルス繰り返し周波数（PRF）に依存する。

注 1) 干渉の影響は、アナログ受信機においては、精神的な不快感であり、主観的な量である（これは、音声又は映像にかかわる量で、通常は口述テキストの誤りとは異なる）。

注 2) 干渉の影響は、デジタル受信機においては、完全な誤り訂正を行うために必要な限界のビット誤り率（BER、BEP）又は別の客観的で再現性のあるパラメータによって定められる客観的な量である。

注 3) 例えばインパルス妨害波の重み付け。

3.1.24.1

重み付けされた妨害波測定

重み付け検波器を使用した妨害波の測定

3.1.24.2

重み付け特性

特定の無線通信システムに対して、周波数の異なる繰り返しパルスに対してある一定の影響を与えるために必要な尖頭値電圧レベルで、パルス繰り返し周波数の関数で表される。パルスの影響は無線通信システム自身の特性によって異なる。

3.1.24.3

重み付け検波器

合意された重み付け関数（特性）を満足する検波器

3.1.24.4

重み付け係数

基準となるパルス繰り返し周波数又は基準となる尖頭値に対する相対的な重み付け関数の値

注 1) 重み付け係数は dB 単位で与えられる。

3.1.24.5

重み付け関数又は重み付け曲線

重み付け検波器を有する測定用受信機が一定のレベルを指示するために必要な、入力パルスの尖頭値電圧とパルス繰り返し周波数（PRF）との間の関係。すなわち測定用受信機の繰り返しパルスに対する応答と逆の特性を表す曲線

3.1.25

測定

ある量に合理的に結び付けることが可能な一つ以上の量の値を、実験的に得るプロセス

3.1.26

試験

提供された製品、方法又は規定された手順によるサービスの一つ又はそれ以上の特性を決定するための技術的な作業

注 1) （対象とする）案件の特性又は性質を測定又は分類するために、（対象とする）案件に環境条件と動作条件そして又は要求条件に基づく試験が実行される。

3.1.27

内部最高周波数

EUT の内部で生成もしくは使用される最高周波数又は EUT が動作もしくは同調する最高周波数

3.1.28

モジュール

EUT の機能を提供する EUT の一部であり、無線周波数の発生源を含んでもよい

3.2 略号

本規格では、3.1 節で提示されていない次に示す略号を使用する。

AM	振幅変調
APD	振幅確率分布
AV	平均値
BB	広帯域
CW	連続波
FFT	高速フーリエ変換
FM	周波数変調

IF	中間周波数
ISM	工業、科学及び医学
LPDA	対数周期ダイポールアレイ
NB	狭帯域
NSA	正規化サイトアッテネーション
PRF	パルス繰り返し周波数
RBW	分解能帯域幅
RF	無線周波数
RGP	基準大地面
QP	準尖頭値
TEM	横方向電磁界
UFA	均一電磁界エリア
VBW	ビデオ帯域幅

4 被測定妨害波の分類

4.1 概要

本章では、種々の妨害波を分類し、それらの測定に対して適切な検波器について述べる。

4.2 妨害波の種類

妨害波は、無線線妨害の評価と測定を行う際のスペクトル分布、測定用受信機の帯域幅、継続時間、発生頻度及び迷惑の程度に依存する物理的及び精神物理学的（物理的刺激と知覚応答との間の心理学的な関係を意味する）理由によって次のタイプに区分される。

- a) 狭帯域連続妨害波：例えば、ISM 装置における RF エネルギーの意図的利用に伴って発生する基本波及び高調波のような妨害波であり、測定用受信機の帯域幅より広い周波数間隔の独立した線スペクトルからなる。このため、b) とは異なり、測定帯域幅内に一つの線スペクトルだけが入り、これが観測される。
- b) 広帯域連続妨害波：例えば整流子モータからの妨害波のように、通常、繰り返しパルスの非意図的に発生する妨害波。この繰り返し周波数は測定用受信機の帯域幅よりも低いため、測定帯域幅内に複数の線スペクトルが入り、これが観測される。
- c) 広帯域不連続妨害波：例えばサーモスタット又は 1 Hz より低い繰り返し率（30 回 / 分より低いクリック率）のプログラム制御による機械的・電気的スイッチング動作によって非意図的に発生する妨害波。

b) と c) の周波数スペクトルは、孤立（1 個の）インパルスの場合は連続スペクトルとなり、繰り返しインパルスの場合は不連続スペクトルとなる。双方のスペクトルは引用規格 (2) で規定される測定用受信機の帯域幅よりも広い周波数範囲に広がっている。

4.3 検波器の機能

妨害波の種類に従って、次の検波器を有する測定用受信機を用いて測定を行うことができる。

- a) 平均値検波器は、通常、狭帯域の妨害波及び信号の測定に用いる。特に、狭帯域妨害波と広帯域妨害波との識別に用いる。

- b) 準尖頭値検波器は、ラジオ聴取者に対する音声周波数妨害評価のために、広帯域妨害波の重み付け測定に使用する。ただし、狭帯域妨害波測定にも利用できる。
- c) 実効値一平均検波器は、インパルス妨害波がデジタル無線通信サービスに与える影響を評価するために、広帯域妨害波の重み付け測定に使用する。ただし、狭帯域妨害波測定にも利用できる。
- d) 尖頭値検波器は、狭帯域又は広帯域妨害波測定のどちらにも利用できる。

これらの検波器を組み込んだ測定用受信機については引用規格 (2) で規定している。

5 測定装置の接続

測定用受信機と、アンテナのような補助装置との接続ケーブルは、(例えば、同軸ケーブルのように) 遮へいされていなければならない。また、その特性インピーダンスは、測定用受信機の入力インピーダンスと整合すること。補助装置の出力端は、規定のインピーダンスで終端すること。

6 測定における一般的な要求事項及び条件

6.1 概要

無線周波妨害波測定は、次のように行うこと。

- 再現性があること、すなわち、測定場所及び環境条件、特に周囲雑音に影響されないこと。
- 相互に影響を及ぼさないこと、すなわち、測定装置に EUT を接続することによって、EUT の機能や測定装置の精度に影響を及ぼさないこと。

これらの必要事項は次の条件を遵守することによって満たされる。

- a) 所望の測定レベル、例えば対象とする妨害波許容値に対して、十分な信号対雑音比があること。
- b) 測定配置、EUT の終端、EUT の動作状態は、規定に従うこと。

6.2 EUT 以外からの妨害波

6.2.1 概要

測定時の周囲雑音に関する信号対雑音比については、次の必要条件に合致すること。なお、外来波が規定されたレベルを超える場合には、そのレベルを試験報告書に記載すること。

6.2.2 適合性確認試験

試験場においては、EUT からの妨害波を周囲雑音から区別できること。周囲雑音は、要求される測定レベルよりもなるべく 20 dB、少なくとも 6 dB は低いこと。6 dB の条件下では、EUT からの妨害波の見かけのレベルは、最大 3.5 dB 増加する。周囲雑音に関する要求事項に対する試験場の適性は、試験場に設置された被試験装置の非動作時に周囲雑音レベルを測定することによって決定できる。

許容値に対する適合性確認試験の場合、周囲雑音と被測定妨害波との合成レベルが規定の許容値を超えなければ、周囲雑音レベルは許容値 - 6 dB を超えてもよい。この場合、EUT は許容値を満足しているとみなす。

6.3 連続妨害波の測定

6.3.1 狭帯域連続妨害波

測定用受信機は被測定妨害波の周波数に同調しておき、その周波数が変動した場合再同調を行うこと。

6.3.2 広帯域連続妨害波

レベルが変動する広帯域連続妨害波を評価する際は、再現性のある測定値の最大値を見つけること。

詳しくは、6.5.1 項を参照。

6.3.3 スペクトラムアナライザ及び周波数走査型測定用受信機の使用

スペクトラムアナライザや周波数走査型測定用受信機は、妨害波測定、特に、測定時間の短縮に有効である。ただし、測定機器の次の特性について特に配慮すること。尖頭値、平均値及び準尖頭値検波に関する過負荷特性、直線性、選択性、パルス応答、周波数走査速度、妨害波を捕捉できる確率、感度、振幅確度。これらの特性については付則 B で詳述する。

6.4 EUT 配置及び測定条件

EUT は次の条件で動作させること。

6.4.1 EUT の一般的な配置

6.4.1.1 概要

製品規格に特に指定されていない場合、EUT は次に述べるように配置すること。

EUT は典型的な使用形態に従って設置し、配置し、かつ動作させること。実用的な設置形態が製造業者によって指定もしくは推奨されている場合、可能な場所においてはその設置形態を試験配置に用いること。この配置は通常の設置形態の典型的なものであること。接続ケーブル、負荷及び機器は、EUT の接続端子の各々の型式毎に少なくとも 1 個は接続すべきであり、実行できる場合には、各ケーブルは実使用状態における典型的な装置で終端すること。

同じ型式の接続端子が複数ある場合、事前測定の結果に基づいて接続ケーブル、負荷及び機器を EUT に接続すること。接続端子のうちの一つに、ケーブルもしくは線を接続することで十分な場合もある。接続するケーブル又は線の実数の数は、追加によって妨害波レベルに重大な影響を及ぼさない、例えば 2 dB 未満の変動であれば更なる追加は不要である。ただし、その時に EUT の許容値への適合が維持されていること。接続端子の構成と負荷状態の選択に関する根拠は、試験報告書に記載すること。

接続ケーブルはそれぞれの機器で指定された型式及び長さとするのがよい。ケーブルの長さが変わり得る場合は、最大妨害波となる長さを選択すること。

許容値に適合させるために、遮へい又は特殊なケーブルを試験中に用いている場合、こうしたケーブルの使用が必要であることをアドバイスするために、注記を取扱い説明書に記載すること。

各ケーブルが余分に長い場合は、それぞれのケーブルをほぼ中央で 30 cm から 40 cm の長さの束にすること。ケーブルが太く又は堅いために、ケーブルを束にすることが出来ない場合は、ケーブルの余長の処置を正確に試験報告書に記載すること。

型式の同じ複数のモジュールを有する EUT は、これらのモジュールの一つを有する構成での評価結果を適用することができる。これは、型式の同じ複数のモジュールから発生する妨害波が、一般には加算的ではないことによる。ただし、本項に定義されている 2 dB 基準を適用すること。

測定結果が再現できるよう、あらゆる測定結果はケーブルや機器の向きに関する一連の説明を試験報告書に記載すること。許容値に適合するために特別な条件を適用する場合は、それらの条件、例えばケーブル長、ケーブルの型式、遮へいや接地について明記し、これらの条件を使用者のための取扱い説明書にも記載すること。

複数のモジュール（ドロワー、プラグインカード、ボード等）が装着された装置は、典型的な設置状態を代表する組合せ及び幾つかのモジュールを用いて試験を行うこと。同一型式のボード又はプラグインカードの追加数は、これらの追加による妨害波レベルへの著しい影響が無く、すなわち 2 dB 未満の変動となることによって決定するのがよい。ただし、この状態において EUT の許容値への適合が維持

されなければならない。選択したモジュールの数及び型式に関する根拠は、試験報告書に記載すること。

幾つかの分離されたユニットで構成されるシステムの場合、代表的な最小構成とすること。試験配置に含まれるユニットの数と組合せは、典型的な設置状態を代表するものであること。ユニットの選択に関する根拠は、試験報告書に記載すること。

EUT に含まれる評価対象の各装置において、各型式の少なくとも一つのモジュールが動作していること。EUT がシステムの場合、可能性のあるシステム構成において含まれ得る各型式の装置が EUT に含まれること。

EUT の大地面に対する位置は使用状態で生じるものと等価であること。したがって、床置型装置は大地面上に絶縁して設置され、卓上型装置は非導電性試験台上に設置される。

壁に掛ける又は天井に設置する装置は、卓上型 EUT として試験すること。この場合の装置の向きは、通常使用状態に一致すること。

上記で示された形態の装置の組合せについても、通常使用状態と一致するように配置すること。卓上型及び床置型の両方で運用できるように設計された装置は、通常の設置が床置型でない限り、卓上型装置の試験配置を用いて卓上型装置として試験すること。

EUT に接続されている信号ケーブルのうち、他方の端部が他のユニット又は周辺装置に接続されていないものは、製品規格に定義されている正しい終端インピーダンスを用いて終端すること。

試験場所の外に設置された関連装置に接続されるケーブル又は他の接続は、床に向かって垂らし、その後、テストボリュームから出る場所に向かって引き回すこと。

周辺装置は通常の設定状態に基づいて設置すること。これは、周辺装置を試験場に設置する場合には、EUT に適用し得るものと同じ条件（例えば、大地面からの距離や床置型装置の場合の大地面からの絶縁、ケーブルの物理的な配置）で配置することを意味する。

6.4.1.2 卓上型装置の配置

卓上での使用を意図する装置は非導電性試験台の上に配置すること。試験台の大きさは通常 $1.5\text{ m} \times 1.0\text{ m}$ とするが、最終的には EUT の水平方向の大きさに依存する。

被試験システムを構成する全てのユニット（EUT、周辺装置や機器）は通常使用状態に基づいて配置すること。通常使用状態が明確でない場合は、近隣ユニット間の間隔 0.1 m を試験配置とすること。

ケーブルは通常使用状態のとおり配置すること。

ユニット間接続ケーブルは試験台の背後に垂らすこと。もし垂らしたケーブルが水平大地面（または、は床）から 0.4 m より近付くならば、ケーブルの中央で 0.4 m 以下の長さに束ね、束ねた部分は水平大地面から 0.4 m にすること。

電源入力ケーブルが 0.8 m より短い場合は（電源プラグと電源供給部が一体になったものを含む）、電源供給ユニットを試験テーブルの上に配置できるように延長ケーブルを用いること。延長ケーブルは電源ケーブルと類似した特性であること（導線数と接地接続の有無を含む）。延長ケーブルは電源ケーブルの一部として扱うこと。

上記の配置において、EUT とその電源関係の附属品（例えば、AC アダプタなど）との間のケーブルは、EUT とその構成要素との間の接続ケーブルと同様に試験台上に配置すること。

6.4.1.3 床置型装置の配置

EUT は、水平大地面上に通常使用する向きで、ただし、 15 cm 以下で絶縁し、大地面と電氣的に接続しないように離して配置すること。

ケーブルは水平大地面から 15 cm 以下の距離で絶縁すること。装置に専用の接地が要求されている場合、その接地は水平大地面に接合すること。

ユニット間接続ケーブル（EUT を構成するユニット間又は EUT と周辺装置間）は、水平大地面に向かって、絶縁した状態を維持しつつ垂らすこと。余長部分は、ケーブル中央で 0.4 m 以下の長さで束ねるか又は重ならないように折り返して配線すること。ユニット間接続ケーブルの長さが、水平大地面に垂らすほど長くはないが、水平大地面に対して 0.4 m 以内に近づく程度のものである場合、余長部分はケーブルの中央で 0.4 m 以下の長さで束ねること。束ねた部分の位置は水平大地面からの高さが 0.4 m となるようにするか又はケーブルの引き込み部もしくは接続点の高さが水平大地面から 0.4 m 以内の場合は、それらと同じ高さとなるようにすること。

ケーブルラックを有する装置の場合、ケーブルラックの数は代表的な設置方法とすること。ケーブルラックが非導電性の場合、装置と装置に最も接近しているケーブルの間隔は 0.2 m 以上を維持すること。ケーブルラックが導電性の場合、装置とケーブルラックが最も接近する部分の最小間隔は 0.2 m とすること。

6.4.1.4 卓上型及び床置型の組合せ装置の配置

卓上型ユニットと床置型ユニット間の相互接続ケーブルは、余長部分は 0.4 m 以下の長さで束ねること。束ねた部分の位置は水平大地面から高さ 0.4 m となるようにするか又はケーブルの引き込み部もしくは接続点の高さが水平大地面から 0.4 m 以内の場合は、それらと同じ高さとなるようにすること。

6.4.2 EUT の動作

EUT の動作条件は、妨害波レベルが最も高くなると想定される典型的な使用状態に基づいて、製造業者が決定すること。決定された動作モード及びその選択の根拠を、試験報告書に記載すること。

EUT は、当該 EUT 向けに設計された定格電圧範囲で、(機械的又は電氣的に) 典型的な負荷条件で動作させること。可能な場合は必ず実際の負荷を使用するべきである。シミュレータを使用する場合、その無線周波数特性及び機能に関して実際の負荷を代表するものであること。

装置を動作させるための試験プログラム又はその他の手段は、システムの全ての妨害波を検出できるように、システムの様々な部分を確実に動作させるべきである。

6.4.3 EUT の動作時間

動作時間が指定されている EUT の場合は、その指示に従うこと。それ以外の場合、EUT は試験中動作し続けること。

6.4.4 EUT の慣らし運転の時間

試験を行う前の慣らし運転の時間は、これを定めない。しかし、EUT は、確実に典型的な動作モードと動作条件になるように、十分な時間にわたって動作させておくこと。ある種の EUT については、関連する製品規格に特別な試験条件が規定されることもある。

6.4.5 EUT の供給電源

EUT は、その定格電圧を供給できる電源で動作させること。もし、妨害波レベルが電源電圧によって変化するならば、定格電圧の 0.9 倍から 1.1 倍までの電圧範囲にわたって繰り返し測定すること。複数の電圧で動作する EUT は、最大妨害波を発生する定格電圧で試験すること。

6.4.6 EUT の動作モード

EUT は、測定周波数において最大妨害波を発生する実使用状態で、動作させること。

6.4.7 複合機能を有する装置の動作

ある製品規格の異なる節及び／又は異なる規格に同時に対象となるような複合機能を有する装置は、その内部を改造することなく実現できる場合は、それぞれの機能を別々に動作させて試験すること。こうして試験された装置は、それぞれの機能が適切な節及び／又は規格の要求条件を満足する場合、全ての節及び／又は規格の要求条件に適合するとみなす。

それぞれの機能を別々に動作させることができない場合、特定の機能を切り離した結果、主機能を完全に動作させることができなくなる場合、又はそれぞれの機能を同時に動作させることで測定時間が短縮される場合は、必要な機能を動作させた状態で、相当する節及び／又は規格の規定を満足すればその装置は要求条件に適合したものとみなす。

6.4.8 最大妨害波となる EUT 配置の決定

事前の試験は、EUT は必要に応じて製品規格に基づいて配置してもよい。

事前の試験では、妨害波が許容値に対して最も高くなる周波数を決定すること。これは、EUT が典型的な動作条件で動作している間に、試験配置におけるケーブルの配置が典型的な設置条件を代表している状態で行うこと。

妨害波が許容値に対して最も高くなる周波数は、幾つかの重要な周波数帯における妨害波の調査によって決定すること。このことは、最大妨害波となりうる周波数を決定したこと、(最大妨害波に) 関連するケーブル、EUT の配置及び動作条件を決定したことの確信につながる。

6.4.9 測定結果の記録

$L - 20$ dB、ここで L は dB 単位で表された許容値レベル、を超える妨害波のうち、少なくとも高い方から 6 番目までについて、妨害波レベルと周波数を記録すること。

放射妨害波の場合、報告する妨害波が得られたアンテナ偏波及び高さを記録すること。

6.5 測定結果の解釈

6.5.1 連続妨害波

- a) 妨害波レベルが変動する場合には、測定毎に少なくとも 15 秒間は測定用受信機の指示を観測し、無視すべき孤立したクリックを除き、最も高い指示値を記録すること (引用規格 (1) の 4.4 節参照)
- b) 妨害波レベルが全体として変動し、15 秒間に 2 dB 以上の連続的増減がある場合は、妨害波レベルを、それ以上の時間にわたって観測すること。なお、そのレベルを EUT の通常の使用条件に従って、次のように解釈すること。
 - 1) EUT が頻繁にオン／オフ切り替え動作をするか又は回転方向が反転するならば、各周波数における EUT の測定は、各測定の直前にオンへの切り替えを行うか又は反転させ、各測定直後にオフの切り替えを行うか又は回転方向の変更するのが望ましい。測定する各周波数において最初の一分間に得られた最大レベルを記録すること。
 - 2) EUT が、通常の使用状態において長時間動作するならば、試験完了まで動作させることが望ましい。各周波数において指示値が安定した後に (a) 項の規定に基づく)、その値を妨害波レベルとすること。
- c) もし、試験中に EUT の妨害波の様子が安定状態から不安定状態に変わる場合、その EUT は b) 項に従って試験すること。

d) 測定は、関連する製品規格に従って、全ての周波数で行い、少なくとも最大指示値を示した周波数における値を記録すること。

6.5.2 不連続妨害波

現状、不連続な放射妨害波の測定に関する要求条件はない。

6.5.3 妨害波の継続時間の測定

妨害波を正確に測定するため、また、不連続妨害波についてはその継続時間を特定するために、妨害波の継続時間を把握すること。妨害波の継続時間は次に示すいずれかの方法で測定してよい。

- 測定用受信機の間周波数の出力端子にオシロスコープを接続し時間領域で観測する。
- EMI 受信機もしくはスペクトラムアナライザで周波数幅なし（すなわち、ゼロスパンモード）で時間領域の妨害波を観測する。
- FFT ベースの測定用受信機の時間領域出力を用いる。

適切な測定時間を決定するためのガイダンスは 8.3 節に記載されている。

6.6 連続妨害波の測定時間及び周波数走査速度

6.6.1 概要

手動測定、自動又は半自動測定のいずれにおいても、測定用受信機及び周波数走査型測定用受信機の測定時間及び周波数走査速度は、最大妨害波を測定するように設定しなければならない。特に事前測定に尖頭値検波器を用いる場合、測定時間及び周波数走査速度は、試験対象の妨害波の発生タイミングを考慮しなければならない。自動測定の実施に関する詳細な指針を第 8 章に示す。

6.6.2 最短測定時間

最短測定（滞留）時間を表 1 に示す。表 1 から CISPR バンド全体にわたる測定の最短周波数走査時間は、表 2 のようになる。表 1 の周波数走査型受信機及び FFT ベースの測定機器の最短測定（滞留）時間と表 2 のスペクトラムアナライザの最短周波数掃引時間は、CW 信号に適用される。

さらに試験報告書は、引用規格 (7) の要求条件に従って計算され、使用された試験に対応する測定装置の不確かさの値を記載しなければならない。

表 1 – 四つの CISPR バンドに対する最短測定時間
(周波数走査型測定用受信機及び FFT ベース測定器)

	周波数帯域	最短測定時間 T_m
A	9 kHz ~ 150 kHz	10.00 ms
B	0.15 MHz ~ 30 MHz	0.50 ms
C 又は D	30 MHz ~ 1000 MHz	0.06 ms
E	1 GHz ~ 18 GHz	0.01 ms

表 2 – 尖頭値及び準尖頭値検波器での三つの CISPR バンドにおける最短周波数掃引時間
(スペクトラムアナライザ)

周波数帯域		尖頭値検波の 周波数掃引時間 T_s	準尖頭値検波の 周波数掃引時間 T_s
A	9 kHz ~ 150 kHz	14.1 秒	2820 秒 = 47 分
B	0.15 MHz ~ 30 MHz	2.985 秒	5970 秒 = 99.5 分 = 1 時間 39 分
C 又は D	30 MHz ~ 1000 MHz	0.97 秒	19400 秒 = 323.3 分 = 5 時間 23 分

実際の準尖頭値測定において、妨害波の種類によっては、この周波数走査時間を増加しなければならないことがある。極端な場合、例えば測定すべき妨害波が定常的でない場合、1 周波数における測定時間 T_m を、15 秒に増加しなければならないこともある (6.5.1 項参照)。ただし、孤立したクリックは除外される。

平均値検波器における周波数走査速度と測定時間についての参照情報を、付則 C に示す。

多くの製品規格では、適合性確認測定に準尖頭値測定を要求しているが、時間短縮手段 (第 8 章参照) を適用しない場合、これは非常に時間を要する。事前測定 (尖頭値での周波数走査) によって妨害波を検出し、時間の短縮を図ることができる。自動走査中に断続的な信号などを見落とさないように 6.6.3 項から 6.6.5 項を考慮すること。

6.6.3 周波数走査型受信機とスペクトラムアナライザの走査速度

周波数走査型測定用受信機の周波数走査速度とスペクトラムアナライザの掃引速度

周波数帯域全体を自動走査する際に、信号 (測定すべき妨害波) の見落としを防止するために、次の二つの条件のいずれかを満足する必要がある。

- 単一扫引の場合：各周波数点における測定時間は、断続信号に対してはそのパルス間隔より長くなければならない。
- 複数回掃引 (最大値保持) の場合：各周波数点における複数回測定の全時間は、断続信号に対してはそれを検出できるよう十分に長くすることが望ましい。

周波数掃引速度は、測定機器の分解能帯域幅及びビデオ帯域幅の設定によって制限される。測定機器の設定状態に対して早すぎる掃引速度を選択すると、誤った測定結果が得られる。したがって、選択された周波数幅に対して十分長い周波数掃引時間を選ぶ必要がある。断続的な信号は、各周波数において十分長い観測時間を持つ単一扫引か、最大値保持機能による複数回掃引によって検出できる。通常、未知の妨害波全体を観察するためには、後者が非常に効率的である。表示されたスペクトルが変化している限り、未発見の断続信号がまだ表示されていない可能性がある。観測時間は、妨害波が発生する周期に応じて選ばなくてはならない。場合によっては、同期効果を避けるために周波数掃引時間を変化させる必要がある。

スペクトラムアナライザ又は周波数走査型測定用受信機で尖頭値検波を用いる場合、測定の際の最短周波数掃引時間は、測定機器の設定条件によって、二つの異なる場合に分けて選択しなければならない。すなわちビデオ帯域幅を分解能帯域幅より広く設定した場合は、周波数幅 Δf を掃引するのに要する最短時間 $T_{s\min}$ は次式で計算できる。

$$T_{s\min} = (k \times \Delta f) / (B_{\text{res}})^2 \quad (1)$$

ここで、

$T_{s \min}$	最短周波数掃引時間
Δf	周波数幅
B_{res}	分解能帯域幅
k	分解能を規定するフィルタの形状に関する比例定数。多段同調による近似ガウシアンフィルタでは 2 から 3 の間の値をとる。スタガ同調による近似方形フィルタでは、10 から 15 の間の値をとる。

もし、ビデオ帯域幅が分解能帯域幅に等しいか又は、小さい場合には、最短周波数掃引時間の計算には次式を用いる。

$$T_{s \min} = (k \times \Delta f) / (B_{\text{res}} \times B_{\text{video}}) \quad (2)$$

ここで、 B_{video} は、ビデオ帯域幅である。

多くのスペクトラムアナライザ及び周波数走査型測定用受信機では、選ばれた周波数幅及び帯域幅設定に合わせて周波数掃引時間を自動的に設定するため、正しい表示値を示す。ただし、ゆっくり変化する信号などを捕捉するために、より長い観測時間が必要になる場合は、この周波数掃引時間の自動設定を解除することができる。

さらに、繰り返し掃引における 1 秒当たりの掃引回数は、周波数掃引時間 $T_{s \min}$ 及び再掃引までの処理時間（局部発振器の再同調、測定結果の蓄積などに必要な時間）によって決まる。

6.6.4 離散周波数同調受信機の周波数走査時間

離散周波数同調受信機では、あらかじめ定めた間隔で周波数が順次同調される。このように測定周波数帯域を離散的な周波数間隔でカバーする場合、入力信号を正確に計測するためには、各周波数で最小限の滞留時間が必要となる。

実際の測定において周波数間隔が不適切であると、狭帯域信号による測定の不確かさが増すので、周波数間隔は用いる分解能帯域幅の約 50 % 以下（分解能フィルタの形状に依存する）にすべきである。したがって、離散周波数同調受信機の周波数走査時間 $T_{s \min}$ は、次式によって計算できる。

$$T_{s \min} = T_{m \min} \times \Delta f / (B_{\text{res}} \times 0.5) \quad (3)$$

ここで、 $T_{m \min}$ は、各周波数における最短測定（滞留）時間である。

上記の測定時間の他に、測定器内のシンセサイザが次の周波数に切り替わる時間及びファームウェアが測定結果を蓄積するのに要する時間を考慮する必要がある。これらは多くの測定用受信機で自動的に行われるため、選択した測定時間が測定結果を得るための実効的な時間となる。さらに、選択した検波器、例えば、尖頭値又は準尖頭値に依存してこの時間が決定される。

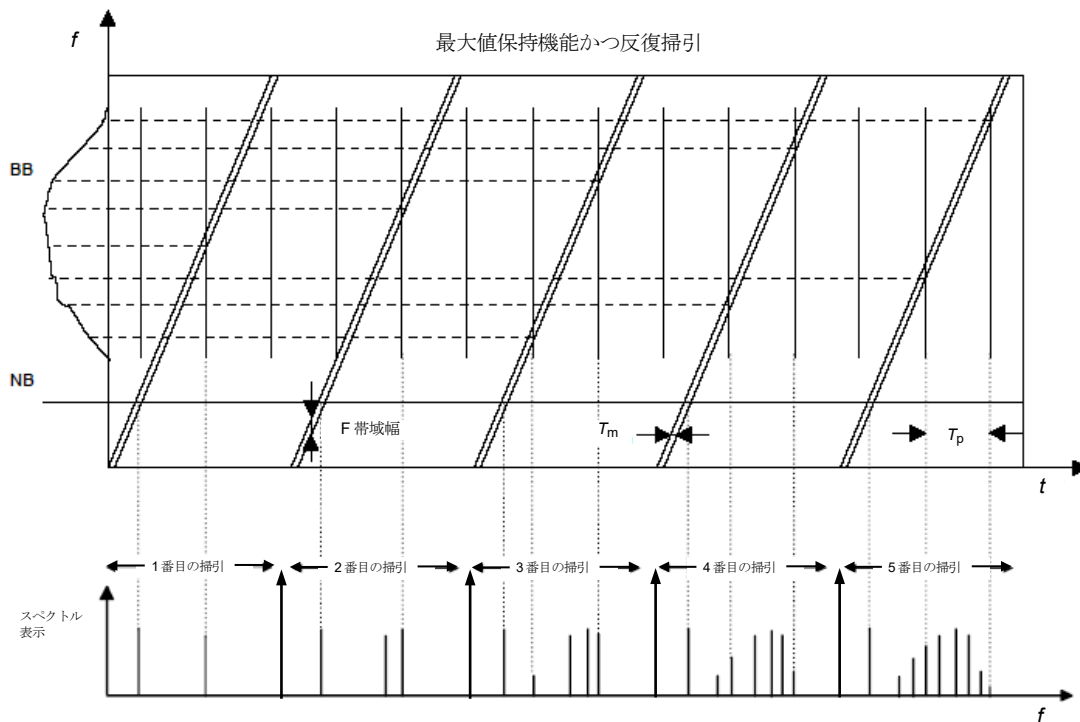
広帯域妨害波だけの測定では、妨害波スペクトルの最大値を見つける場合に限り、周波数間隔を増加してもよい。

6.6.5 尖頭値検波器によってスペクトル全体像を得る方法

事前測定において、妨害波スペクトルの全ての重要な周波数成分を可能な限り捕捉しなければならない。このためには、測定用受信機の種類並びに妨害波の特性（狭帯域及び広帯域の周波数成分を含む）に応じて、次の二つの一般的な周波数走査方法がある。

- 離散周波数走査：測定（滞留）時間は、各周波数点において信号の尖頭値を測定できるよう十分長くなければならない。例えば、インパルス信号の場合、測定（滞留）時間は、信号の繰り返し周波数の逆数より長いことが望ましい。
- 連続周波数走査：単一掃引の場合、各周波数点における測定時間は断続信号の間隔より長くなければならない。また、繰り返し掃引の場合、観測時間内の周波数走査回数は、信号捕捉の確率を増大させるため、できるだけ多くすることが望ましい。

図1、図3及び図4は、様々に時間変化する妨害波スペクトルと測定用受信機における表示との関係を例示している。図1、図3及び図4のいずれの場合も、図の上半分は、受信機の観測周波数が妨害波スペクトルを（連続）掃引又は（ステップ）走査するときの受信機帯域幅の位置を示している。



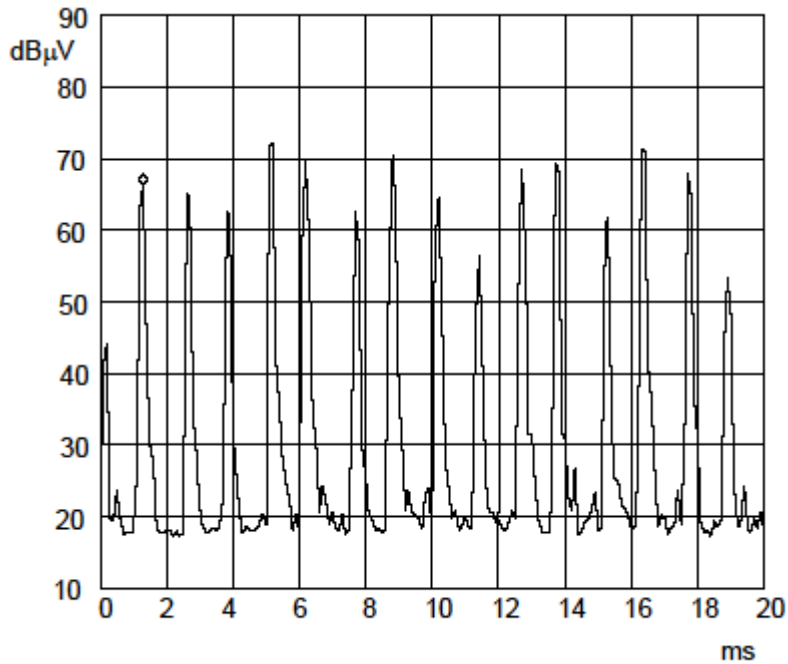
凡例、

T_p インパルス信号の発生周期である。このパルスの発生時刻は、スペクトル-時間表示（図の上半分）の各垂直線の位置で示す。

図1 - 狭帯域妨害波 (NB) とインパルス信号 (BB) の複合スペクトルの測定
(最大値保持、複数回連続掃引)

妨害波の種類が未知の場合、尖頭値検波で、可能な最短の周波数掃引時間で複数回掃引することによってスペクトル包絡線を決定できる。狭帯域で連続的な妨害波成分のスペクトルを各周波数点において測定するには、一回の短時間周波数掃引で十分である。連続的な広帯域信号と断続的な狭帯域信号については、“最大値保持”機能を用い、周波数走査速度を変化させて複数回の掃引を行うことによってスペクトル包絡線を決定することができる場合がある。低い繰り返し回数のインパルス信号については、広帯域なスペクトル包絡線を決定するために、多数回の掃引が必要となる。

測定時間の短縮を図るには、測定すべき妨害波の時間的変化の情報が必要になる。この情報は、波形表示が可能な測定用受信機をゼロスパン（固定周波数表示）モードに設定して又は例えば図2に示すように、オシロスコープを受信機の間周波の出力端子又はビデオ出力端子に接続することによって得られる。

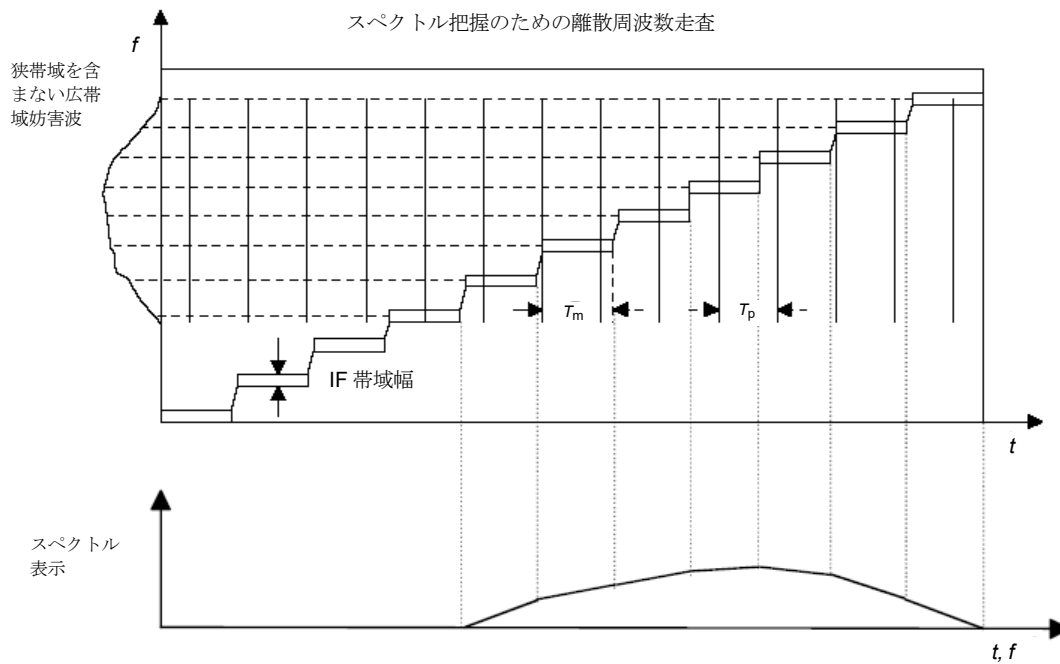


注) 直流整流子モーターからの妨害波の時間波形例：整流子の極数が多いためパルス繰り返し周波数は高く（約 800 Hz）、パルス振幅は大きく変動する。したがってこの例に関する尖頭値検波器の測定（滞留）時間は 10 ms 以上必要である。

図 2 - 測定時間の決定例

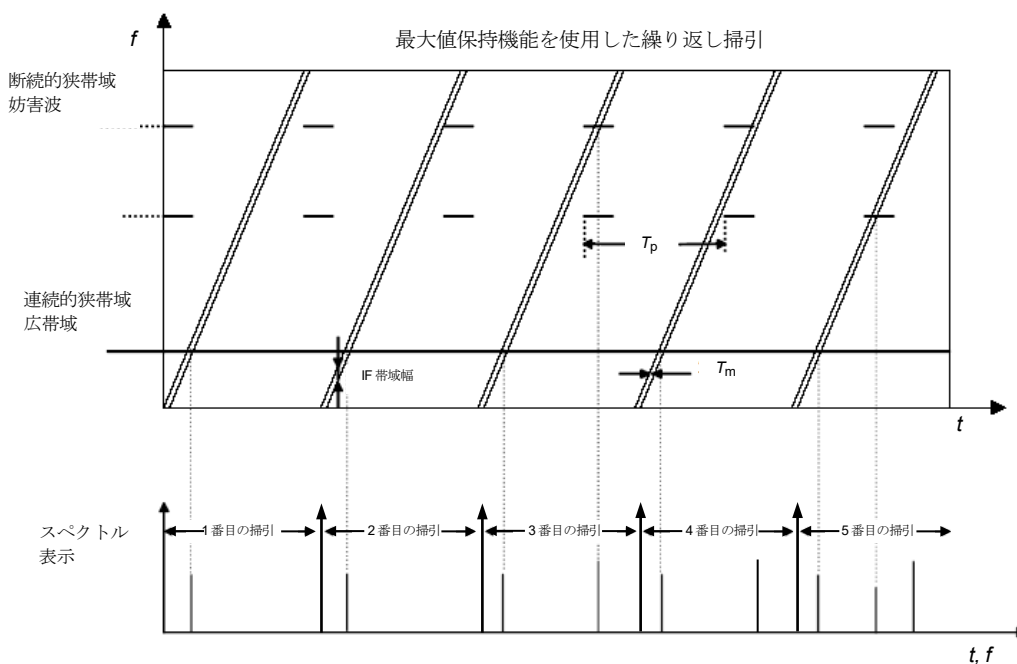
このようなタイミング解析からパルス持続時間及びパルス繰り返し周波数が求められれば、次のように周波数走査速度又は滞留時間を選択できる。

- 連続的な無変調狭帯域妨害波には、測定用受信機で許容される最高速の周波数走査時間を用いてよい。
- 狭帯域妨害波を含まない広帯域で連続的なスペクトルの妨害波、例えば、自動車の点火装置、アーク溶接機、整流子モータなどからの妨害波には、妨害波スペクトルの把握に離散周波数走査（尖頭値検波又は準尖頭値検波でも）を用いてもよい。この場合、表示されるスペクトル包絡線は折れ線となる（図 3 参照）。周波数間隔は、スペクトル包絡線の重要な変化を見落とさないように選ぶこと。単一扫引の測定でも、十分に低速で行えば、スペクトル包絡線が得られる。
- 断続的な狭帯域妨害波で断続周波数が未知の場合には、最大値保持機能による高速短時間掃引（図 4 参照）又は低速の単一扫引のいずれかを用いる。適切に信号を捕捉するために、あらかじめ測定時間を決定することが必要になる場合がある。
- 引用規格 (2) に記載されているように、断続的な広帯域妨害波は妨害波解析装置（ディスタバンスアナライザ）で測定されなければならない。



測定（滞留）時間 T_m は、パルス繰り返し周波数の逆数であるパルス繰り返し間隔 T_p より長いことが望ましい。

図 3 - 離散周波数走査受信機で測定した広帯域スペクトル



注 1) パルス持続時間及びパルス繰り返し間隔によっては、必要な掃引回数又は周波数掃引時間を増減しなければならない場合もある。

注 2) 上例では、全てのスペクトル成分を捕捉するまでに 5 回の掃引が必要である。

図 4 - 断続的な狭帯域妨害波に必要な掃引回数の例

6.6.6 FFT ベースの測定機器を用いたタイミングの考慮事項

FFT ベースの測定機器は、 N 個の周波数での並列計算と離散周波数走査とを組合せてもよい。この目的のために、対象周波数範囲は、順次走査される幾つかのセグメント N_{seg} に細分される。セグメン

トが三つの場合について、その手順を図 5 に示す。対象周波数範囲の合計周波数走査時間 T_{scan} は、次のように計算される。

$$T_{scan} = T_m \times N_{seg} \quad (4)$$

ここに、

T_m 各セグメントに対する測定時間、及び
 N_{seg} セグメントの数

FFT ベースの測定機器は、与えられた周波数範囲にわたって周波数分解能を改善するための方法を提供し得る。一般に FFT ベースの測定機器は、FFT における周波数の個数によって決まる固定周波数ステップ $f_{step\ FFT}$ が設定されている。周波数分解能の向上は、与えられた周波数範囲全てに繰り返し計算を実行することによって達成される。繰り返し計算毎に、最も低い周波数が $f_{step\ final}$ の周波数ステップだけ増えてゆく。

したがって、与えられた周波数範囲全体の最初の計算では、次の周波数を考える。

f_{min} 、
 $f_{min} + f_{step\ FFT}$ 、
 $f_{min} + 2 f_{step\ FFT}$ 、
 $f_{min} + 3 f_{step\ FFT}$ …

与えられた周波数範囲全体の 2 番目の計算では、次の周波数を考える。

$f_{min} + f_{step\ final}$ 、
 $f_{min} + f_{step\ final} + f_{step\ FFT}$ 、
 $f_{min} + f_{step\ final} + 2 f_{step\ FFT}$ 、
 $f_{min} + f_{step\ final} + 3 f_{step\ FFT}$ …

ステップ比が 3 の場合のこの手順を図 6 に示す。

周波数走査時間 T_{scan} は次のように計算される。

$$T_{scan} = T_m \times (f_{step\ FFT} / f_{step\ final}) \quad (5)$$

ここで、

T_m 測定時間、及び
 $\frac{f_{step\ FFT}}{f_{step\ final}}$ ステップ比

両方の方法を組合せたシステムでは、周波数走査時間 T_{scan} は次のように計算される。

$$T_{scan} = T_m \times N_{seg} \times (f_{step\ FFT} / f_{step\ final}) \quad (6)$$

注 1) FFT ベースの測定機器は、離散周波数走査と周波数分解能を改善する方法の両方を組合せてもよい。

注 2) FFT ベースの受信機の定義に関する追加の背景情報は、参考文献 [3] に記載されている。

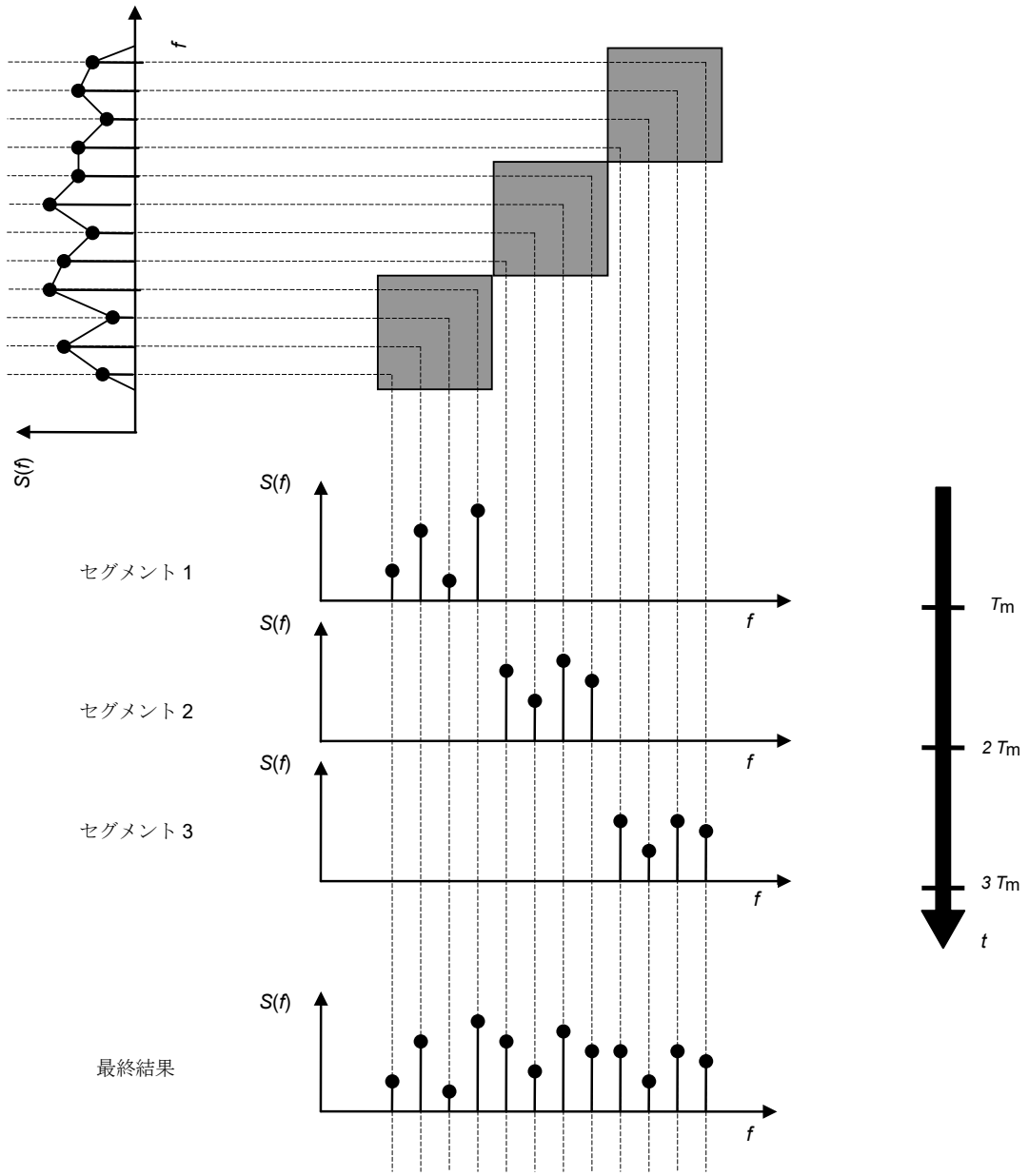


図 5 - セグメント毎の FFT 走査

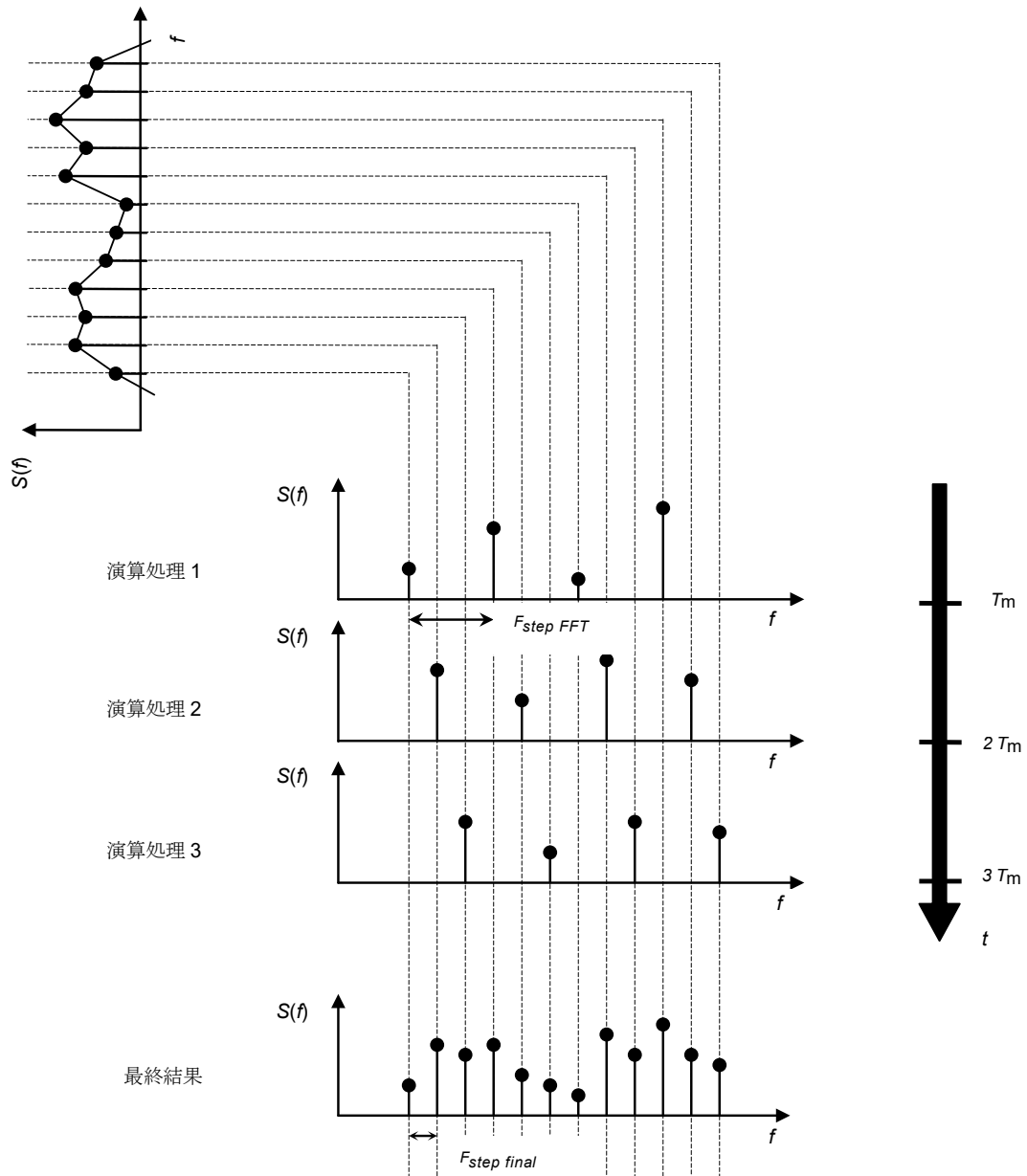


図 6 - FFT ベースの測定機器によって強化された周波数分解能

7 放射妨害波の測定

7.1 概論

本節では、機器システムが発生する放射妨害波の電磁界強度の測定に関して、一般的な方法を述べる。電圧測定に比べて、放射妨害波の測定についての経験は豊富ではない。したがって、知識及び経験が蓄積すれば、放射妨害波の測定法は変更され、拡張される可能性がある。特に、EUT に付随する導線及びケーブルの影響については、注意を払わなければならない。表 3 は、放射妨害波試験場と試験方法と本書又は他の文書内の項に関する関連する相互参照の要約リストを提供する。

製品によっては、放射妨害波の電界、磁界又はその両方の測定が必要なことがある。場合によっては、放射電力に関する量を測定する方が、より適切なことがある。通常は、大地面に対して水平及び垂直の両妨害波成分を測定する。電界又は磁界成分に関する測定結果は、尖頭値、準尖頭値、平均値又は実効値で表わす。

通常、30 MHz 以下の周波数帯では妨害波の磁界成分を測定する。EUT からの磁界を遠方においてアンテナで測定する場合は、磁界の水平成分だけを測定する。ループアンテナシステム (LAS) を使用する場合は、EUT の磁気ダイポールモーメントの直交 3 成分を測定することになる。なお、単一アンテナによる測定では、EUT の水平及び垂直ダイポールモーメントによって生じるアンテナ位置における磁界の水平成分を測定している。

表 3 - 放射妨害波試験場及び試験方法で参照する適用周波数範囲と文書

試験場 / 方法	9 kHz から 30 MHz まで	30 MHz から 1000 MHz まで	1 GHz から 18 GHz まで
OTS (屋外試験場)	未定	7.3.8	適用しない
LAS (ループアンテナシステム)	7.2	適用しない	適用しない
OATS (野外試験場) 又は SAC (電波半無響室)	未定	7.3	適用しない
FAR (電波全無響室)	適用しない	7.4	7.6
RE (放射エミッション) / RI (放射イミュニティ) 共通	適用しない	7.5 (RI の開始は 80 MHz)	適用しない
電波吸収体敷設型 OATS	適用しない	適用しない	7.6
設置場所	7.7.2	7.7.3、7.7.4.2	7.7.3、7.7.4.3
置換	適用しない	7.8	7.8
反射箱	適用しない	7.9 (開始は 80 MHz)	7.9
TEM 導波路	引用規格 (11)	7.10	7.10

7.2 ループアンテナシステム測定 (9 kHz から 30 MHz まで)

7.2.1 概要

本節で対象とする LAS は、周波数範囲 9 kHz から 30 MHz までにおいて、単一の EUT から発生する磁界強度を室内で測定するのに適している。この磁界強度は、EUT の磁界妨害波によって LAS に誘起した電流を測定することで得られる。LAS は、引用規格 (4) に記載された方法で定期的に特性確認を行うこと。引用規格 (4) には、LAS に関する詳しい記載と、LAS によって得られる測定結果と本項に

よって得られる結果との関係が記されている。

7.2.2 一般的な測定法

図 7 に、LAS による測定の一般的な概念を示す。EUT は LAS の中心に設置する。EUT の磁界によって LAS の 3 個の大きなループアンテナの各々に誘起した電流は、ループアンテナの電流プローブを測定用受信機（或いは同等品）に接続して測定する。測定中、EUT は固定位置のままとする。

磁界の直交 3 成分によって三つの大きなループアンテナに生じた電流を順番に測定する。測定された各々の電流値は、製品規格に規定された単位 $\text{dB}(\mu\text{A})$ の妨害波許容値を満足すること。妨害波許容値は、標準的な 2 m の直径の LAS に適用する。

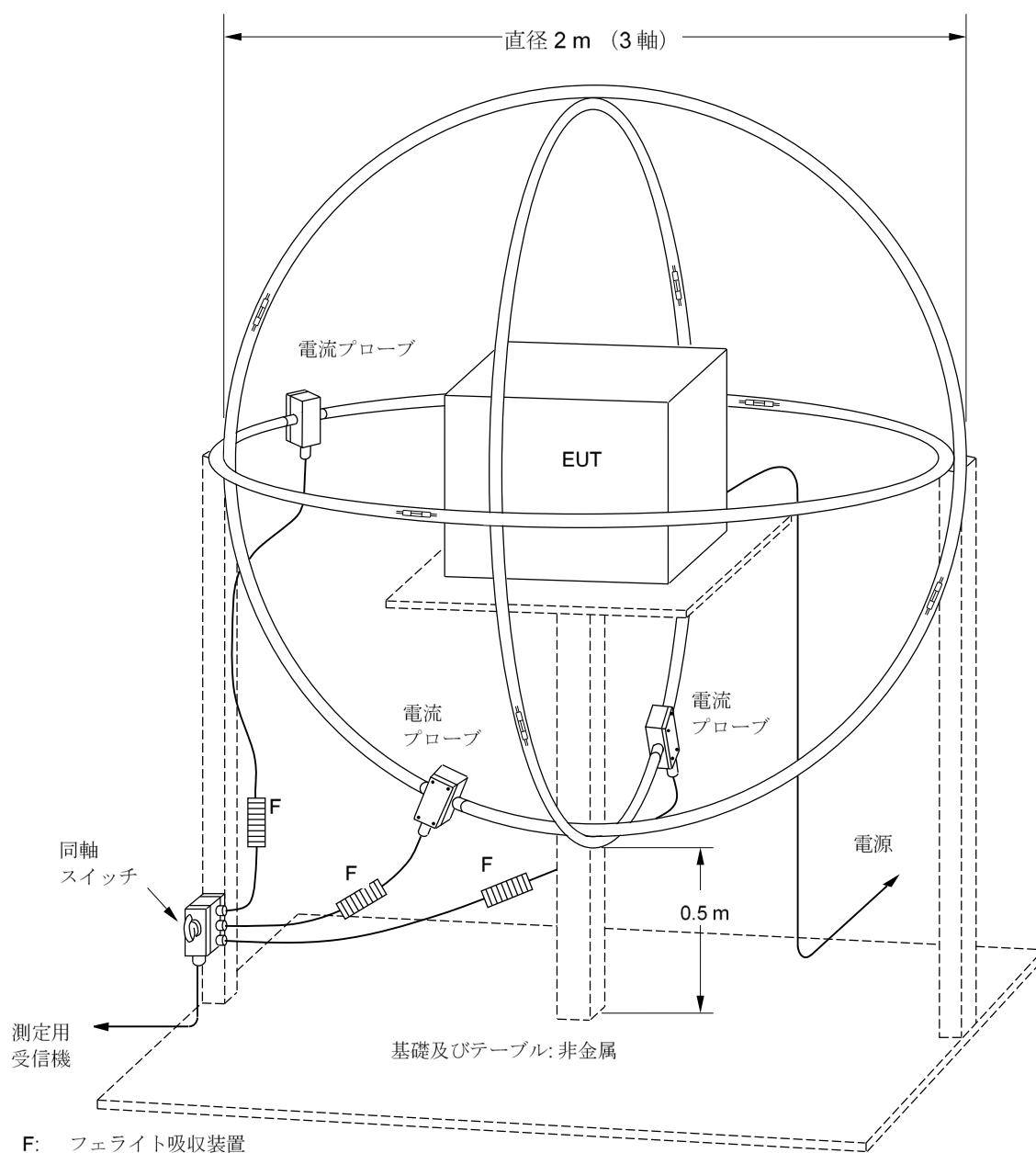


図 7 - LAS を用いた磁界誘導電流測定の方法

7.2.3 試験環境

The distance between the outer perimeter of the LAS and nearby objects, such as floor and walls, shall

LASの外周とその近くにある床及び壁などの物体は、少なくとも0.5 m離れていること。高周波の周囲電磁界によってLASに誘起する電流の影響は、引用規格(4)に従って判断すること。

7.2.4 EUTの構成

EUTとLAS間の好ましくない容量性結合を避けるために、EUTの最大寸法は、LASの標準的な直径2 mのループアンテナの場合、EUTとLASとの距離が少なくとも0.2 m離れる大きさであること。

電源線は、誘導電流が最大になるように配置すること。一般的に、EUTが伝導妨害波許容値を満足しているなら、この配置の影響はあまり重大ではない。

EUTが大きい場合は、LASのループアンテナの直径を4 mまで大きくすることができる。この場合も、

- a) 測定された電流値は、引用規格(3)のB.6項に従って補正を行うこと。
- b) EUTの最大寸法は、非標準のループアンテナ直径を D とすると、EUTとループアンテナの間隔が少なくとも $(0.1 \times D)$ mになる大きさであること。

7.2.5 LASの測定不確かさ

妨害波測定の不確かさに関する一般的かつ基本的な考え方は、引用規格(6)に示されている。

7.3 野外試験場(OATS)又は電波半無響室(SAC)での測定(30 MHzから1 GHzまで)

7.3.1 測定量

測定される量は、1 mから4 mの高さ、EUTからの水平距離10 m、及び方位面の全ての角度におけるEUTから放射される電界強度の最大値であり、水平及び垂直偏波のそれぞれに対して与えられる。この量は、次の規定によって決定されるものとする。

- a) 対象とする周波数範囲は30 MHzから1000 MHzまで
- b) 測定量は、許容値を示すために用いられる単位と同様に電界強度単位で示される。
- c) 該当するCISPRの要件条件を満たすSAC/OATSの試験場と試験台を使用すること。
- d) 引用規格(2)に適合する測定用受信機を使用すること。
- e) 代替測定方法として、10 mの代わりに3 m又は30 mなどの代替測定距離の使用を検討すること。
- f) 測定距離は、EUTの境界とアンテナ基準点を大地面に水平投影した点の間隔である。
- g) EUTは、国内答申及びCISPR規格に従って構成し、動作させる。
- h) 自由空間アンテナ係数を使用すること。

測定量 E は、自由空間アンテナ係数 F_a を使用して最大電圧指示値 V_r から求められる。

$$E = V_r + A_c + F_a \quad (7)$$

ここで

E 測定量を表す電界強度、単位はdB(μ V/m)。

V_r 測定量を表す手順で使用した最大受信電圧、単位はdB(μ V)。

A_c アンテナと測定用受信機との間の測定ケーブルの損失、単位はdB。

自由空間アンテナ係数は、アンテナの性能を示すものとして使用される。電界強度は、自由空間環境ではなく、大地面上で測定されることに注意するべきである。

妨害波の測定においては、EUTの境界から規定する距離で電界強度を測定する必要がある。その試

験距離は、アンテナの基準点から EUT の境界までの距離である（図 8 を参照）。アンテナの基準点と位相中心が異なる場合、試験距離における電界強度を得るために、補正係数が適用されることもある。

注 1) アンテナの位相中心の変化に対する電界強度の補正については、7.5.2.2 項及び参考文献 [2] の A.6.2 項を参照。

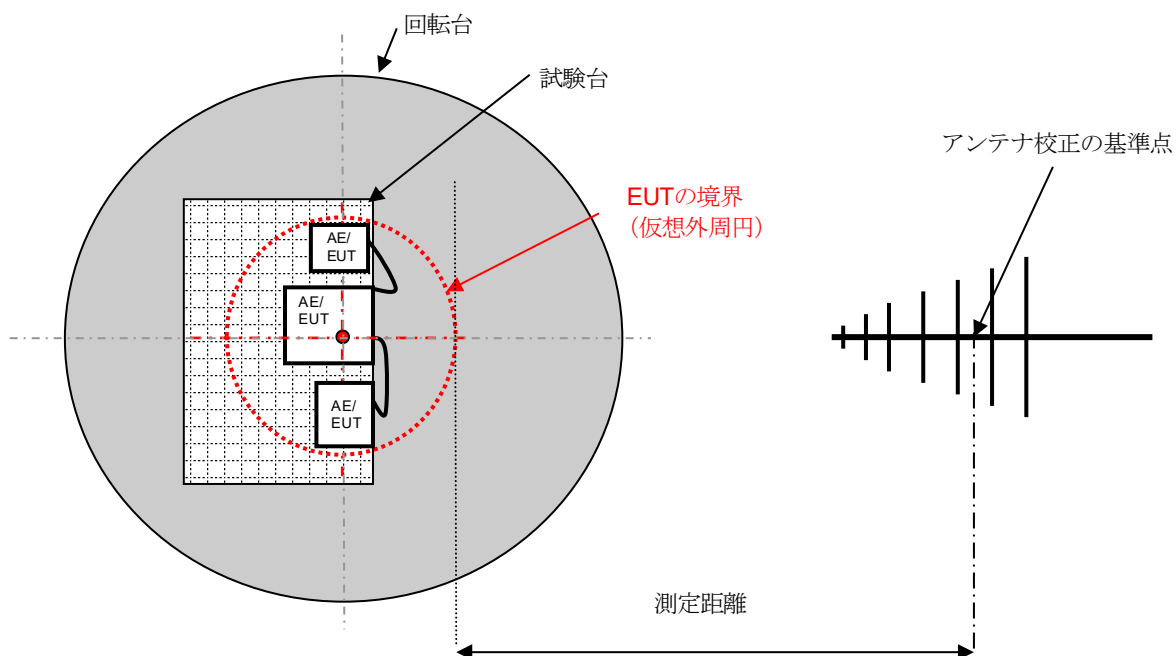


図 8 - 測定距離

例えば、200 MHz で感度がよいダイポールと、1000 MHz で感度がよいダイポールの間の距離が約 0.6 m の代表的な LPDA を考える。EUT からの距離 $d=3$ m での妨害波測定では、200 MHz の場合、式 (9) から得られる d_{phase} の値に従い、図 9 の P2 からの距離が約 3.3 m となる位置で電界強度が測定される。

与えられた周波数に対して、次の補正值 ΔE (単位は dB) を測定した電界強度に加えること。

$$\Delta E = 20 \lg \left(\frac{d_{\text{phase}}}{d} \right) \quad (8)$$

図 9 に示すように、与えられた周波数における、P2 から共振エレメントまでの距離は、式 (9) を用いて d_{phase} と与えられる。P1 は、アンテナ製造業者が表示したマークの位置又は、アンテナの中心位置 ($d_{\text{max}}/2$) であり、 d_{1P} はアンテナの先端から P1 までの距離、 d_{1f} はアンテナの先端から周波数 f のときの位相中心までの距離である。

$$d_{\text{phase}} = d + (d_{1f} - d_{1P}) \quad (9)$$

ここで、

$$d_{1f} = \frac{(f - f_{\text{min}})(d_{\text{max}} - d_{\text{min}})}{f_{\text{max}} - f_{\text{min}}} + d_{\text{min}} \quad (10)$$

- l_f 公称共振周波数が f (単位は MHz) であるダイポールエレメントの長さであつて、 $0.9 \times 150 / f$ (単位は m) に等しい。ここで、 0.9 はダイポールが太さを持つことによる、いわゆる、波長短縮率である。参考文献 [11]。
- l_{\min} 及び l_{\max} ダイポールの最小の長さ及び最大の長さ (すなわち、これらのダイポールは、動作周波数のほぼ上限とほぼ下限で共振する)。
- d_{\min} 及び d_{\max} アンテナの先端から長さが最小のダイポールまでの距離、及び長さが最大のダイポールまでの距離。

ハイブリッドアンテナの位相中心 d_{phase} については、アンテナ製造業者が提供する情報を使って決定する。もし、表形式で提供する場合には 100 MHz から 300 MHz については、20 MHz 以下の周波数間隔で、 d_{1f} を提供しなければならない。

式 (8) は、波源はアンテナから十分遠方にあると仮定している。通常、半波長以下の近傍界では、 A_{APR} (引用規格 (4) の式 (35) を参照) の測定は近接場効果を考慮に入れる。ハイブリッドアンテナの LPDA 部に対する補正を含む、詳細な内容については、参考文献 [2] の 7.5.2.2 項を参照のこと。動作周波数範囲において、エレメントが共振する周波数間の位相中心点は、線形補間 (内挿) を用いて推定する。

もし、位相中心位置の補正を行わない場合、それは、引用規格 (7) に従って、測定装置の不確かさとして考慮しなければならない。

注 2) アンテナの校正機関は、特定の測定距離 (例えば 3 m と 10 m) に対する電界強度測定の補正量を、それぞれの測定距離毎にアンテナ係数の等価的な補正量として提供してもよい。

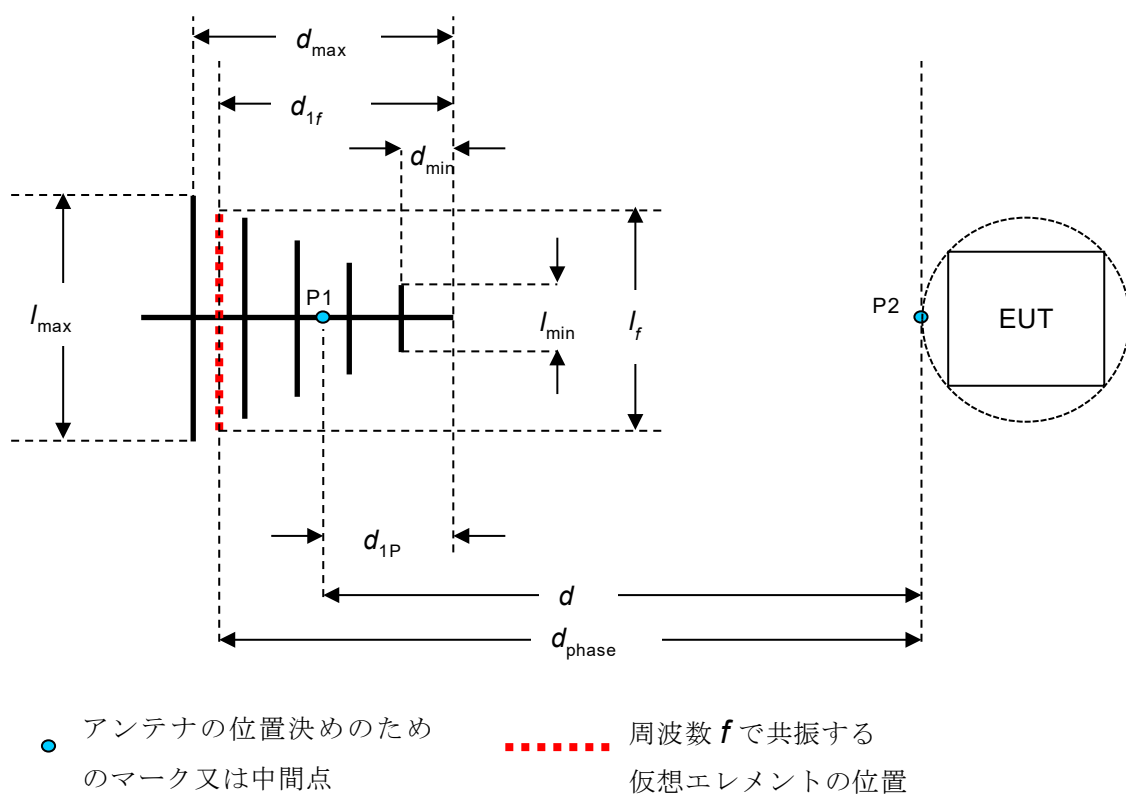


図 9 - LPDA アンテナの位相中心に関する離隔距離

7.3.2 試験場の要件

試験場は、その物理的及び電気的特性、及びその検証のために、引用規格(4)の関連する規格に適合しなければならない。

7.3.3 一般的測定方法

図10に野外試験場(OATS)又は電波半無響室(SAC)における測定法の概念を、受信アンテナに到達する直接波及び大地反射波と共に示す。

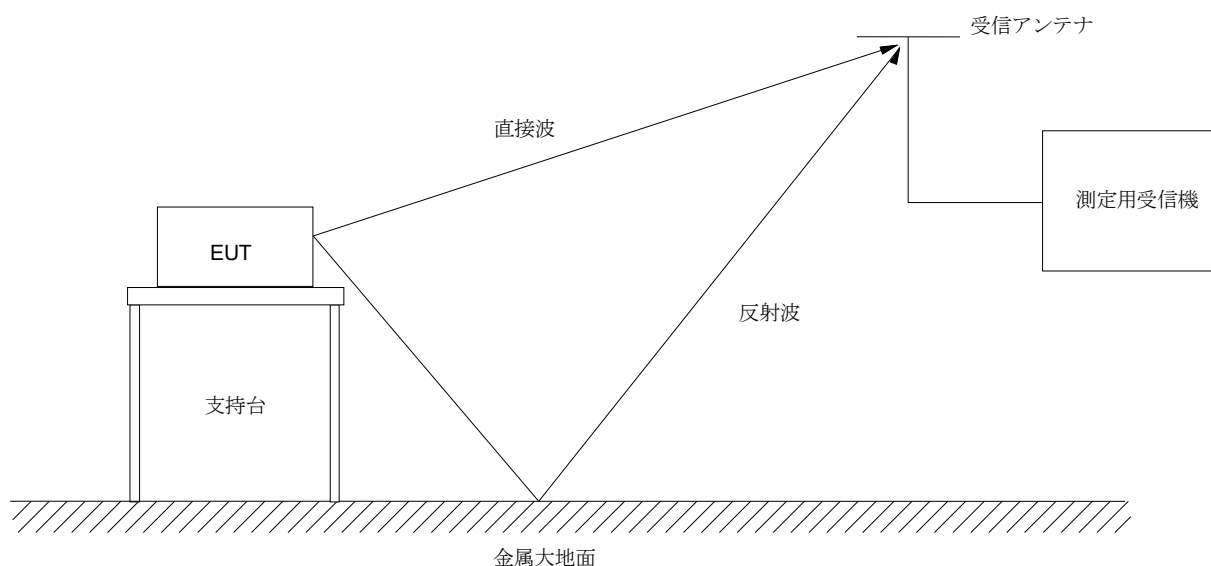


図10 - 受信アンテナに到達する直接波及び反射波を示した OATS 又は SAC で行われる電界強度測定の方法

EUT は大地面上規定の高さに設置し、通常動作状態を代表する構成とする。アンテナは規定の距離だけ離して設置する。EUT を水平面内で回転して、最大指示値を記録する。アンテナの高さを調節して、直接波と大地反射波が同相に近く又は同相で加わるようにする。これらの測定手順を交互に行い、最大妨害波が見つかるまで必要に応じて繰り返すこと。実際には、アンテナ高の可変範囲に制限があるため、完全には同相にならないことがある。

7.3.4 測定距離

規定の距離における放射妨害波の許容値を EUT に適用する場合、測定はその距離で行うべきである。ただし、機器の大きさ等の理由によって、そうすることが非現実的な場合はその限りでない。測定距離は、アンテナに最も近い EUT の外縁と、アンテナの校正基準点の大地面上への投影との間の距離で定義する。対数周期アンテナの校正基準点が校正報告書で明記されていない場合、基準点は、アンテナ周波数範囲の中心周波数の半波長に対応するダイポールエレメント間のアンテナブーム上の中心点である。

注) 中心周波数は、 $\lg(f_{\text{centre}}) = (\lg f_{\text{min}} + \lg f_{\text{max}})/2$; $f_{\text{centre}} = 10^{\lg(f_{\text{centre}})}$ によって定義される。

多くの OATS においては、測定距離 10 m が望ましい。何故なら、この距離では、測定対象の妨害波は一般的な周囲雑音より十分強く、有効な試験を行うことができると予想されるためである。3 m 未満又は 30 m を越える距離は一般に使用しない。規定値以外の測定距離を用いなければならない場合は、製品規格に規定されている方法に従って、試験結果を外挿すること。これに関して何ら規定がない場合は、用いた外挿法の妥当性に関する根拠を示すこと。一般的に言えば、外挿は距離に反比例するような

単純な法則には従わない。

可能ならば、測定は遠方界領域で行うべきである。この遠方界領域は次の条件によって定義してもよい。測定距離 d は次の条件を考慮して選定する。

- a) $d \geq \lambda/6$ の場合：この距離では、近似的に $E/H = Z_0 = 120 \pi = 377 \Omega$ となり、電界と磁界成分は互いに直交する。EUT を同調ダイポールアンテナと見なした場合、この距離における測定値から遠方界の値を推定すると 3 dB 程度の誤差が見込まれる。
- b) $d \geq \lambda$ の場合：これは平面波と見なせる条件であり、EUT を同調ダイポールアンテナと見なすと、誤差は 0.5 dB 程度となる。
- c) $d \geq 2D^2/\lambda$ の場合：ここで D は、EUT 又は、EUT に対向する最小アンテナ開口面のどちらかの最大寸法である。

7.3.5 アンテナ高の走査

電界強度測定においては、大地面からのアンテナ高を規定の範囲内で走査して、直接波と反射波の位相が揃ったときに生じる最大指示値を求める。通常、測定距離 10 m 以下の電界強度測定においては、アンテナ高を 1 m から 4 m まで変化させる。それよりも遠い距離 (30 m まで) では、高さを 2 m から 6 m まで変えることが望ましい。指示値を最大にするには、アンテナ高を地上 1 m まで下げる必要がある場合もある。これらのアンテナ高走査は、水平及び垂直の両偏波について行うが、垂直偏波においては、最低高を、アンテナ下端が試験場大地面から少なくとも 25 cm 以上離れるようにすること。

7.3.6 製品規格の詳細

7.3.6.1 概要

製品規格は、詳細な測定法及び測定すべき妨害波のパラメータを規定する他、次に概略を述べるように、その他の関連規定も詳細に定めること。

7.3.6.2 試験環境

試験環境の影響を考慮して、EUT が正常に機能するようにしなければならない。物理的な環境の重要なパラメータ、例えば温度及び湿度などを規定することが望ましい。電磁環境については特に配慮する必要があり、妨害波測定を正確に行えるようにすべきである。

EUT の電源を切った状態で、試験場において測定される無線周波の周囲雑音及び信号の強度は、許容値より少なくとも 6 dB は低いこと。このことは、全ての周波数において達成できるとは限らない。しかし、EUT の妨害波に周囲雑音が加わった測定値が許容値を超えなければ、その EUT は許容値を満足するものと見なすことができる。

もし規定された周波数範囲、測定距離において周囲の電磁界強度が許容値を超える場合は、次のような代替法を用いてもよい。

- a) より近い距離で測定を行い、その結果を許容値が規定されている距離まで外挿する。外挿は次のいずれかの方法を用いること
 - 1) より近い距離 d_2 に対応する許容値 L_2 を、関係式 $L_2 = L_1(d_1/d_2)$ によって決定する。ここで L_1 は距離 d_1 で規定された許容値で、単位は $\mu\text{V}/\text{m}$ 。
注) この外挿法は、距離 d_1 、 d_2 が全ての測定周波数において EUT の遠方界にあるときだけ利用可能である。
 - 2) 製品規格で推奨された数式を利用する。

- 3) 距離 d_2 における許容値 L_2 を、三つ以上の異なる距離における測定結果によって実証された外挿式を適用して決定する。
- b) 周囲雑音の測定値が、許容値より 6 dB 低い値を超える周波数帯域においては、隣接した妨害波レベルから補間法を用いることで EUT の妨害波レベルを得ることができるとある場合がある。補間法による値は、EUT からの妨害波が周囲雑音の周波数の周辺において従うとした連続関数で表される曲線上になければならない。
- c) 問題となる周波数帯の測定は、放送局の停波中で産業機器からの周囲雑音が低い時間帯に行う。
- d) 電磁遮へい室又は電波吸収体敷設型電磁遮へい室内において、調査対象周波数における EUT からの妨害波レベルを隣接する周波数の妨害波レベルと共に測定比較すること。調査対象周波数における EUT の妨害波レベルは、隣接する周波数の妨害波レベルを測定し、比較することによって推定できる。
- e) OATS の測定軸の向きを決める場合は、強力な外来波の到来方向を考慮して、試験場の受信アンテナがこのような外来波をできるだけ受信しないように考慮する。
- f) EUT からの狭帯域妨害波であり、その周波数が外来波付近にあるため、その両方が規定の帯域幅に入るときは、より狭い測定用受信機の帯域幅を使用すること。

7.3.6.3 EUT の構成

EUT の動作状態及び配置については 6.4 節に詳細に記載している。

CMAD の使用については、多種多様の EUT が想定されるために、製品規格と本項の要求事項との間に著しい乖離があるかもしれない。何故なら、CMAD がコモンモード電流の吸収を目的としている装置であることから、CMAD を使用することにより測定結果が過小評価になる可能性がある（参考文献 [14]）こと、及び試験場間測定結果の相関性改善には寄与しない（参考文献 [15]）ことが分かっているためである。

もし、CMAD を使用する場合は、次に従うこと。使用する CMAD は、引用規格 (4) の適用すべき仕様を満足すること。

CMAD は、テストボリュームの外にあるケーブルが放射妨害波測定の結果に与える影響を減少させる目的で使用される。もし CMAD を使用する場合、図 11 に示す通りテストボリューム内にあるケーブルは、大地面に垂らした地点で CMAD を使用すること。

CMAD は大地面に対して常に水平に配置すること。CMAD から回転台へのケーブルは、できる限り短くすること。それぞれのケーブルには別々の CMAD を使用すること。市販されている CMAD のケーブル開口よりも直径が大きいケーブルには、CMAD を使用しない。

飽和を避けるために、高コモンモード電流・電力ケーブル（例えばインバータの出力端子）には、高コモンモード電流のために特別に設計された CMAD でない限りは、CMAD を使用しないこと。

テストボリュームから出るケーブルが 3 本以下の EUT に対しては、放射妨害波測定中はそれぞれのケーブルに CMAD を使用すること。この要求事項はあらゆるタイプのケーブル（例えば電力、通信、制御）に適用される。

テストボリュームから出るケーブルが 3 本を超える試験配置に対しては、それらのうち高い妨害波が予想され CMAD が必要とされる 3 本にだけ使用する。CMAD を使用したケーブルは試験報告書に記載すること。

フェライト型の CMAD の適用及び目的に関する一般的な情報は参考文献 [3] の 4.9.1 項で提供されて

いる。

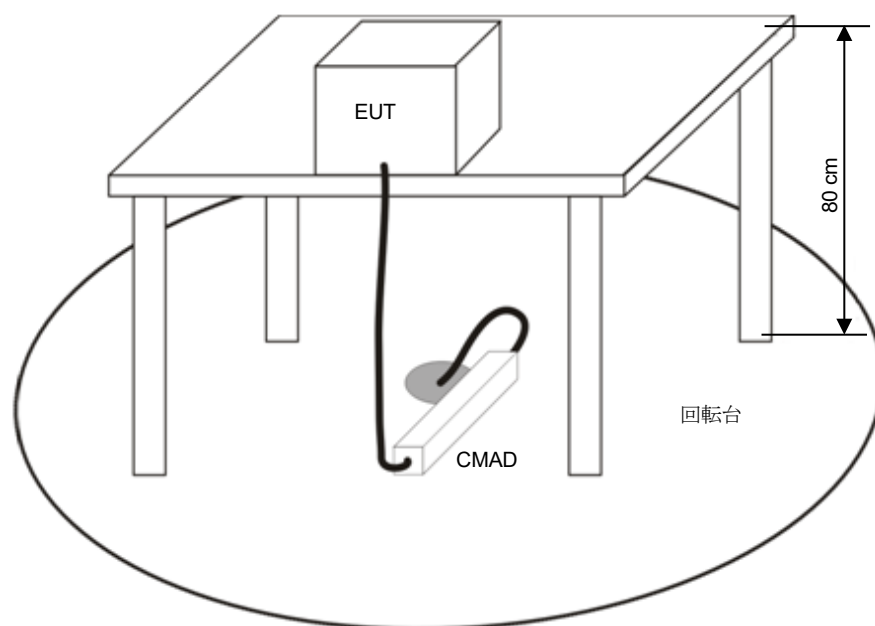


図 11 - OATS もしくは SAC における卓上型装置に対する CMAD の配置

7.3.7 測定装置

アンテナを含む測定装置は、引用規格 (2) 及び引用規格 (4) の関連する要求事項を満足すること。

7.3.8 その他の屋外試験場における電磁界強度測定

EUT の実使用状態を考慮して、例えば産業・科学・医療用装置及び自動車などのある種の製品に対して、金属大地面が敷設されていない野外試験場 (OATS) に似た屋外試験場 (OTS) の使用を規定する場合があります。この場合、7.3.4 項から 7.3.7 項までの規定は有効である。

7.3.9 OATS 及び SAC における測定不確かさ

放射妨害波測定の不確かさに関する一般的かつ基本的な考え方は、引用規格 (6) に記載されている。OATS もしくは SAC (30 MHz から 1 GHz まで) における放射妨害波測定に関する規定の範疇の測定装置の不確かさについては、引用規格 (7) に記載されている。

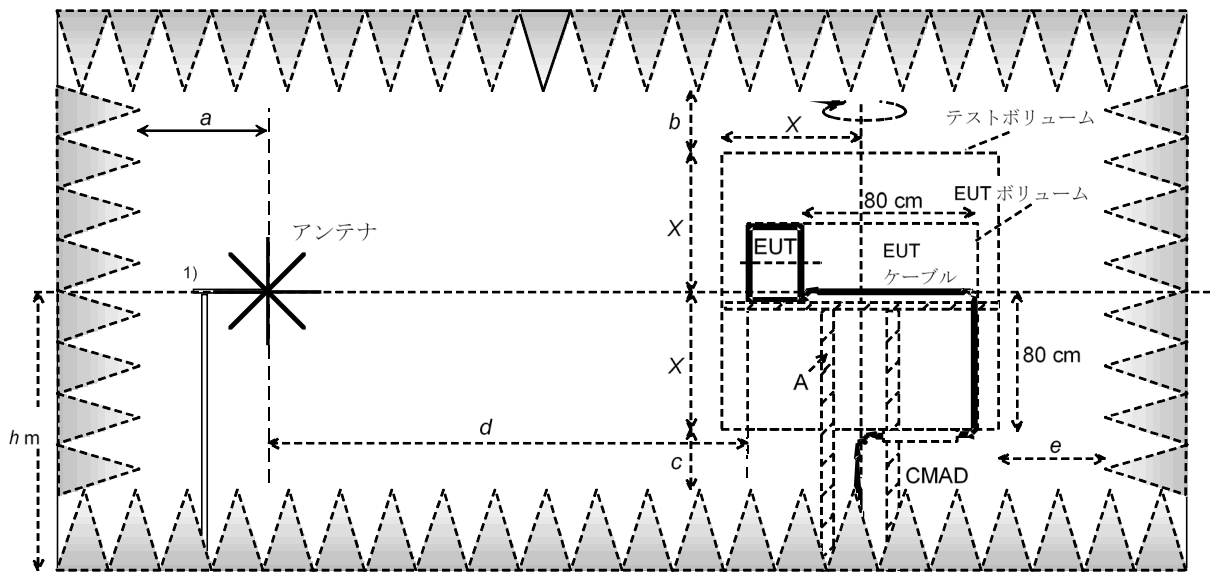
7.4 電波全無響室 (FAR) 内での測定 (30 MHz から 1 GHz まで)

7.4.1 試験配置及び試験室 (FAR) の構造

EUT の妨害波試験には、FAR の適合性確認に用いた受信アンテナと同じ種類のアンテナを用いなければならない。アンテナの高さは、テストボリュームの中央の高さに固定する。測定は、受信アンテナの偏波を水平及び垂直に配置して行う。EUT を連続的に回転して妨害波を測定すること。連続的な EUT の回転が明らかに必要でない場合、EUT を少なくとも三つの方位 (0° 、 45° 、 90°) のそれぞれに配置して妨害波を測定することが望ましい。図 12 に典型的な FAR の構造と関連する寸法を示す。

EUT は回転台上に設置しなければならない。図 12、図 13 及び図 14 は、FAR 内における異なる寸法の EUT についての配置例を示す。回転台、アンテナマスト及び試験台は、FAR の適合性評価試験と同じ配置であり、電磁波が透過する材料で主に構成すること。距離 a、b、c 及び e は、テストボリューム

の寸法によって制限される場合がある。テストボリュームの底面の高さ（吸収材の高さ + c ）は、床置型装置の設置面になる（運搬用パレットは、テストボリュームの外側となる）。

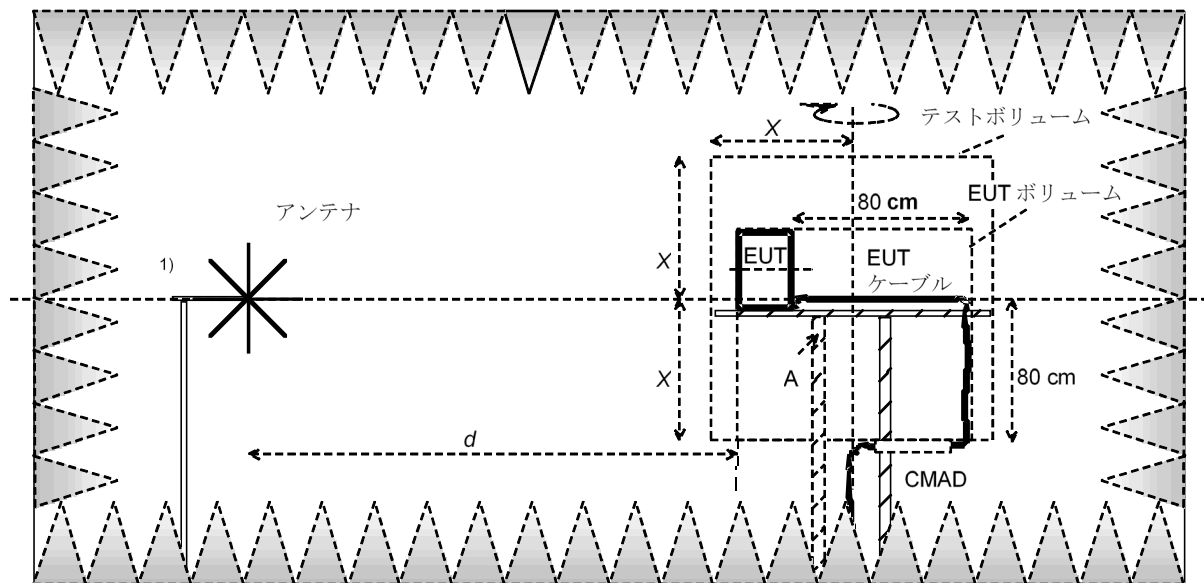


凡例

- A 回転台及び、EUT 試験台
- 2X 用いる試験距離 d に対応して 1.5 m、2.5 m、5 m
- h_m テストボリューム中心の高さ
- a 、 b 、 c 、 e ≥ 0.5 m を推奨する (≥ 1 m が更に適当)。実際の値は、引用規格 (4) の FAR 評価手順に従うこと。
- d 3 m、5 m 又は 10 m

- 1) アンテナ及びケーブルは一緒に適合性が確認され、それらの構成は EUT の試験の間、適合性確認時と同じであること。EUT の試験をするとき、ケーブルと一緒にアンテナは、必要な試験距離に調整するために移動する必要がある場合がある。

図 12 – 典型的な FAR における試験配置 (a 、 b 、 c 、 e が試験室の性能に影響する)



凡例

- A 回転台及び EUT 試験台
- 2X 用いる試験距離 d に対応して 1.5 m、2.5 m、5 m
- d 3 m、5 m、又は 10 m

1) アンテナ接続ケーブルの配置は、試験場の適合性確認時と同じであること（図 12 参照）。

図 13 - FAR のテストボリューム内の卓上型装置の典型的な試験配置

試験距離は、アンテナの基準点から EUT の外縁までの距離とする。アンテナの基準点と位相中心に差がある場合、試験距離における電界強度を得るために補正係数を適用してもよい。

規定の周波数において、不確かさを減少させるために式 (8) における補正 ΔE (dB) を、測定電界強度測定値に加えること。電界強度の補正は、LPDA アンテナ及びハイブリッドアンテナの対数周期部の位相中心補正を考慮して適用される。

7.4.2 EUT の位置

図 13 と図 14 はそれぞれ FAR 内における典型的な卓上型及び床置型 EUT の試験配置を示す。EUT は、典型的な使用形態に従って構成し、設置し、配置し、かつ動作させること。EUT 全体は、テストボリューム内に収まること。EUT を動作させるために必要ではあるが EUT の一部でない関連装置は、FAR 外に置かなければならない。

インタフェースケーブルは、EUT の全ての種類のインタフェースポートに接続すること。

EUT が別々の装置で構成される場合、装置間の間隔は通常の構成通りでなければならないが、可能な限り 10 cm 間隔とする。相互接続ケーブルは束ねること。束は、30 cm から 40 cm の長さとし、ケーブルの長手方向に配置すること。

測定の再現性を改善するため、次の指針を考慮すること。

- a) EUT (7.4.3 項に従って敷設したケーブルを含む) は、その中心がテストボリュームの中心と同じ高さになるように置かなければならない。そのために適切な高さの非導電性試験台を用いてもよい。
- b) 大形の EUT をテストボリュームの中心 (図 12 及び図 13) まで持ち上げることが物理的に不可能な場合、EUT は試験中、非導電性の運搬パレットに載せておいてもよい (図 14)。パレットの高さは、試験報告書に記録すること。

床置型 EUT の設置に関わる仕様として、導電性の床に固定し直接接地接続することを要求しているものがある。FAR 内で床置型 EUT を測定する際、次の点に注意するとよい。導電性の床に固定し直接接地接続することを意図した床置型 EUT について得られた結果が、FAR 許容値を満足しない場合であっても、最終的な設置環境をよりよく模擬した金属大地面上で試験をした場合の実際の放射妨害波はより低くなる場合がある。特に、周波数 200 MHz 未満の水平偏波で、妨害波源の高さが典型的な設置状態で金属大地面上 0.4 m 以下の場合に顕著である。FAR 測定に基づいて不適合と決定する前に、EUT の本来の設置条件をよりよく模擬するために、金属大地面上 (すなわち、OATS 又は SAC) で追加測定を行うとよい。

7.4.3 ケーブルの配置及び終端

EMC 測定においては、一つの EUT を様々な試験場で測定すると、ケーブルの配置及び終端の違いによって測定結果の再現性が低下することがしばしばある。次に示す項目は、良好な再現性を得るための試験配置の一般条件である (図 13 及び図 14 参照)。理想的には、テストボリューム内からだけ放射される全ての妨害波を測定すべきである。試験に用いるケーブルは、製造業者の仕様に従わなければならない。ケーブル終端が利用できない場合、終端されていないケーブルが EUT に接続されることもある。試験中に用いたケーブルと終端の仕様は、試験報告書に明記しなければならない。

- a) EUT と周辺装置間又は電源間に接続されるケーブルの長さは、テストボリューム内で、(束ねないで) 水平部分 0.8 m 及び垂直部分 0.8 m でなければならない (図 13 及び図 14 参照)。ケーブル長が $1.6\text{ m} \pm 5\%$ を超える部分は、テストボリュームの外部に配置しなければならない。
- b) 製造業者がケーブルとして 1.6 m 未満の長さを規定している場合は、可能な限り、テストボリューム内で長さの半分を水平に、半分を垂直に配線すること。
- c) 試験中に関連装置に接続しないケーブルは、適切に終端すること。

- 1) 同軸（遮へい）ケーブルは、規定の正しいインピーダンス（ $50\ \Omega$ 又は $75\ \Omega$ ）をもつ同軸終端器で終端する。
 - 2) 複数の内部導体を持つ遮へいケーブルは、製造業者の仕様に従ってコモンモード（内部導体と基準アース/グラウンドとの間）及びディファレンシャルモード（導体間）の終端器で終端する。
 - 3) 遮へいなしのケーブルは、製造業者の仕様に従ってコモンモード及びディファレンシャルモードの終端器で終端する。
- d) EUT が適切に動作するために関連装置を用いる場合、その装置の妨害波が放射妨害波の測定に影響を与えないよう、特に注意すべきである。関連装置は、可能な限り FAR 外に置かなければならない。相互接続ケーブルを介した外来妨害波の FAR 内への侵入を防ぐために何らかの対策をすべきである。
- e) ケーブル配置を含む試験配置、接続ケーブル及び終端装置の詳細は、個々の製品規格で定める。
- f) CMAD の使用については、多種多様の EUT が想定されるために、製品規格と本項の要求事項との間に著しい乖離があるかもしれない。何故なら、CMAD がコモンモード電流の吸収を目的としている装置であることから、CMAD を使用することにより測定結果が過小評価になる可能性がある（参考文献 [14]）こと、及び試験場間測定結果の相関性改善には寄与しない（参考文献 [15]）ことが分かっているためである。もし、CMAD を使用する場合は、次に従うこと。使用する CMAD は、引用規格 (4) の適用すべき仕様を満足すること。

テストボリューム外のケーブルが放射妨害波測定結果に与える影響を減少させるフェライトクランプ型の CMAD を使用する。テストボリューム内にあるケーブルは、図 12、図 13 及び図 14 に示す通り、テストボリュームの底に届く地点（回転台）で CMAD に挿入すること。それぞれのケーブルは別々の CMAD を使用する。市販されている CMAD の開口径よりも大きな径を持つケーブルには CMAD を使用する必要はない。

飽和を避けるために、高コモンモード電流・電力ケーブル（例えばインバータの出力端子）には、高コモンモード電流のために特別に設計された CMAD でない限りは、CMAD と共に取り扱わないこと。

テストボリュームから出るケーブルが 3 本以下の EUT に対しては、放射妨害波測定中はそれぞれのケーブルに CMAD を使用すること。この要求事項はあらゆるタイプのケーブル（例えば電力、通信、制御）に適用される。テストボリュームから出るケーブルが 3 本を超える試験配置に対しては、それらのうち高い妨害波が予想され CMAD が必要とされる 3 本にだけ使用する。CMAD を使用したケーブルは試験報告書に記載すること。フェライト型の CMAD の適用及び目的に関する一般的な情報は参考文献 [3] の 4.9.1 項で提供されている。

多くの EUT が想定されるために、必然的に製品規格と本項の要求事項との間に著しい乖離があるかもしれない（例えば、参考文献 [4]）

7.4.4 FAR における測定不確かさ

妨害波測定の不確かさに関する一般的かつ基本的な考え方は、引用規格 (6) に記載されている。代替試験法の使用条件は、引用規格 (8) に記載されている。FAR における 3 m 距離での妨害波測定の測定装置の不確かさ算出の例は、引用規格 (7) に記載されている。

7.5 SACにおける放射妨害波測定法（30 MHz から 1 GHz まで）及び放射イミュニティ試験法（80 MHz から 1 GHz まで）に関する共通試験配置

7.5.1 はじめに

放射妨害波と放射イミュニティで試験配置が異なるため、これを共通化する代替手法として、製品規格が規定するなら、本項に定める共通的な EUT の配置を用いて両方の試験を行うことができる。本項に記載する試験配置は、EUT の放射妨害波と放射イミュニティの試験において、同一構成及び配置を使用することが技術的に正当化される場合に限り適用できる。この試験配置は、単純な構成の EUT、例えば単一筐体の EUT、複数の小形筐体の組合せからなる EUT、5 本未満のケーブルが接続された EUT などに最適であると考えられる。この代替試験配置は、製品規格において測定距離 3 m で放射妨害波試験を実施することが許されている製品だけに適用すること。

放射イミュニティ試験において、例えば、引用規格 (10) に規定されているように、電界均一性の確保が要求されている場合、EUT と送信アンテナ間の大地面の一部分に電波吸収体を並べて、要求性能を満足すること（例、電波吸収体敷設型 SAC、電波吸収体敷設型 OATS に類似している）。放射妨害波測定の場合、床面の吸収体を配置しない SAC の正規化サイトアッテネーション (NSA) 特性は、引用規格 (4) の要求事項を満足すること。

7.5.2 EUT 外縁の定義及びアンテナと EUT 間の距離

放射妨害波測定と放射イミュニティ試験は、EUT 外縁の中心点から水平方向に、3 m + [EUT の最大幅の半分] の距離だけ離れた場所に受信アンテナ又は送信アンテナを配置して実施すること。EUT からの距離を決定する際に用いるアンテナ基準点は、アンテナの指定された基準点とする。しかしながら、基準点が指定されていない場合には、アンテナの水平ブーム上で、かつ測定対象の上・下限周波数に対応する半波長ダイポールアンテナ素子間の中点を基準点とする。

注) LPDA アンテナでは、製造業者が基準点を指定できる。

与えられた周波数に対して、その不確かさを低減するために、測定された電界強度に式 (8) の補正值 ΔE の dB 値を加算する。電界強度の補正 (ΔE) は、LPDA アンテナ及びハイブリッドアンテナの対数周期部分の位相中心補正を考慮したものである位相中心補正が含まれていない場合、不確かさの見積もりで考慮しなければならない。詳細は、7.3.1 項を参照。

EUT 外縁は、EUT を取り囲む仮想的な最小の長方形で定義する。EUT 間の全ての接続ケーブルは、この外縁の内側に含まれること (図 15 参照)。この外縁の各辺は、構成する EUT のいずれか一つの側面に沿い、イミュニティ試験用に校正された均一電磁界エリア (UFA) と同一平面上にあること。

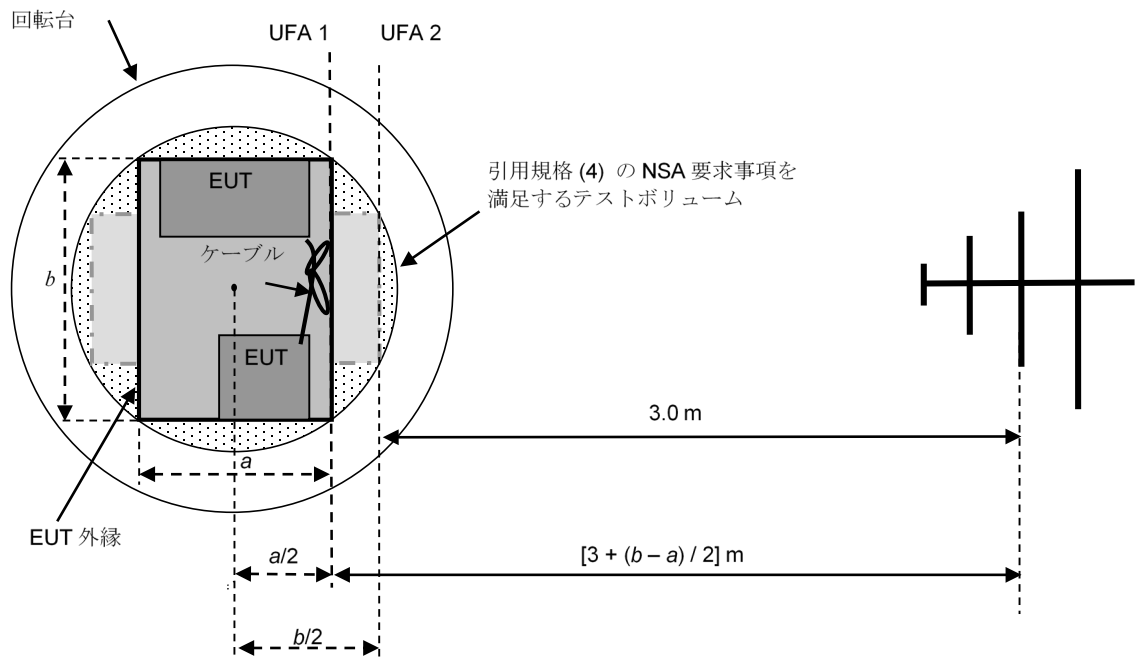


図 15 - 均一電界のレベル設定の基準平面の位置関係（上面図）

7.5.3 均一テストボリューム

均一テストボリュームは、次の条件によって定義される。

- EUT と周辺装置（例えば、関連周辺装置及びケーブル）は、引用規格 (4) の試験場の検証要求事項を満足するテストボリュームに含まれること。引用規格 (4) の放射妨害波測定用代替試験場に関する試験場の検証手順を参照のこと。
- EUT と周辺装置は、テストボリュームに含まれ、本項に規定するように、引用規格 (10) の要求事項に従う均一電磁界エリア（UFA）に沿って配置すること。

EUT 外縁の辺の長さが異なる EUT の試験においては、引用規格 (10) の要求事項に従って二つのアンテナ位置で均一電界平面をレベル設定すること。図 15 の例では、この面は EUT の正面の長さ b の面（UFA 1）及び側面の長さ a の面（UFA 2）である。

最大幅 1.5 m の EUT を試験するためには、UFA を次に述べる二つの位置でレベル設定するとよい。

- 回転台の中心点を通り、かつアンテナ軸に直交する平面でレベル設定する。
- 回転台の中心点から 0.75 m 前で、かつアンテナ軸に直交する平面でレベル設定する。

レベル設定された二つの UFA の間に EUT の照射面が位置する場合、次の前提で線形補間を適用できる。

- 二つの UFA のそれぞれにおいて、引用規格 (10) で定義された測定点の個数について、0 dB から +6 dB までの均一電界判定基準を満足する。
- アンテナに同電力を印加する場合、二つの UFA における 0 dB から +6 dB までの判定基準を満足する測定点の平均的な電界強度は、アンテナから UFA までの距離に反比例する。

回転台の中心点における UFA の電界強度を一定値に保つためのアンテナ入力電力（対数目盛）を P_{c1} 及び回転台の中心点から 0.75 m 前の UFA に関するアンテナ入力電力（対数目盛）を P_{c2} と表記する。これによってそれ以外の位置における EUT 表面を照射するのに必要な入力電力は、 P_{c1} と P_{c2} 及び対応するアンテナまでの距離（これも対数目盛）を用いて線形補間によって算出できる。測定と仕様につ

いては、引用規格 (10) の 6.2 節、電界のレベル設定に関する記載を参照のこと。

EUT 外縁の長辺及び短辺の長さの違いが測定距離 3 m の 20 %以下 (すなわち 0.6 m 以下) の場合は、図 15 の UFA 1 (EUT の最大幅の表面) に対応する距離で、一つの UFA だけをレベル設定すればよい。

注) 上記の方法を用いる場合、EUT の二つの面は送信アンテナにより近くなることから、より高い放射イミュニティレベルで試験されることになる。

相互接続ケーブルを含む EUT 外縁は、試験場の検証要求事項を満足するテストボリュームの内側に収めること。エミッション/イミュニティ試験の共通配置を実現するには、EUT 外縁を 0°、90°、180° 及び 270° 回転したとき、外縁の最大辺と最小辺に対応する二つの垂直面で電界強度をレベル設定すること。これら二つの垂直面の位置は、試験される装置の仕様を考慮して決定する。

電界均一性の基準を満たすために床に電波吸収体を敷く場合、吸収体は送信アンテナと図 15 の UFA 2 の間に配置すること。UFA が一つだけの場合 (すなわち、外縁の隣り合う 2 辺の寸法差が 0.6 m 未満である場合) は、吸収体は送信アンテナと UFA の間に配置すること。

7.5.4 共通的なエミッション/イミュニティ試験の配置に関する仕様

試験は、EUT の典型的な実使用状態に可能な限り近い装置構成で実行すること。特に指定のない限り、ケーブルとその配置は製造業者の指定に従うものとし、装置類は筐体の中に適切に收容すること。EUT の通常の使用状態から逸脱する事項は、試験報告書に記載すること。本編の 7.3.6.3 項の規定を適用する。EUT 及び使用される非導電性試験台は、本編の 7.3.6.3 項の規定に従い、遠隔操作で EUT を回転できる回転台上に設置すること。

大地面からの EUT の高さは、次の要求事項に従うこと。

- 卓上型装置は、高さ 0.8 m ± 0.01 m の非導電性試験台の上に置く (本編の 7.3.6.3 項参照)。引用規格 (4) には、非導電性試験台が試験結果に与える影響を評価する方法が規定されている。
- 床置型装置は、該当する製品規格に従い、非導電性の台の上に置くこと。設置高の規定が製品規格に存在しない場合、EUT は、金属大地面上の高さ 5 cm から 15 cm までの非導電性の台の上に置くこと。

壁掛型装置は、卓上型装置として試験すること。この場合の EUT の向きは、通常使用 (設置) 時の向きに一致すること。

接続ケーブル、負荷及び機器は、EUT の接続端子の型式毎に少なくとも 1 個は接続すべきであり、実行できる場合には、各ケーブルは実使用状態における典型的な装置で終端すること。同一型式の複数の接続端子がある EUT では、負荷又は機器を典型的な個数接続すること。ただし、例えば事前測定によって、接続端子の負荷及び機器の個数を増やしても、妨害波レベルが大幅に増加しない (すなわち 2 dB を超えない) か又はイミュニティレベルが大幅に低下しないことが確認されていれば、負荷の個数は接続端子の型式毎に 1 個で十分である。接続端子の構成と負荷の状態に関する根拠は、試験報告書に記載すること。

接続する追加のケーブルの数は、これらの追加によって許容値に対するマージンが大幅に変化 (例えば 2 dB) しなくなるまで増やすこと。場合によっては、装置、負荷、接続装置及びケーブルの最適構成は、エミッション試験とイミュニティ試験では異なることがあり、その結果、EUT の共通配置を実現するために、EUT の構成に何らかの変更が必要になることがある。

ケーブル配置及び終端条件は次の要求事項に従うこと。

- ケーブルは、放射電磁界の垂直偏波と水平偏波の両偏波が放射／照射されるように配置すること。製品のエミッション規格とイミュニティ規格に指定されたケーブル配置とケーブル長を適用すること。しかしながら、両規格の要求事項が互いに相反する場合には、エミッション規格に指定されたケーブル配置と最大ケーブル長を優先すること。これらの要求事項は、イミュニティ試験中にエミッション規格のケーブル配置を適用し、かつ電磁界に曝露されるケーブルの長さを少なくとも 1 m にすることで実現できる。ただし、製造業者がこれより短いケーブルの使用を指定した場合は除く。余分な長さのケーブルを、ケーブルのほぼ中央で長さ 30 cm から 40 cm までに束ねる。製品エミッション規格にケーブルの配置に関する仕様が規定されていない場合には、次の配置を適用する。
 - 卓上型 EUT (図 16 と図 17) では、UFA から出る EUT のケーブルは、UFA 内で全長 1 m (± 0.1 m) を電磁界に曝露させ、その後床に垂らすこと。製造業者指定の最大ケーブル長が、卓上型装置 (高さ 0.8 m の試験台に置かれる) から大地面に垂れ下がる長さを含めると、水平に 1 m 伸ばす余裕がない場合、ケーブル長から 0.8 m を差し引いた残りを水平に配置するものとする。試験台から垂れ下がる相互接続ケーブルは、大地面から最小でも 0.4 m 離すこと。相互接続ケーブルを大地面から距離 0.4 m 以上離すことができない場合には、余分な長さのケーブルを 30 cm から 40 cm までの長さの束にして調節するものとする。
 - 床置型 EUT (図 18 と図 19) では、UFA から出るケーブルが、UFA の内側で少なくとも 0.3 m 水平方向に配置した後、典型的な実使用状態 (床から入出力端子までの高さ) に従って垂直に配置すること。ケーブルのうち、床に沿って水平に配置される部分は、全体にわたって少なくとも高さ 10 cm 大地面から離して絶縁すること。

EUT の筐体間の相互接続ケーブルの扱いは、更に次に従うものとする。

- 製造業者指定のケーブル型式とコネクタを使用すること。
- 製造業者指定のケーブル長が 3 m 以下である場合、指定のケーブル長を使用すること。曝露するケーブル長を 1 m (± 0.1 m) とし、卓上型装置の場合は余分なケーブルを長さ 30 cm から 40 cm までの束にし (図 16 と図 17 参照)、床置型装置の場合は長さ約 1 m の束にする (図 18 と図 19 参照)。
- 指定されたケーブル長が 3 m を超える場合又はケーブル長が指定されていない場合には、照射されるケーブル長を 1 m とする。余分な長さは UFA の外に引き出すこと。
- 卓上型装置と床置型装置の組合せからなる EUT の場合、各装置はそれぞれの規定に従い構成し、卓上型装置と床置型装置の間の接続ケーブルも規定に従うこと。
- 周辺装置で終端されていない接続ケーブルは、ケーブルに接続される周辺装置を模擬するディファレンシャル及びコモンモードのインピーダンスで終端することが望ましい。
- 何も接続されていないケーブルは、次のように終端してもよい (本編の 7.3.6.3 項も参照)。
 - 遮へい付き同軸ケーブルは、同軸終端器 (通常 50 Ω 又は 75 Ω) で終端すること。
 - 複数の内部芯線を有する遮へい付きケーブルは、EUT 製造業者の仕様に従って、コモンモード及びディファレンシャルモードについて終端すべきである。コモンモード終端は、内部芯線全体又は芯線のディファレンシャルモード終端器とケーブルの遮へいとを適切に接続する。コモンモード終端に関する情報が何もない場合には、150 Ω のコモンモード終端器を使用すべきである。

- 遮へいなしのケーブルは、製造業者の仕様に従ってディファレンシャルモードの終端器で終端すること。
- 試験を容易にするために、製造業者指定の最大長より短いケーブルを用い、かつ擬似終端器を接続した全てのケーブルは、本項に従って、更にコモンモードインピーダンス 150Ω で暗室の壁又は床と終端すべきである。

本編の 7.3.6.3 項については、次の項目を配慮すべきである。

- EUT を適切に稼働させるために関連装置 (AE) が必要な場合、AE が放射エミッション測定又は放射イミュニティ試験に影響しないことを確実にするために、特段の注意を払わなければならない。電波無響室にある相互接続ケーブルと電波無響室の遮へいとの間適切な接続が利用可能な場合は、測定中は電波無響室の外に AE を配置することができる。この相互接続ケーブルを通して高周波が漏れたり、侵入したりすることを防ぐ対策をとること。
- AE からの不要妨害波を抑止するための装置又は他の手段は、暗室の外又は床下に AE を配置すること。
- ケーブル配置、接続ケーブルとその終端の仕様、テストボリュームの外に出るケーブルへの CMAD の使用及びテストボリュームの外にある AE の妨害波の混入を抑止する手段などの試験構成及び配置を試験報告書に明記すること。

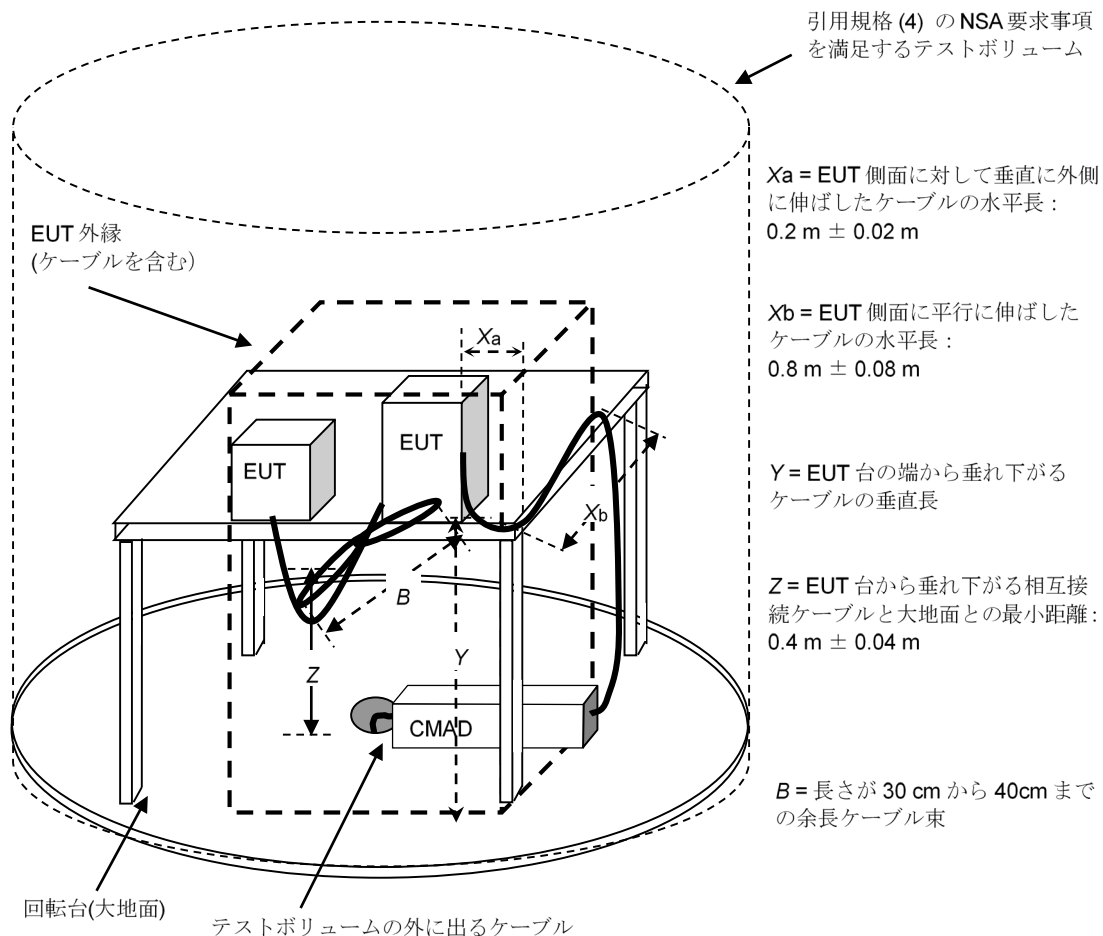


図 16 - 卓上型装置の試験配置

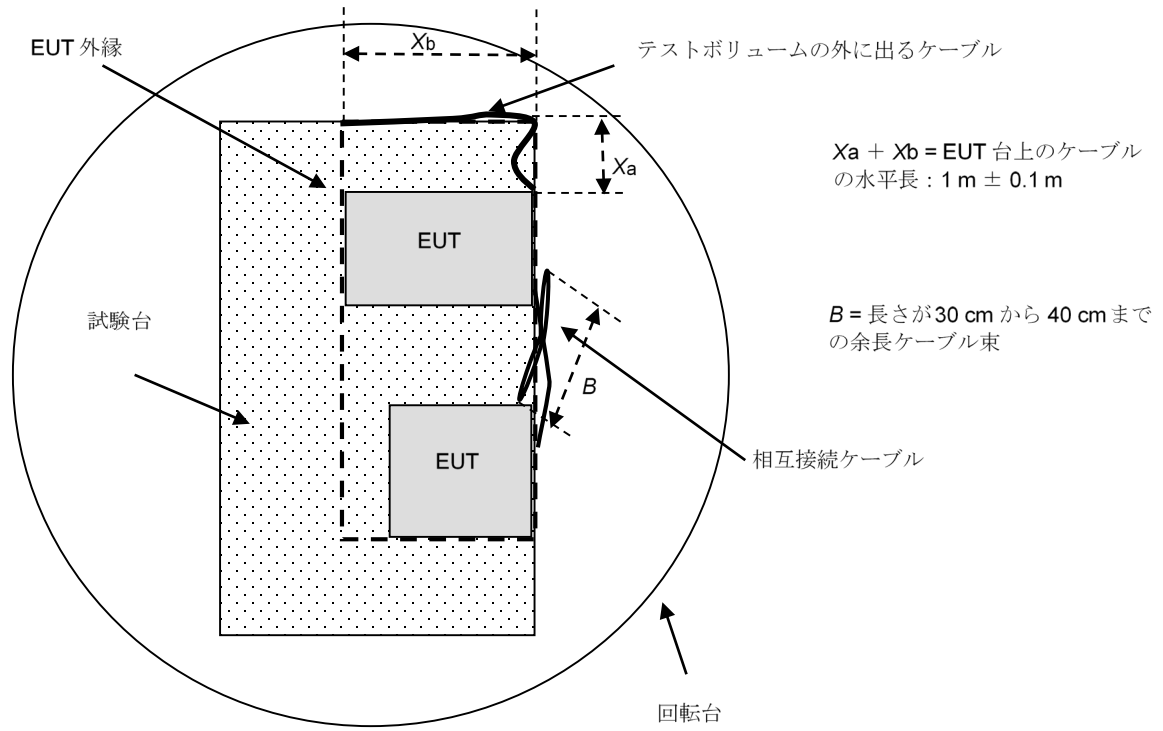
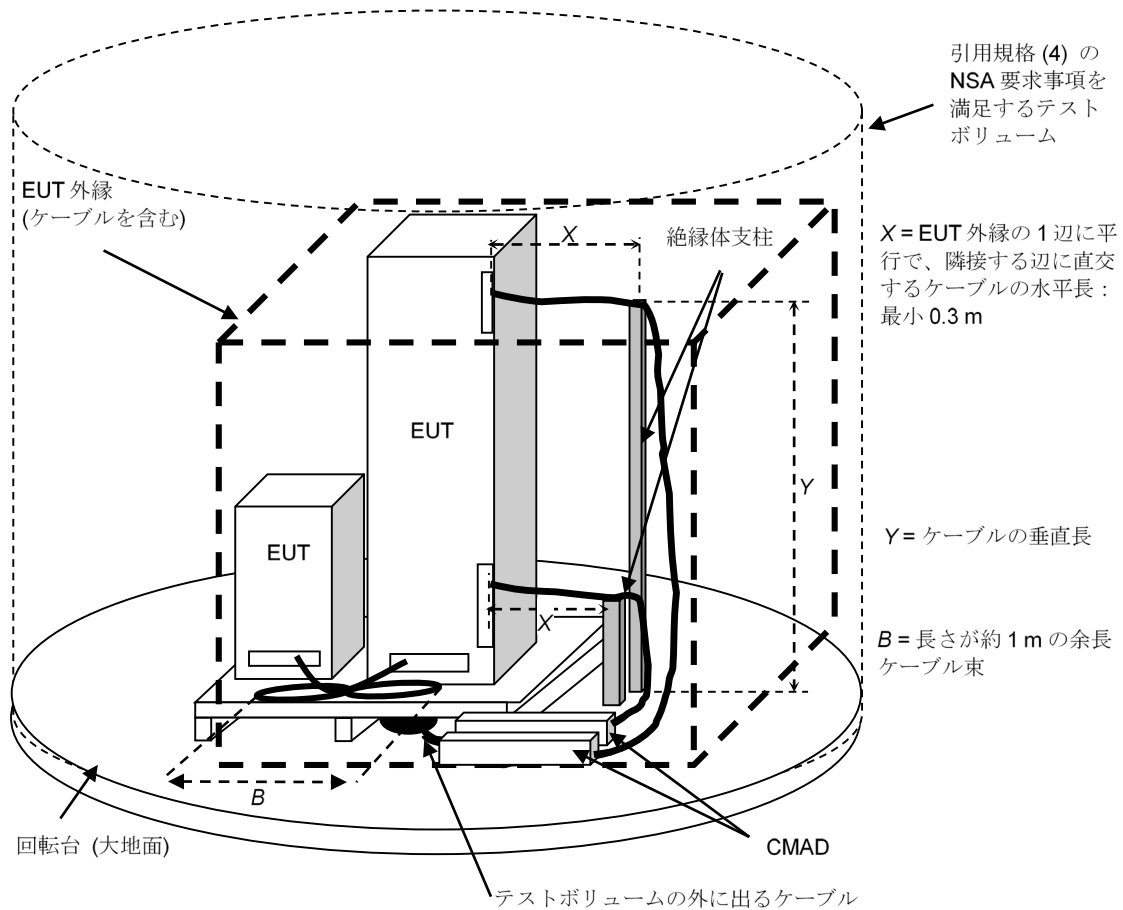
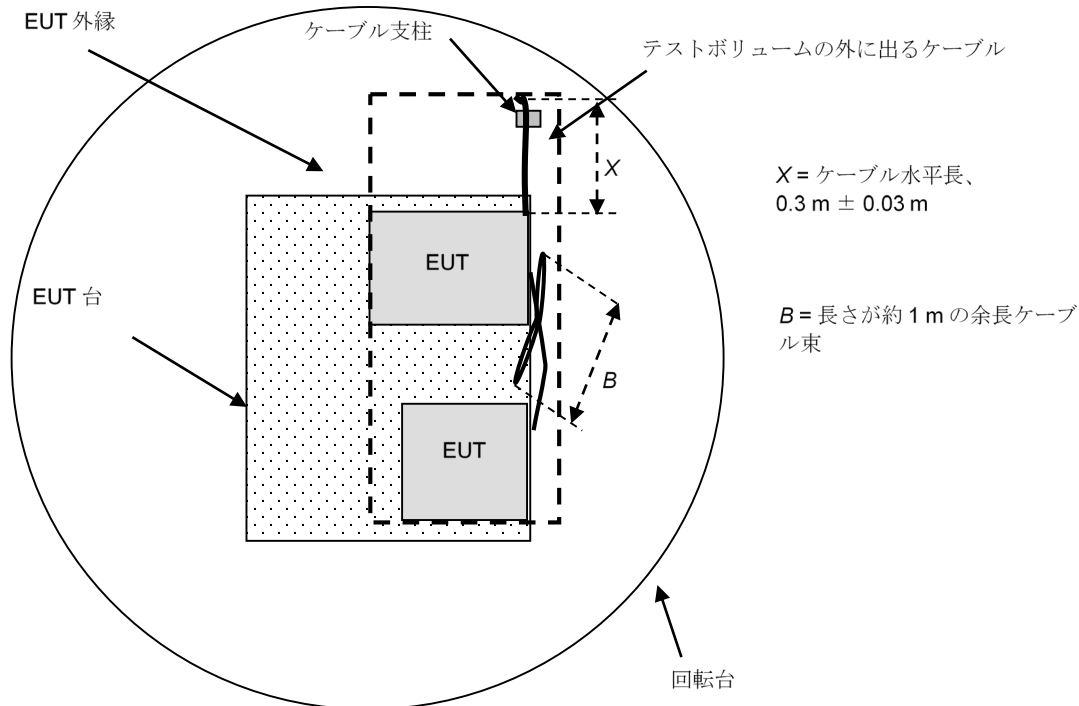


図 17 - 卓上型装置の試験配置、上面図



注) ケーブルは、ケーブル束の長さ制限を超えないように曲げること。

図 18 - 床置型装置の試験配置



注) ケーブルは、ケーブル束の長さ制限を超えないように曲げること。

図 19 - 床置型装置の試験配置、上面図

7.5.5 共通的なエミッション/イミュニティ試験の配置及び測定法に関する測定の不確かさ
 妨害波測定の不確かさに関する一般的かつ基本的な考え方は、引用規格 (6) に記載されている。

7.6 電波全無響室 (FAR) 及び電波吸収体敷設型 OATS 又は SAC における測定 (1 GHz から 18 GHz まで)

7.6.1 測定量

測定する量は、測定距離の位置にある EUT から放射された妨害波の電界強度である。測定結果は、電界強度の単位で表現すること。

規格によっては、1 GHz 以上の放射妨害波許容値を P_{RE} (実効放射電力) の単位 dB(pW) で記載している。自由空間遠方条件では、実効放射電力から 3 m の距離における電界強度 dB(μ V/m) への変換は、次式によって行える。

$$E_{3m} = P_{RE} + 7.4 \quad (11)$$

3 m 以外の距離 d (m) では、次による。

$$E_d = P_{RE} + 7.4 + 20 \lg \left(\frac{3}{d} \right) \quad (12)$$

7.6.2 測定距離

EUT から放射される電界強度の測定距離は、3 m を推奨する。測定距離 d は、EUT の外縁と受信ア

アンテナ基準点の間の水平距離である（図 20 参照）。EUT は、ケーブルラック及び支持設備や長さが少なくとも 30 cm のケーブルを含む EUT の全ての部分を包含する。

例えば次のような状況では、他の距離を適用することもある。

- 周囲雑音が高い場合又は不要な反射の影響を低減する場合には、より短い距離を適用することがある。ただし、測定距離は $D^2 / (2\lambda)$ 以上を確保するよう注意することが望ましい。
- 大きな EUT の場合、EUT がアンテナビーム内に含まれるようにするために、より長い距離を適用することがある。

EUT から発生する妨害信号の主な成分は、信号同士が干渉する（強めあう）ことなく（インコヒーレントな）点波源から放射されると想定されるため、 D は EUT の寸法ではなく、測定アンテナの寸法を用いて上記の最小距離（すなわち $D^2 / (2\lambda)$ ）を表す。

3 m 以外で測定を行う場合、距離は 1 m 以上で、かつ 10 m 以下であること。このような場合、自由空間伝搬を仮定して、測定データを距離 3 m の値に換算すること。異なる距離での測定結果からの換算値は、その距離での測定結果と必ずしも良い相関を持たない。本試験方法を利用する規格又は仕様では、推奨測定距離を明らかにすることが望ましい。

7.6.3 EUT の試験配置と動作条件

一般的な指針として、EUT の試験配置及び動作条件は 1 GHz 以下での測定と同じでなければならない。可能であれば、試験配置は、EUT の最も典型的な構成（例えば、卓上、床置き、ラックマウント、壁掛け等）とする。1 GHz 以上の測定では、一般的にアンテナと EUT 間の床に吸収体が必要であることを考慮して試験配置を決めることが望ましい。可能であれば、1 GHz 以上の妨害波測定において、EUT は吸収体の高さより高く上げることが望ましい。

もし EUT 全体を吸収体の高さ上げることができなければ（例えばラックマウント又は床置きの装置）、なるべく放射源が吸収体より高く置かれるように EUT を（例えば棚又はシャーシ内で）構成することが望ましい。EUT は、引用規格 (4) に記載されているように、試験場の検証で確立されたテストボリュームに配置されなければならない。もし、EUT 又はその放射源を吸収体より高く上げることが困難であるか又は安全でない場合は、EUT のうち吸収体に隠れる部分が 30 cm 以下になるように配置すること（7.6.6.1 項と図 20 参照）。

実際に行った EUT の構成と試験配置を、試験報告書に記録すること。また、試験設備の床又は回転台の表面、床に置いた吸収体（高さや場所）、及び受信アンテナに対する EUT の配置を明らかに示す写真又は図を添付すること。

7.6.4 試験場

試験場は、引用規格 (4) の要求事項を満足すること。

7.6.5 測定機器

測定機器は、引用規格 (2) と引用規格 (4) の要求事項を満足すること。

尖頭値許容値に対する適合性確認のための測定は、引用規格 (2) で規定する帯域幅 1 MHz（インパルス帯域幅）の尖頭値測定用スペクトラムアナライザ又は受信機を用いて行うこと。

平均値許容値に対する適合性確認のための測定は、帯域幅 1 MHz（インパルス帯域幅）の尖頭値測定用スペクトラムアナライザを用い、引用規格 (2) に従ってビデオ帯域幅を狭くして測定を行うこと。平均値測定において必要なビデオ帯域幅は、被測定入力信号の最も低いスペクトル間隔よりも狭めること。

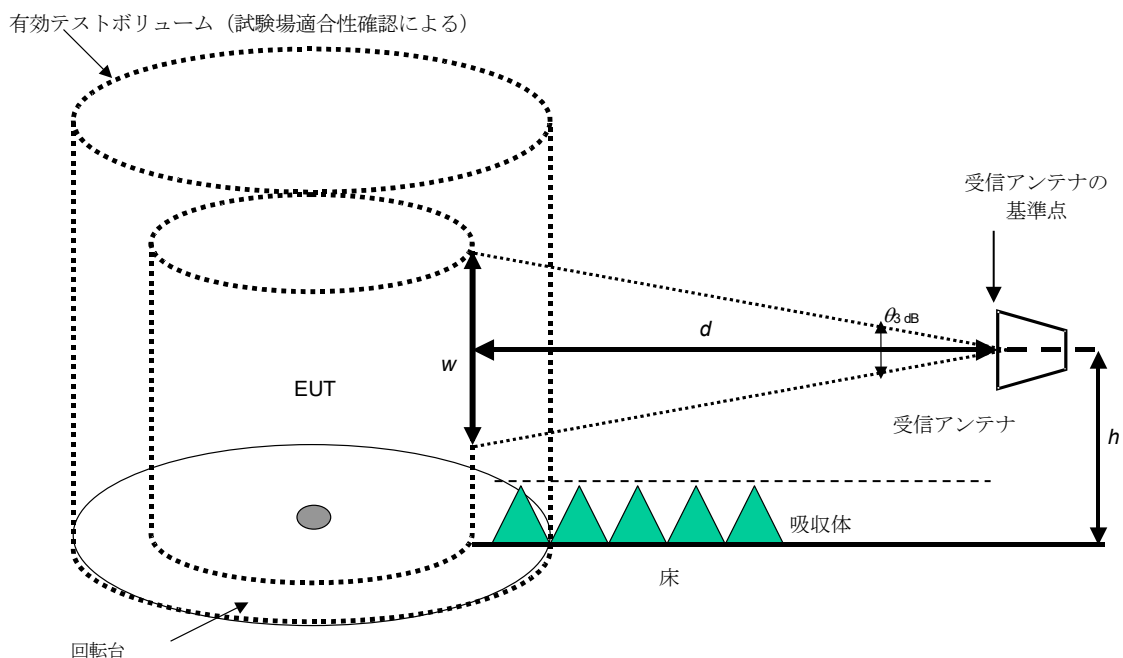
注) 表示モードをリニアに設定し、かつビデオ帯域幅を測定入力のスペクトル間隔よりも狭めることによって、スペクトラムアナライザを平均値測定に使用できる。例えば、入力信号のパルス繰り返し周波数 (PRF) が 1 kHz の場合、ビデオ帯域幅を 1 kHz 以下に設定すれば、入力信号の包絡線の直流成分 (すなわち平均値) だけがビデオフィルタを通る。

これらの条件を満足するならば、他の方式の線形平均値検波器を用いることができる。一般に平均値測定を行う場合、スペクトラムアナライザはリニア表示モードに設定すること (対数表示モードではない)。狭いビデオ帯域幅を使用するため、正確な測定結果を得るには、スペクトラムアナライザの周波数掃引時間を長くする必要がある。許容値が対数検波器を使用することを前提に決められている場合は、対数表示モードの平均値測定が許容される。

7.6.6 測定手順

7.6.6.1 1 GHz 以上の放射妨害波の電界強度測定方法

1 GHz 以上の放射妨害波の測定は、図 20 に示すように EUT から放射された妨害波の電界強度の最大値を測定することを目的とする。



注) グランドプレーンに配置された吸収体は、説明だけを目的としている。試験場の検証要件に準拠するための吸収体の配置に関する詳細なガイダンスについては、引用規格 (4) を参照すること。

図 20 – 1 GHz 以上の測定方法、垂直偏波での受信アンテナ

図 20 で使用しているパラメータと用語の定義を次に示す。

- 有効テストボリューム：試験場の適合性確認試験で有効と判断された EUT ボリューム (引用規格 (4) 参照)。この空間の大きさによって試験できる EUT の最大寸法が決定される。
- EUT (ボリューム)：ケーブルラックと長さが少なくとも 30 cm のケーブルを含み、実際の EUT 全体を包含する最小直径の円筒空間。この円筒空間に配置されている EUT は、その中心を軸として回転できること (一般的に遠隔制御の回転台による)。EUT は有効テストボリューム内に配置さ

れなければならない。EUT が床置きで、かつ吸収体の高さより上に上げられない場合に限り、次に定義する w の内 30 cm までは床の吸収体に隠れてもよい (7.6.3 項参照)。

- $\theta_{3\text{ dB}}$: 対象とする各周波数における受信アンテナの E-面又は H-面の 3 dB ビーム幅のいずれか小さい値。受信アンテナ製造業者のデータを使用してもよい。
- d : 測定距離 (m)。EUT の最大外縁と、受信アンテナの基準点の間の水平距離。
- w : 測定距離 d にある受信アンテナの $\theta_{3\text{ dB}}$ により包含される EUT の最大外縁における鉛直線の長さ。実際のアンテナの特性と測定距離に対応して式 (13) を使って w を計算すること。 w の値は、試験報告書に記載すること。製造業者によって提供された受信アンテナビーム幅の仕様に基づいて計算を行ってもよい。

$$w = 2d \times \tan(0.5 \times \theta_{3\text{ dB}}) \quad (13)$$

w は、少なくとも表 4 に示す値以上であること。

- h : 床から測った受信アンテナの基準点の高さ。

表 4 に許容できる w の最小値 (w_{min}) を示す。この値は、表 4 の示す $\theta_{3\text{ dB (min)}}$ 値と、7.6.2 項で規定した最小測定距離 1 m でのテストに基づき、式 (13) から算出したものである。実際に使用する測定距離 d 及びアンテナ型式は、測定周波数全てにおいて w が表 4 の値以上になるように選択する。表 4 に記載していない周波数に関する最小値 w_{min} は、近接する 2 周波数の間で直線的に補間した値とする。表 5 に、3 種のアンテナについて、1 m、3 m 及び 10 m の測定距離で式 (13) から算出した w 値の例を示す。

EUT を 0 度から 360 度まで回転するとともに受信アンテナを高さ方向に移動することで、最大妨害波を測定できる。図 21 に、二つの典型的な EUT について、鉛直方向の移動範囲を示す。

表 4 – w の最小値 (w_{min})

周波数 GHz	$\theta_{3\text{ dB, min}}$	w_{min} m
1.00	60	1.15
2.00	35	0.63
4.00	35	0.63
6.00	27	0.48
8.00	25	0.44
10.00	25	0.44
12.00	25	0.44
14.00	25	0.44
16.00	5	0.09
18.00	5	0.09

a) 長さ w は、表 4 の最小値以上であること。また、他のアンテナ及び距離を使用してもよいが、式 (13) から計算される w の値は、表 4 の最小値 w よりも大きいこと。

b) 両偏波の測定によって、受信アンテナのそれぞれの高さで、面積 w^2 (m^2) 以上の方形領域から放射される妨害波を測定していることになる。

c) 場合によっては、 w の範囲内に EUT の複数の構成要素を含むことがある。例えば、複合システムでは、多数の装置を同時に試験することとなる。

d) 高さ方向のアンテナ走査は w の値に依存するので、より広いビーム幅のアンテナ及び、より長い測定距離を選択することによって w を大きくすれば、測定効率を上げることができる。

e) 使用したアンテナのパターンとビーム幅は測定結果に影響を及ぼす。アンテナ係数の不確かさに加えて、少なくとも次の二つの要因が測定結果に影響を及ぼす。すなわち、1) アンテナパターンのリップル又は特異な指向

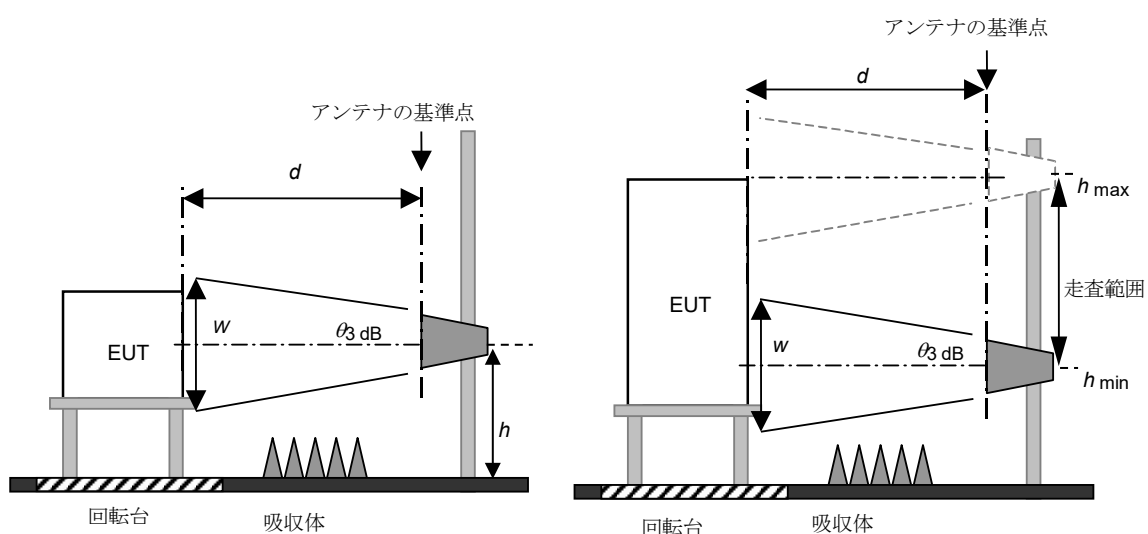
性及び、2) アンテナ毎に異なるビーム幅。これらの要因は、アンテナビーム幅内にある EUT の波源の数に依存して、異なる測定結果を与えることがある。

表 5-3 種のアンテナに関する w の値の例

周波数 GHz	DRG horn				LPDA 又は LPDA-V ^a			
	$\theta_{3\text{ dB}}$ °	$d = 1\text{ m}$	$d = 3\text{ m}$	$d = 10\text{ m}$	$\theta_{3\text{ dB}}$ °	$d = 1\text{ m}$	$d = 3\text{ m}$	$d = 10\text{ m}$
		w m	w m	w m		w m	w m	w m
1.00	60	1.15	3.46	11.55	60	1.15	3.46	11.55
2.00	35	0.63	1.89	6.31	55	1.04	3.12	10.41
4.00	35	0.63	1.89	6.31	55	1.04	3.12	10.41
6.00	27	0.48	1.44	4.80	55	1.04	3.12	10.41
8.00	25	0.44	1.33	4.43	50	0.93	2.80	9.33
10.00	25	0.44	1.33	4.43	50	0.93	2.80	9.33
12.00	25	0.44	1.33	4.43	50	0.93	2.80	9.33
14.00	25	0.44	1.33	4.43	45	0.83	2.49	8.28
16.00	5	0.09	0.26	0.87	40	0.73	2.18	7.28
18.00	5	0.09	0.26	0.87	40	0.73	2.18	7.28

^a LPDA-V: V-type log periodic dipole array. The values shown for $\theta_{3\text{ dB}}$ and w are typical of both the LPDA and LPDA-V. However, these antennas typically have different gains.

^a LPDA-V は、Vスタック形の対数周期ダイポールアレイアンテナ。表の $\theta_{3\text{ dB}}$ 及び w の値は、LPDA 及び LPDA-V 両方に適用できる典型的な値である。しかし、これらのアンテナは、一般的に利得が異なる



a) w が EUT の鉛直方向の最大長を包含する場合

(固定高での測定)

b) w が EUT の鉛直方向の最大長を包含しない場合

(高さ走査が必要)

図 21 - 二つの異なる EUT に関するアンテナ高走査範囲

EUT の鉛直方向の最大長が w 以下の場合、受信アンテナの中心は EUT の中心と同じ高さにするこ
と (図 21 a))。EUT の鉛直方向の最大長が w よりも大きい場合、図 21 b) に示すように、アンテナ
の中心を鉛直に走査すること。走査範囲 h は、1 m から 4 m までである。もし、EUT の鉛直方向の
最大長が 4 m 以下なら、EUT の鉛直方向の最大長を超えて受信アンテナの中心を上げる必要はない。
いずれの場合においても、受信アンテナの固定高さ又は走査した鉛直方向の範囲を試験報告書に記録

すること。

上記によってアンテナ高走査が必要な場合、最大妨害波を得るために、必要な鉛直方向の範囲内の連続的な走査が推奨される。もし段階的に高さを変化する場合は、最大妨害波を捕えられるように、高さの刻み幅を十分に小さくすること。

水平方向の範囲については、EUT が w 内に完全に収まっていなくてもよい。EUT の幅が w より大きい場合、EUT の水平方向の中心を測定軸に置き、EUT を回転させることによって最大電界強度を求めれば、水平方向のアンテナ走査は不要である。ただし、製品規格で規定されている場合は、その限りでない。

7.6.6.2 従来の（非統計的）検波器を使用した測定

7.6.6.2.1 一般的な測定手順

どのような EUT でも、まず事前測定を行い（7.6.6.2.3 項参照）、最大値を示す周波数を検出する。その後、最終測定を行う（7.6.6.2.4 項参照）。双方の測定とも許容値を規定した距離で行うのが望ましい。何らかの理由によって、規定の距離と異なる距離で最終測定を行う場合は、まず規定の距離で測定を行っておけば、測定結果に疑義を生じた時の結果の解釈に有益である。

これらの測定を行う場合、試験に先立って許容値に対して十分な測定感度があるか否かを調べる。もし、総合的な測定感度が不十分な場合は、低雑音増幅器、近距離測定又は高利得アンテナを使ってもよい。近距離測定又は高利得アンテナを利用する場合は、EUT の大きさとビーム幅の関係に注意すること。なお、前置増幅器を使う場合は、測定システムの過負荷レベルについても十分に留意すること。

高レベルの測定対象外の電磁波が混入する状況で、弱いレベルの妨害波を測るときは、測定機器の焼損及び飽和に対する保護が必要である。例えば、帯域通過型、帯域阻止型、低域通過及び高域通過型フィルタの組合せを使うことができる。その場合、測定の周波数におけるそれらのフィルタや他の追加装置の挿入損失を求め、測定の報告書に記載する測定結果の計算に当たっては上記の挿入損失を考慮すること。

注) 非線形効果（過負荷、飽和など）が影響しているかどうかを調べる簡単な方法は、測定機器の入力端（もし、前置増幅器が使用されているならばその入力端）に 10 dB の減衰器を挿入し、（非線形効果を引き起こす可能性がある）高レベルの測定対象外の電磁波が混入した状態で、測定値が 10 dB 減衰することを確認することである。

7.6.6.2.2 条件付き測定手順

EUT の内部最高周波数（3.1.27 参照）が 108 MHz 未満の場合、妨害波は少なくとも 1 GHz まで測定すること。

EUT の内部最高周波数が 108 MHz から 500 MHz の間にある場合、妨害波は少なくとも 2 GHz まで測定すること。

EUT の内部最高周波数が 500 MHz から 1 GHz の間にある場合、妨害波は少なくとも 5 GHz まで測定すること。

EUT の内部最高周波数が 1 GHz を超える場合、妨害波は内部最高周波数の 5 倍、又は許容値が定義されている最高周波数のどちらか低い方まで測定すること。

7.6.6.2.3 事前測定手順

本項の手順は参考例である。規定の測定要求は 7.6.6.2.4 項に記載する。指定の動作モードに対する最大放射妨害波は事前測定中に見つけられるかもしれない。

測定時間を削減するために、最初に尖頭値検波による測定を行い、その測定結果を平均値許容値と比べ

ることを推奨する。尖頭値検波による結果が平均値許容値を超える周波数範囲についてだけ平均値検波による測定を行い、その測定結果を平均値許容値と比較する。

放射妨害波を求める事前測定手順のガイドラインは、次による。

- a) 測定用受信機を尖頭値検波及び最大値保持機能に設定し、アンテナの使用可能周波数全域に亘って、周波数スキャン又は掃引モードを適用する。
- b) 妨害波を確実に捕捉できるように、適切な周波数走査時間又は周波数掃引時間に設定する。
- c) 測定用受信機のノイズフロアを減少させるために、必要ならば、分解能帯域幅を狭めてもよい。この場合、広帯域妨害波の表示レベルが減少することがあるので、妨害波が広帯域か狭帯域かを判定するための追加の調査が必要になることがある。
- d) 連続又は 15° 以下の単位で EUT を水平面内で 360° 回転させて、測定する各周波数での最大妨害波を求める。なお、この測定は両偏波面について行う。
- e) 回転台が連続回転モードの場合、測定用受信機の周波数掃引時間は、回転台が 15° 回転するまでに、選択周波数幅全体を掃引できるように設定する。もし、回転台の回転速度が速く、測定用受信機の掃引完了までに 15° より大きく回転する場合は、より狭い周波数掃引範囲を選択し、測定用受信機の周波数走査時間を短くして、最大 15° までに 1 掃引を完了するように設定する。
- f) 最大妨害波の周波数を求めるために、7.6.6.1 項（及び図 21）によって必要とされる全てのアンテナ高及び EUT の様々な動作条件に対して、上記の方法を適用する。
- g) 上記 a) から d) によって選定された最大妨害波の周波数を更に詳細に決定するために、周波数幅を狭め（一般的に 5 MHz 以下）、アンテナ高及び回転台の刻み幅を狭めて、妨害波レベルが許容値に近い周波数付近を調査すること。一般的に、許容値から約 10 dB の範囲内にある妨害波の全ての周波数について、上記の狭い周波数幅とより細かな回転／アンテナ高の刻み幅による調査が必要になる。

7.6.6.2.4 最終測定手順

事前測定で最大妨害波が確認された構成（アンテナ高、EUT の向き等）で、規定の測定距離における EUT からの妨害波の電界強度を測定する。この最終測定では、事前測定によって明らかになった妨害波が最も高くなる測定条件を用いて行うこと。

この最終測定では、測定用受信機の測定時間を周波数幅によって決まる値以内とし、最大値保持機能を用いて測定値を得ること。この測定時間は、EUT の動作条件及びこの製品特有の動作サイクルを考慮して、各製品又は製品群毎に規定することが望ましい。最終測定は、規定された全ての検波器を使って実施しなければならない。その代わりに、尖頭値検波による測定結果だけで、規定された全ての許容値への適合性を判断してもよい。

もし、事前測定で最大妨害波を発生する EUT の条件（アンテナ高、EUT の方位、動作条件など）を決めることができなければ、測定する個々の周波数に対して次の追加の測定を行わなければならない。

- a) EUT の鉛直最大長が w 以下である場合、受信アンテナの中心を、EUT 中央の高さに取りつけること（図 21 a) 参照）。
- b) EUT の鉛直最大長が w より大きい場合、アンテナ高の走査は、7.6.6.1 項で指定されている走査範囲（上限又は下限まで）に従って実施すること。
- c) 全ての事例で、最大妨害波を見つけるために、EUT を、 0° から 360° まで回転すること。そして、水平及び垂直偏波の両方で測定を実施すること。

要約すると、1 GHz以上の最終測定は、次の規定の測定によって最大妨害波を求めることである。そのうちの幾つかの値は、事前測定によって得られることがある。

1) 回転台の回転によって EUT を水平面内で 0°から 360°回転させること。または、受信アンテナを EUT の全周囲に移動しなければならない。

1° から 15° の間の方角角ステップで事前測定が行われた場合、最終測定は事前測定で見つかった方角角を中心に少なくとも前後のステップ幅内の全角度にわたって、連続的に最大放射位置を探すこと。

2) もし、EUT が鉛直方向で w よりも高ければ、受信アンテナ高を走査すること。

3) 水平及び垂直偏波の両方で測定すること。

7.6.6.3 APD（統計量）機能による測定

7.6.6.3.1 概要

妨害波の振幅確率分布（APD）測定によって測定対象の妨害波の統計的な特性が得られる。APD 測定の利用に関する背景情報は、参考文献 [3] の 4.7 節に説明されている。製品規格が指定すれば、APD 測定を妨害波試験の最終妨害波測定に利用することができる。この APD 測定は、EUT の妨害波電界強度が高い周波数で行うこと。測定すべき周波数の個数と選択方法は、製品規格が指定する。

APD 測定は、次の二つの方法の何れかの方法で行うこと。第 1 の方法では、指定された時間確率 ρ_{limit} に対応する妨害波レベル E_{meas} (dB(μ V/m)) を測定する（方法 1、7.6.6.3.2 項参照）。第 2 の方法では、妨害波レベルが指定された値 E_{limit} (dB(μ V/m)) を超える時間確率 ρ_{meas} を測定する（方法 2、7.6.6.3.3 項参照）。これら二つの APD 測定法の詳細を示すために追加情報と図を付則 D に示す。

製品規格が APD 測定を採用する場合、方法 1 と方法 2 の何れかを選択すること。AD 変換器を含まない APD 測定器は、方法 2 だけを使用すること。AD 変換器を含む APD 測定器は、方法 1 と方法 2 のどちらにも使用できる。

許容値 (E_{limit} と ρ_{limit}) 対の個数とそれらの値は、製品規格が指定する。なお、製品規格は、APD 許容値とともに尖頭値許容値を規定すること。

7.6.6.3.2 方法 1 - 妨害波レベルの測定

この測定は、次の手順によって実行すること。

1) スペクトラムアナライザの RBW と VBW は、引用規格 (2)（周波数 1 GHz 以上の測定）に従って設定する。

2) 妨害波の電界強度が高い周波数を見つける。これには、対象とする周波数幅で最大値保持機能を利用すればよい。この手順を適用する場合は、尖頭値検波で実施すること。

注) 狭帯域妨害波が広帯域妨害波に隠れている場合、最大値保持機能と尖頭値検波を組み合わせると、狭帯域妨害波が見過ごされることがある。したがって、測定すべき狭帯域妨害波の周波数を見つけるには、追加測定が必要になることがある。製品規格によっては、平均値検波器又はデジタルビデオ平均化機能による追加掃引測定を規定することがある。さらに、APD 測定の対象周波数の個数も、製品規格によって指定することがある。

3) APD 測定を実施する周波数を決定する。測定周波数の個数は、製品規格によって指定される。

4) スペクトラムアナライザの中心周波数を、手順 3) で決定された周波数に設定する。

5) スペクトラムアナライザの基準レベルを、手順 2) で得られた最大妨害波レベルより少なくとも 5 dB 上に設定する。

- 6) スペクトラムアナライザをゼロスパンモードに設定し、製品規格によって指定された測定時間中の妨害波の APD を測定する。測定時間は妨害波の発生周期より長いこと。
妨害波の発生周波数変動する場合、製品規格は、APD を測定すべき複数の妨害波の周波数範囲 XX (単位は MHz) を指定する。 XX MHz の範囲において 1 MHz の周波数間隔で APD を測定する。しかしながら、APD 測定値が、APD 許容値 - 6 dB 以上となる周波数では、より狭い周波数間隔 (例えば 0.5 MHz) での追加測定が必要になることがある。このような、狭い周波数間隔は、製品規格によって指定される。
- 7) スペクトラムアナライザの中心周波数を、手順 3) で決定した測定周波数の別の周波数に移す。全ての測定周波数に対する APD 測定を終えるまで手順 4) から 6) を繰り返す。
- 8) 手順 6) の結果から、指定された時間確率 ρ_{limit} に関する妨害波レベル E_{meas} (単位は dB(μ V/m)) を読み取る。
- 9) 妨害波レベル E_{meas} dB(μ V/m) を、許容値 E_{limit} dB(μ V/m) と比較する。全ての測定周波数で E_{meas} が E_{limit} 以下であれば、その EUT は規格に適合していると判断する。

7.6.6.3.3 方法 2 - 時間確率の測定

この測定は、次の手順を用いて実行すること。

方法 2 の手順 1)、2)、3)、4)、5) 及び 7) は、方法 1 (7.6.6.3.2 項) と同じ項番の手順に対応する。

方法 2 は、方法 1 の手順 6)、8)、9) を次のように変更する。

- 6) スペクトラムアナライザをゼロスパンモードに設定し、製品規格によって指定される測定時間中の妨害波の APD を測定する (または、指定されたレベルに関する時間確率 ρ_{meas} を直接測定する)。
- 8) 上記の手順 6) の結果から、妨害波レベルが指定された値 E_{limit} (単位は dB(μ V/m)) を超える時間確率 ρ_{meas} を読み取る。
- 9) ρ_{meas} を許容値 ρ_{limit} と比較する。全ての測定周波数で ρ_{meas} が ρ_{limit} 以下であれば、その EUT は規格に適合していると判断する。

7.6.7 FAR の測定不確かさ

妨害波測定の不確かさに関する一般的かつ基本的な考え方は、引用規格 (6) に示されている。

7.7 設置場所測定 (9 kHz から 18 GHz まで)

7.7.1 設置場所測定の適用及び準備

特定の場所、すなわち電気機器がその近傍の無線受信に干渉を引き起こすことが疑われる場所での干渉問題の調査には、設置場所測定が必要になることがある。関連する製品規格で認められている場合、技術的な理由から標準試験場で放射妨害波測定を行うことが不可能な場合は、適合性の評価のために設置場所測定を行うことができる。設置場所測定の技術的な理由は、標準試験場での測定には EUT の寸法及び／又は重量が大き過ぎること、又は、EUT (を動作させるため) の基盤設備への相互接続が高価過ぎることである。EUT の設置場所測定結果は、通常、試験場所間又は標準試験場で得られた結果とは異なるため、型式試験には使用できない。

注) 一般に設置場所における環境では、導体構造物と測定用アンテナ/EUT 間の相互結合があり、更に周囲の電磁界に多かれ少なかれ影響されるため、設置場所における測定は、引用規格 (4) で規定する適切な試験場 (OATS 又は代替試験場、例えば、SAC) での測定に完全に置き換えることはできない。

対象とする EUT は、通常一つ又はそれ以上の機器及び／又はシステムからなり、設置場所の設備の

一部、又はその設備に接続されている。EUT の最外郭を結ぶ外縁線は、通常、測定距離の基準点となる。製品規格によっては、建物の外壁若しくは商業地区又は工業地域の境界が基準点となる場合がある。

EUT 内の潜在的な妨害波源（例えば、発振器）を考慮に入れて、周囲雑音から分離して測定すべき妨害波の電磁界強度及び周波数を特定するために事前測定をしなければならない。これらの測定には、広い周波数にわたってスペクトル解析ができる測定用受信機を使用することが推奨される。妨害波の周波数及び振幅の特定には、電流プローブを接続ケーブルに取り付けるか又は近傍界プローブ若しくは測定用アンテナを EUT に近接して設置することが推奨される。

測定可能な場所において、選択した複数の周波数で測定を行い、EUT が最大の妨害波電磁界強度を発生する動作条件を決定すること。その後、これらの動作条件で EUT の妨害波測定を行うこと。

EUT が機器の一部であるときは、他の機器の動作から独立して動作状態を切り替えることができないため、最大妨害波を発生する条件に設定することはできないかもしれない。幾つかの装置及び動作モードの状況が、時間に依存し、特に周期的に動作する場合もある。これらの場合、最大妨害波の発生条件になると考えられる周期で観測すること。

選択された周波数のそれぞれについてほぼ同じ測定距離で EUT の周囲で測定を行い、最大の妨害波強度の方向を決定すること。EUT は少なくとも三つの異なる方向で測定されることが望ましい。各周波数での最終的な妨害波強度の測定は局所的（周囲）条件を考慮しつつ、最大の妨害波強度の方向で行わなければならない。この方向は、周波数毎に異なる可能性がある。最大の妨害波電磁界強度は、アンテナを垂直及び水平偏波に配置して測定すること。

7.7.2 周波数範囲 9 kHz から 30 MHz までの設置場所電磁界強度の測定

7.7.2.1 測定方法

妨害波磁界強度は、EUT の妨害波強度が最大になる動作条件で、かつ最大放射方向で測定すること。

引用規格 (4) の 4.3.2 項に規定されたループアンテナを高さ 1 m（地面とアンテナの最下端の間隔）で、かつ規定の測定距離 d_{limit} に設置して、妨害波の水平磁界成分を測定すること。アンテナを回転させて妨害波の最大強度を測定すること。

任意の方向に配置された線路から発生する妨害波の最大電磁界強度の測定では、アンテナを直交する 3 方向に向けることが望ましく、測定電界強度は次式で計算される。

$$E_{\text{sum}} = \sqrt{E_x^2 + E_y^2 + E_z^2}$$

電磁界の磁気成分を測定し、許容値が等価電界強度表示の場合は、磁界強度に自由空間インピーダンス 377Ω を乗算することによって等価電界強度に変換することができる。この場合、磁界強度は次式で与えられる。

$$H_{\text{sum}} = \sqrt{H_x^2 + H_y^2 + H_z^2}$$

この値は、許容値が磁界強度で与えられている場合に使用することができる。アンテナを直交する 3 方向に配向できない場合は、アンテナの向きを手で変えて最大妨害波磁界強度を探索し、測定することができる。

7.7.2.2 規定の距離以外の測定距離

製品規格もしくは共通規格で規定されている距離 d_{limit} に準拠することが不可能な場合は、規定距離

よりも短い又は長い距離において最大放射方向で測定をすること。規定距離を使用できない場合は、規定距離よりも短い又は長い、少なくとも3個の異なった距離で測定しなければならない。

測定結果（デシベル）を対数目盛で表した測定距離の関数として作図する。測定結果をまとめるために1本の線を引く。この線は電磁界強度の減衰特性を表しており、測定距離以外の距離、例えば、規定距離における妨害波強度を決定するために使用することができる。

7.7.3 周波数範囲 30 MHz 以上における設置場所電磁界強度測定

7.7.3.1 測定方法

妨害波電界強度を、妨害波が最大になる EUT の動作条件において、最大放射方向かつ規定の距離で測定すること。広帯域アンテナを用いて、水平及び垂直偏波の最大妨害波電磁界強度を、実行できる限り 1 m から 4 m までの高さで測定し、最大値を求めること。

200 MHz までの周波数範囲ではバイコンカルアンテナを用いて測定し、200 MHz を超える周波数範囲では対数周期ダイポールアレイアンテナを用いて測定することを推奨する。測定用アンテナと付近の金属物体（ケーブルも含む）との距離は、2 m を超えることが望ましい。

7.7.3.2 規定の距離以外の測定距離

規定の測定距離 d_{std} は、製品規格又は共通規格で規定される。もし規定の距離を確保できない場合、7.7.2.2 項に記載するように、異なった測定距離で妨害波電磁界強度を測定すること。各測定ではアンテナを高さ方向に走査すること。規定の距離 d_{std} における妨害波電磁界強度は、電磁界強度の測定値を測定距離の対数値に対して図示して、7.7.2.2 項と同様に決定すること。

様々な距離で測定することが不可能で、距離をビル外壁又は敷地の境界を基準にする場合、測定結果を、式 (14) を用いて規定の距離に換算すること。

$$E_{std} = E_{meas} + 20 n \lg \frac{d_{meas}}{d_{std}} \quad (14)$$

ここで、

E_{std} 妨害波許容値との比較に使用する規定の距離での電界強度値、単位は dB(μV/m)。

E_{meas} 測定距離における電界強度値、単位は dB(μV/m)。

d_{meas} メートル表示の測定距離、単位は m。

d_{std} メートル表示の規定距離、単位は m。

n は、次のように、距離 d_{meas} に依存する。

もし、 $30 \text{ m} \leq d_{meas}$ ならば、 $n = 1$

もし、 $10 \text{ m} \leq d_{meas} < 30 \text{ m}$ ならば、 $n = 0.8$

もし、 $3 \text{ m} \leq d_{meas} < 10 \text{ m}$ ならば、 $n = 0.6$

注) 1 より小さい n は、測定距離と規定の距離の差異を補正している。

3 m より近い測定距離は、使用してはならない。

様々な距離で測定することができず、かつ測定距離の基準がビルの外壁又は敷地の境界でないため式 (14) を使用できない場合、電界強度は、妨害波の実効放射電力を測定することによって決定することが望ましい (7.7.4 項参照)。

7.7.4 置換法による設置場所における妨害波の実効放射電力測定

7.7.4.1 一般測定条件

もし、EUT の妨害波放射を止めることができ、かつ EUT を置換のために移動することができるのであれば、置換法は付帯条件なしに使用することができる。

EUT を移動することができず、かつその前側面が広い平面である場合、置換を行う際にこの平面の影響を考慮しなければならない（式 (14) 参照）。EUT の前側面が測定方向に対して直交する平面でなければ、この前側面による追加の測定不確かさを考慮しなくてもよい。

EUT の妨害波放射を止めることができない場合であっても、測定対象の周波数における EUT の妨害波電界強度よりも、少なくとも 20 dB 高い放射レベルで、近傍周波数において置換法を行うことによって EUT の妨害波の放射電力を測定することができる（“近傍” とは、受信 IF 帯域幅の 1 又は 2 倍の範囲内を意味する）。この場合、使用する周波数は、無線業務に干渉を起こさないように選ぶべきである。

7.7.4.2 周波数範囲 30 MHz から 1000 MHz まで

7.7.4.2.1 測定距離

測定距離 d は、測定が遠方界で行なわれるように選択しなければならない。一般的に次の様な条件下で、この要求事項を満たすことができる。

- 測定距離 d は、 $\lambda / (2\pi)$ より大きく、及び

- $d \geq 2D^2/\lambda$ (15)

ここで、

d は、測定距離、単位は m。

D は、ケーブルを含めた EUT の最大寸法、単位は m。

λ は、波長、単位は m。

または、この条件に関係なく、測定距離 d が 30 m 以上であれば、近似的に遠方界での測定とみなすことができる。遠方界では、式 (14) の指数 n は 1 と仮定できる。ただし、上記の距離より短い距離で測定する場合、7.7.3.2 項の手順を用いて、電界強度が距離に反比例して減衰することが確かめられれば、指数 n は 1 と見なすことができる。もし、周囲の条件から短い測定距離を選定する場合は、この検証結果を示さなくてはならない。

7.7.4.2.2 測定方法

妨害波の実効放射電力は、EUT が最大の妨害波電界強度を発生する動作モードにおいて、最大放射方向で測定すること。測定距離は、7.7.4.2.1 項によって選択すること。選択した周波数における最大妨害波電界強度は、実行可能ならばアンテナの高さを少なくとも 1 m から 4 m までの範囲で変化させて決定すること。

次のステップ a) から g) に従って測定を行うこと。

- EUT は、接続をはずして撤去する。その場所に、半波長ダイポールアンテナ又は類似の放射特性を持つ相対利得 G が既知のアンテナに置き換える。もし EUT を撤去することが現実的にできないならば、約 150 MHz より低い周波数範囲では EUT との相互結合を最小にするために、広帯域ダイポールアンテナ（バイコンカルアンテナを含む）を、それより高い周波数では半波長ダイポールを EUT 近傍に置くこと。近傍とは、EUT から 3 m 以内の範囲である。
- 最大妨害波の周波数で動作する信号発生器によって半波長（または、広帯域）ダイポールに給電すること。

- c) EUT を撤去できる場合、半波長ダイポール（または、広帯域アンテナ）の（EUT の範囲内における）位置及び偏波面は、測定用受信機が最大電界強度を指示する状態に設置すること。EUT を撤去できない場合、可能であれば EUT の電源を切り、EUT の周囲 3 m までの範囲で最大電界強度を指示する状態にアンテナを設置すること。
- d) EUT からの最大妨害波電界強度を測定したときと同一指示値になるように、信号発生器の出力を調節すること。
- e) EUT が前面に大きな平面を持っている（例えば、ケーブル TV 網のビル）ならば、置換アンテナ（半波長ダイポール）は、その大きな平面（例えば、ビル前面の壁）の約 1 m 前に設置すること。その位置は、置換アンテナと測定用アンテナ間の仮想線がビル前面に対して垂直になるように選択すべきである。
- f) 置換アンテナの高さ、偏波面及び置換アンテナ（半波長ダイポール又は広帯域アンテナ）と平面までの距離は、測定用受信機が最大電界強度を示すように調整すること。
- g) 信号発生器の出力は、上述した d) に従って調節すること。

EUT を撤去できる場合及び EUT が撤去できない場合（それぞれステップ a) と c) を参照）、信号発生器の出力 P_g に置換アンテナの相対利得 G を加えると、測定すべき実効放射電力 P_r が得られる。

$$P_r = P_g + G \quad (16)$$

EUT が大きな平面を持っている場合（例えば、電気通信ネットワークビル）、この面の前に置かれたダイポールの利得の増加を考慮して、次式で与えられる。

$$P_r = P_g + G + 4 \text{ dB} \quad (17)$$

ここで

P_r 実効放射電力、単位は dB(pW)。

P_g 信号発生器の出力、単位は dB(pW)。

G 相対利得、単位は dB。

で表される。

妨害波の実効放射電力から規定の測定距離 d_{std} における電界強度を計算することができる。自由空間における電界強度 E_{free} は、次式を用いて計算すること。

$$E_{\text{free}} = 7 \sqrt{P_r} / d_{\text{std}} \quad (18)$$

ここで

E_{free} 自由空間の電界強度、単位は $\mu\text{V}/\text{m}$ 。

P_r 妨害波の実効放射電力、単位は pW。

d_{std} 規定の測定距離、単位は m。

で表される。

もし式 (21)によって計算した自由空間電界強度値を、標準試験場における妨害波電界強度の許容値と比較する場合、金属大地面からの反射によって標準試験場で測定される電界強度は、式 (21)の自由空間値よりも、おおむね 6 dB 高くなることを考慮すること。式 (21)は、この増加を考慮して変更することができる。この場合、基準距離での妨害電界強度 E_{std} は、垂直偏波については次の式を用いて計算することができる。

$$E_{std} = P_r - 20 \lg d_{std} - 22.9 \quad (19)$$

標準試験場では、160 MHz 未満の水平偏波の場合、測定用アンテナの走査高が制限されているため、真の最大電界強度は測定されない。したがって、係数 6 dB は、次の式 (20)によって訂正される。その補正值として、表 6 に幾つかの周波数に対応する計算値を示す。

$$E_{std} = P_r - 20 \lg d_{std} + 16.9 + (6 - c_c) \quad (20)$$

ここで、

E_{std} 基準距離での妨害電界強度、単位は dB(μ V/m)。

f 測定周波数、単位は MHz。

d_{std} 規定の測定距離、単位は m。

c_c 高さ 1 m の放射源を想定して計算した水平偏波の補正係数である。

妨害波電界強度を決めるこの方法は、主に EUT と測定用アンテナ間に障害物がある場合に使用することができる。

表 6 – 周波数による水平偏波の補正係数

f MHz	30	40	50	60	70	90	100	120	140	160	180	200	750	1000
c_c dB	11	10.2	9.3	8.5	7.6	5.9	5.1	3.4	1.7	0	0	0	0	0

7.7.4.3 周波数範囲 1 GHz から 18 GHz まで

7.7.4.3.1 測定距離

測定距離は、測定が遠方界で行われるように選択すること。遠方界条件を満たす範囲は、ダブルリッジ導波管ホーンアンテナ又は対数周期ダイポールアレイアンテナによって、妨害波の受信電力の距離特性を測定することによって判断できる。測定距離が近傍界・遠方界の遷移距離に等しいかそれ以上になる場合、遠方界条件が満たされている。遷移距離は、EUT と遷移点 (図 22 参照) との距離である。測定結果を図に表示し、多くの測定結果を包含するように、5 dB だけ離れた二つの平行直線を引く。遷移点は、直線が交差する点であり、これ以上の距離では 20 dB / decade で放射電力が減衰する。

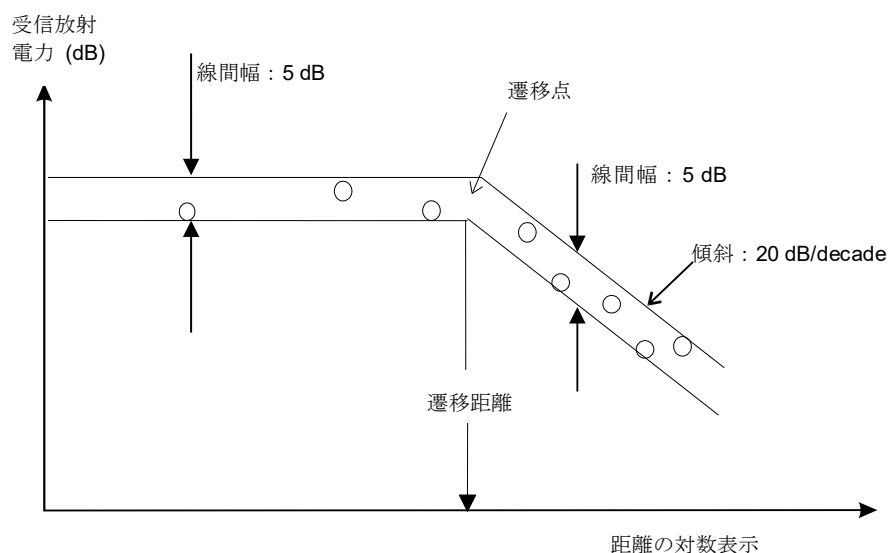


図 22 - 遷移距離の決定

7.7.4.3.2 測定方法

放射妨害波電力は、EUT が最大の妨害波電界強度を発生するような動作モードに設定し、最大の放射方向で測定する。ダブルリッジ導波管ホーン又は対数周期アンテナを用いて最大の放射方向を決定する。測定距離を 7.7.4.2.1 項に従って設定し、選択した周波数で妨害波電界強度を測定する。アンテナの位置をわずかに変化して、測定した電界強度が局所的な最小値（例えば反射によるもの）ではないことを確認する。

次に EUT の電源を切り、EUT のすぐ近くか又は EUT を取り除いた位置に送信アンテナとしてダブルリッジ導波管ホーン又は対数周期アンテナを設置する。妨害波と同一の周波数で動作する信号発生器を用いて送信アンテナに給電する。測定用受信機が最大電界強度を指示するように送信アンテナの方向を調整する。送信アンテナをこの位置に固定した状態で、測定用受信機が EUT から発生した妨害波と同一の電力を受信するように、信号発生器の電力を変化させる。その時の信号発生器の出力 P_g に送信アンテナの相対利得 G を加えると、求めるべき妨害波の実効放射電力 P_r が得られる。

$$P_r = P_g + G \quad (21)$$

ここで

P_r 実効放射電力、単位は dB(pW)。

P_g 信号発生器の出力、単位は dB(pW)。

G 送信アンテナの相対利得、単位は dB。

で表される。

7.7.5 測定結果の記録

測定を繰り返し行う際に動作条件を再現できるようにするために、設置場所試験時の周囲環境及び条件を記録することが望ましい。記録には次項を含むことが望ましい。

- 標準試験場を利用する代わりに設置場所試験を行う理由
- EUT についての説明
- 技術文書

- 測定した場所及び測定点の構成図
- EUT の設置環境及び条件の説明
- 周囲設備と EUT 間の全接続の詳細：それらの位置／構成の詳細及び技術データ
- 動作条件の説明
- 測定機器の詳細
- 測定結果
 - 周波数及びアンテナの偏波
 - 測定値及び妨害波レベル
 - 注) 妨害波レベルとは、規定の測定距離における値である。
 - もし可能ならば、電磁障害の程度についての評価

7.7.6 設置場所試験の測定不確かさ

妨害波測定の不確かさに関する一般的かつ基本的な考え方は、引用規格 (6) に記載されている。

7.8 置換測定 (30 MHz から 18 GHz まで)

7.8.1 概要

置換法は、筐体内部にある配線及び回路系を含めて EUT の筐体から放射される妨害波を測定するためのものである。EUT には、何ら接続端子がないもの又は電源及びその他の外部接続用の一つ又は複数の接続端子を持つものがある。

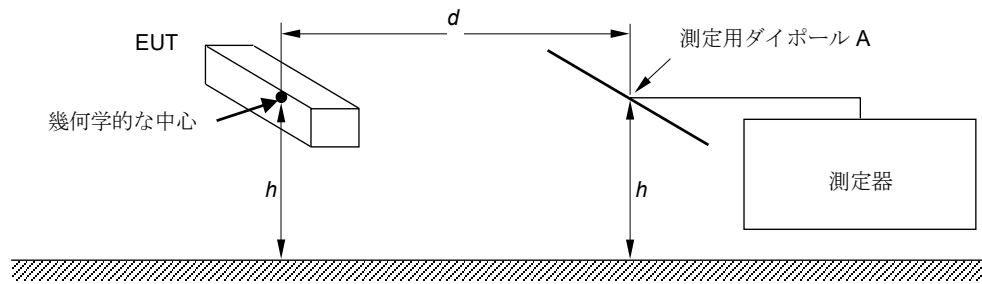
7.8.2 試験場

試験場は平坦な場所であること。屋内の試験場も使用できるが、周囲反射波の変動を低減し、影響を小さくするために、特に高域周波帯では特別の配慮が必要な場合がある（例えば、測定用アンテナに付けるコーナーリフレクタや、EUT の後ろに設置する吸収壁など）。試験場の適合性は次のようにして判断すること。

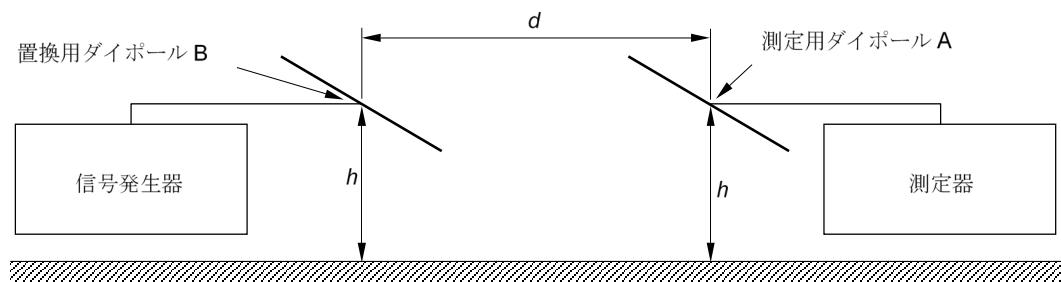
アンテナ A、B に指定される 2 本の半波長ダイポールアンテナ (7.8.3 項参照) を水平かつ、お互いに平行にならべ、床面からの高さ h は 1 m 以上でかつ同じ高さとし、距離 d だけ離して設置すること。ダイポール B は信号発生器に接続し、ダイポール A は測定用受信機の入力端子に接続する。信号発生器は、測定用受信機の指示が最大になるように周波数を同調し、かつ適当な値に出力を調節する。ダイポール B を任意の方向に 100 mm 動かしても測定用受信機の指示が ± 1.5 dB 以上変化しなければ、試験場は、この試験周波数において、測定の目的に合致していると判断できる。この試験を、十分細かい周波数間隔で全ての周波数範囲にわたって繰り返し、試験場が目的とする全ての試験に関して満足な性能を有していることを確かめること。もし EUT に対して垂直偏波の測定も必要ならば (7.8.4 項参照)、試験場の適合性評価試験も 2 本のダイポールを垂直に設置して繰り返すこと。

7.8.3 測定用アンテナ

図 23 の試験用アンテナ A 及び B は、上記のように半波長ダイポールアンテナとする。1 GHz 以下の周波数帯では、置換用アンテナ B をダイポールアンテナとし、このアンテナの最大放射方向を測定用アンテナ A に向ける。アンテナ A もまた、半波長ダイポールにすべきである。このアンテナ A の感度は、試験配置における置換によって相殺される。1 GHz から 18 GHz までの周波数帯には、直線偏波用のホーンアンテナが推奨される。



a) 測定



b) 校正

図 23 - 置換法による測定配置構成 : a) 測定、b) 校正

7.8.4 EUT の構成

EUT は、水平面内で回転できるようにした非導電性の試験台上に載せること。EUT は、ダイポール B のためのセンターとして設定した点と EUT の幾何学的なセンターが同一になるように配置されること (図 23 参照)。もし EUT が複数の装置から構成されているならば、各々の装置を個々に測定すること。取り外し可能な EUT の接続線は、動作に悪影響が無ければ取り外してもよい。取り外すことが出来ない接続線には吸収用フェライトリングを装着し、測定に影響しないように配置すること。遮へいされた EUT では、使用しない全ての接続端子に遮へいされた終端器を接続すること。

7.8.5 測定手順

EUT は 7.8.4 項に従って準備し、水平偏波の測定用ダイポール A は試験場の適合性を確認したときと同じ場所に設置すること。ダイポールは、その中心と EUT の中心を通る鉛直平面に垂直におくこと。まず、EUT を通常の使用状態の配置で測定し、次に 90° 倒して通常は垂直面になる面を下にして測定する。この各々の配置で、EUT を水平面内で 360° 回転し、最大指示値 Y をこの EUT の特性値とすること。

測定システムの校正は、EUT を半波長ダイポール B で置き換えて行う。この置換用ダイポール B は、その中心を既に測定した EUT の幾何学的中心と同じ位置に配置し、測定用アンテナ A に平行に向け、更に信号発生器に接続すること。個々の周波数において、EUT 筐体からの放射妨害波電力は、測定用受信機の指示値が既に記録された EUT の最大指示値 Y に等しくなるように信号発生器を調節したときの半波長ダイポール B の端子に加わる電力で定義される。

測定を水平及び垂直偏波に対して行う場合は、その二つの偏波の各々に対して上記の測定系の校正を

行わなければならない。

7.8.6 置換法の測定不確かさ

妨害波測定の不確かさに関する一般的かつ基本的な考え方は、引用規格 (6) に記載されている。

7.9 反射箱による測定 (80 MHz から 18 GHz まで)

放射妨害波測定は、参考文献 [8] に規定されている方法によって反射箱で実施することができる。代替試験法を使用するための条件は、引用規格 (8) に記載されている。妨害波測定の不確かさに関する一般的かつ基本的な考え方は、引用規格 (6) に記載されている。

7.10 TEM 導波管による測定 (30 MHz から 18 GHz まで)

放射妨害波測定は、引用規格 (11) に規定されている方法によって TEM 導波管で実施することができる。代替試験法を使用するための条件は、引用規格 (8) に記載されている。妨害波測定の不確かさに関する一般的かつ基本的な考え方は、引用規格 (6) に記載されている。

8 妨害波の自動測定

8.1 自動測定における注意事項

自動化によって EMI 測定を繰り返す単調な仕事の多くが解消される。すなわち測定者による測定値の読み違いや記録の間違ひは、最小限とすることができる。しかし、データ収集にコンピュータを使用すると、測定者が気づくかもしれない新しいエラーを含んでしまう可能性がある。すなわち、状況によっては、自動測定の方が収集された測定データの不確かさが熟練した測定者による手動測定より大きくなる可能性がある。基本的には、手動でも自動でも妨害波測定の精度には差はない。なぜなら、いずれの測定も、不確かさは試験に用いる測定装置の精度に依存する。しかし実際の測定環境が自動測定のソフトウェアが想定したものと異なる場合には、問題が生じる可能性がある。

例えば、自動測定において、EUT の妨害波の周波数が高レベルの周囲雑音に隣接していると、正確に測定されない場合がある。しかし、熟練した測定者は、実際の妨害波と周囲雑音を区別でき、状況に応じた EUT の妨害波測定が可能になる。しかし、実際の妨害波を測定する前に、EUT の電源を切って OATS の周囲雑音を記録すれば、貴重な試験時間を節約することができる。その場合、適切な信号認識アルゴリズムを適用することによって、特定の周波数に周囲雑音が存在する可能性があることを、測定者に警告できる。EUT の妨害波がゆっくり変化する場合、断続が低い繰り返し周波数の場合又は過渡的な周囲雑音（例えば、アーク溶接の過渡的な雑音）が発生する可能性のある場合には、測定者が関与することが望ましい。

8.2 一般測定手順

妨害波の最大値を測定する前に、妨害波測定用受信機を用いて妨害波信号を探索する必要がある。測定対象の全周波数範囲において、準尖頭値検波器を用いて妨害波の最大値を探索すると、試験時間が極端に長くなる (6.6.2 項参照)。アンテナ高走査など時間のかかる測定手順は、全ての周波数には必要ない。そのような測定手順は、妨害波の尖頭値振幅が妨害波許容値を超えるかその付近である周波数だけに適用することが望ましい。したがって、振幅が許容値に近いか又はそれを超えている周波数の妨害波について最大値を測定すること。

図 24 に示されている一般的な測定手順によって測定時間が短縮できる。

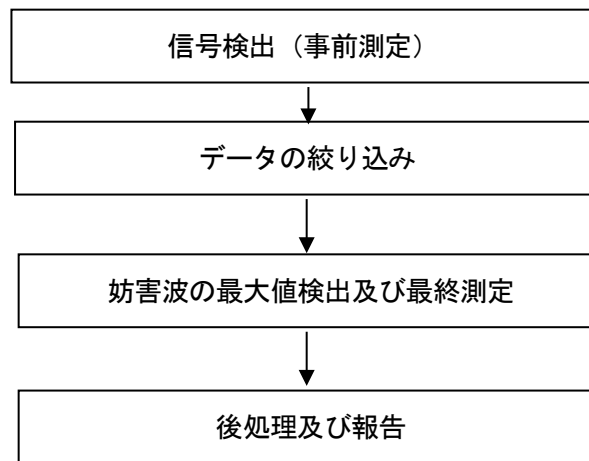


図 24 – 測定時間を短縮する処理

8.3 事前測定

8.3.1 概要

妨害波測定における事前測定は、次の複数の目的のために実施する。その主目的は、これ以後の試験又は走査に必要なパラメータを決めるための最小限の情報を集めることである。したがって、事前測定では、試験システムに最低限の制約及び要求事項しか課さない。この測定手順は、妨害波スペクトルがほとんど未知の新製品を試験するのに用いる。すなわち、事前測定は、対象となる周波数範囲のどこに妨害波の信号があるかを調べるために用いるデータ収集作業である。この測定の目的によっては、例えば、その後の OATS における測定のための周波数精度の向上及び振幅比較によるデータの絞り込みばかりでなく、アンテナ昇降及び回転台の回転が必要になる場合がある。これらの要因によって事前測定を実施する際の測定順序が定まる。いずれの場合も、結果はそれ以後の作業に必要な妨害波情報として記録する。

事前測定において、EUT の未知の妨害波スペクトルに関する情報を短時間に得るには、周波数走査について 6.6 節を考慮すること。

8.3.2 必要測定時間の決定

EUT の妨害波スペクトル及び特に最大パルス繰り返し周期 T_p が未知の場合、測定時間 T_m が T_p 以上であることを保証できるように、 T_p を調べなければならない。EUT からの妨害波の断続的な特性が、妨害波スペクトルの尖頭値に特に影響する。最初にどの周波数で妨害波の振幅が不安定になるかを調べるとよい。これは測定器又はソフトウェアの最大保持機能による測定値と、最小保持若しくは消去／書込み機能による測定値との比較を用いて、妨害波を 15 秒間観測することによって行うことができる。この間、測定系の設定は一切変更しないこと（例えば、放射妨害波の場合、回転台又はアンテナを動かさない）。最大保持結果と最小保持結果の差が、例えば、2 dB を超える妨害波は、断続的妨害波と見なす（背景雑音を断続的妨害波としないよう注意することが望ましい）。

放射妨害波の場合、断続的な尖頭値が背景雑音レベルより低いために検出することができない場合があるため、アンテナの偏波を変えて測定し直すこと。各断続的妨害波のパルス繰り返し周期 T_p は、測定用受信機をゼロスパンに設定するか又は IF 出力に接続したオシロスコープを用いることによって測定することができる。また、測定時間を最大保持値と消去／書込み表示値の差が、例えば、2 dB 未満になるまで長くすることによって、適切な測定時間も求められる。この後の測定の間（最大値検出及び

最終測定)、測定すべき周波数について、測定時間 T_m が適用すべきパルス繰り返し周期 T_p 以上であることが保証されなければならない。

8.3.3 異なる種類の測定に対する事前測定の要求

測定の種類に応じた事前測定の定義を次に示す方法で決定する。

- 周波数範囲 9 kHz から 30 MHz まで、例えば参考文献 [1] のように測定用受信機が妨害波スペクトルを走査している間、最大の電磁界強度を検出するために、ループアンテナと EUT の両方を回転させること。周波数範囲 30 MHz から 1000 MHz まで、測定用アンテナは、測定距離、周波数範囲及び偏波に応じて、表 7 に示す固定の高さにあらかじめ設定してもよい。事前測定は、EUT のいろいろな方位で行わなければならない。この測定結果は、最終的な最大値測定における放射妨害波振幅の基準となる。最大値を示すアンテナ高、偏波及び EUT の方位を詳細に決定することが必要な場合、適用すべき規格を用いて適切な最大値検出手順を決めるべきである。
- 1 GHz 以上の周波数範囲では、妨害波スペクトルを測定している間、測定用アンテナは水平及び垂直偏波に設定し、EUT を回転して最大電界強度を検出する必要がある。詳細については、7.6.6.1 項を参照。

表 7 - 周波数範囲 30 MHz から 1000 MHz までにおける
妨害波スペクトル測定用アンテナの推奨高 (事前測定)

測定距離 m	偏波	周波数範囲 MHz	周波数範囲毎のアンテナの推奨高 m
3	水平	30 ~ 100 100 ~ 250 250 ~ 1000	2.5 1 及び 2 1 及び 1.5
	垂直	30 ~ 100 100 ~ 250 250 ~ 1000	1 1 及び 2 1、1.5 及び 2
10	水平	30 ~ 100 100 ~ 200 200 ~ 400 400 ~ 1000	4 2.5 及び 4 1.5、2.5 及び 4 1、1.5 及び 2.5
	垂直	30 ~ 200 200 ~ 300 300 ~ 600 600 ~ 1000	1 1 及び 3.5 1、2 及び 3.5 1、1.5、2 及び 3.5
30	水平	30 ~ 300 300 ~ 500 500 ~ 1000	4 2.5 及び 4 1.5、2.5 及び 4
	垂直	30 ~ 500 500 ~ 800 800 ~ 1000	1 1 及び 3.5 1、2.5 及び 3.5

注 1) アンテナ推奨高は、妨害源の位相中心高が 0.8 m ~ 2.0 m にある場合、誤差が 3 dB (事前測定だけで許容される) 以内になる高さである。位相中心の高さの範囲が狭められれば、受信アンテナ高の個数を減じてもよい。放射指向性が複雑になる場合、例えば、高い周波数範囲では、更に多くのアンテナ高が必要になる場合がある。

注 2) 通信装置など非常に大形の EUT については、受信アンテナを、そのビーム幅に依存して数箇所の垂直及び水平位置に置く必要がある場合がある。

8.4 測定データの絞り込み

一連の測定における第二手順として、全体の測定時間を短縮するために、事前測定で収集した測定ポイントを絞り込む作業を行う。例えば、全体の測定スペクトルからの有意な成分の選び出しや、EUT からの妨害波と周囲雑音や周辺装置の影響との判別、測定値と許容値との比較又は別途定められた取り

決めに基づく測定データの絞り込みなどを行う。データ絞り込みのその他の例として、異なる検波器を用いて許容値に対する振幅の比較を順番に行う方法が引用規格 (5) の付則 C のフローチャートに示されている。データの絞り込みはソフトウェアツールで自動的に行ってもよいし、測定者によって手動で行ってもよい。この作業は自動測定から独立して区分する必要はなく、事前測定の一部とみなしてもよい。

ある特定の周波数範囲、特に FM 帯域では、音声による周囲雑音との判別法が非常に有効である。そのためには信号を復調して変調信号を聞き取れるようにする必要がある。事前測定の出力リストに多数の変調信号と思われるものが含まれ、音声による判別が必要な場合、かなり時間のかかる作業となる。しかし、あらかじめ聴取すべき周波数帯がわかっている場合は、その帯域内の信号についてだけ聴取を行えばよい。本作業で絞り込まれた測定結果は、以後において測定すべき候補リストとなる。

8.5 妨害波の最大値検出と最終測定

最終測定では、次の方法によって妨害波の最大値検出を図り、その値を決定する。

最大値検出の後、妨害波の振幅は、適切な時間で準尖頭値検波及び／又は平均値検波を用いて測定する。ただし、測定値が許容値付近で変動する場合、少なくとも 15 秒間は観測する。

放射妨害波測定には、妨害波を最大振幅とするための最大値検出手順として、次のような種類がある。

- 周波数範囲 9 kHz から 30 MHz まで
EUT の向き及びループアンテナの向きを変えることによる指示値の最大値検出（例えば、参考文献 [1] の試験）
- 周波数範囲 30 MHz から 1000 MHz まで
EUT の向き、測定用アンテナの高さ及び偏波面を変えることによる指示値の最大値検出
- 周波数範囲 1 GHz 以上
測定用アンテナの偏波及び EUT の向きを変えることによる指示値の最大化。さらに、EUT のアンテナ対向面がアンテナビームより広い場合には、アンテナを対向面に沿って移動させることによる指示値の最大値検出

最大化の作業を実際に実行する前に、EUT の試験配置に関する最悪の場合を求め、最大の妨害波振幅を確実に検出しなければならない。最大の妨害波を生じさせる EUT 及びケーブルの配置を見つける作業は、主として手作業で行う。ここでは、ケーブル及び機器の配置の変化による振幅変化を観測可能にするために、妨害波スペクトルを図示できる最大値保持機能付きの周波数走査型測定用受信機を用いて行う。最悪の場合となる EUT の動作モード及び試験配置を決定した後に、自動化した妨害波の最終測定を開始すべきである。

測定すべき放射妨害波について、EUT の回転、アンテナ高の掃引、アンテナ偏波の変更などによって妨害波の最大化を図る必要がある。この時間のかかる探索作業には自動化が有効であるが、様々な探索アルゴリズムがあり、結果が異なる場合がある。EUT の放射特性があらかじめ分かっている場合、その情報に基づくアンテナ高及び回転台方位の範囲で最大振幅を探索することが望ましい。例えば筐体の開口部などによって EUT の水平面内の指向性が強い場合、回転台を連続的に回転しながら測定用受信機で妨害波を測定すべきである。もし回転台を段階的に動かす場合、回転刻み角度が大きすぎると最大の振幅を検出できなくなり、強い放射を見落とすことがある。スペクトラムアナライザの周波数走査時間は、実効的に最大値を測定できるように回転台を 15 度回転する時間より短くすることが望ましい。

一つの探索方法として次のようなものがある。まず、測定用アンテナ高を固定し、EUT 回転台を 360° 回転させて妨害波が最大振幅になる方位を見つける。次に、アンテナ偏波を変更した後（例えば、水平から垂直へ）、回転台を逆方向に 360° 回転させる。この間、測定用受信機によって測定データを連続的にとることで、2 回目の回転の完了時点で、回転台角度及びアンテナ偏波を変化させた時の最大振幅が決まる。さらにここで、アンテナ偏波と回転台角度を最悪の場合に設定して、アンテナ高を規定の範囲内で変化させ、最大振幅を見つける。その後、アンテナを妨害波が最大になる高さに戻して、準尖頭値検波器の測定用受信機で妨害波レベルを記録するか又は、更に回転台を少しずつ回転させ、かつアンテナ高を少しずつ変化させながら、この周波数における妨害波の最大振幅を高精度に探索してもよい。いずれの方法においても、EUT の最大妨害波を最短時間でを見つけるための最適な探索方法をソフトウェアで設定するには、妨害波の放射パターンをある程度知っておくことが重要である。なぜなら、放射パターンが最大を示す方向から離れると、妨害波レベルが急激に変化するため、試験結果が大きく変動するためである。

注) 最終測定は、FFT ベースの測定機器を用いて複数の周波数を同時に測定してもよい。

8.6 後処理と報告書の作成

最後の作業は、報告書に関するものである。測定結果の処理に必要な分類や比較を自動的又は対話的に処理できるソフトウェアがあれば、必要な報告書や文書を作成する上で有益である。この場合、測定結果に補正を施した後に得られる尖頭値、準尖頭値や平均値を用いて測定結果の処理を行うのがよい。これらの一連の処理結果を個別の出力リストか統合した一つのリストにまとめれば、文書化や更なる処理に利用できる。

試験報告書には測定結果を図表形式で示すこと。さらに、使用した測定装置を含む測定システム自体の情報、測定機器及び製品規格の要求に従う EUT の試験配置に関する文書なども試験報告書に含めるのがよい。

8.7 FFT ベースの測定機器を用いた妨害波測定法

FFT ベースの測定機器は実装にもよるが、同調型電圧計よりかなり高速に重み付けをした測定が可能である。したがって、測定周波数帯域にわたり重み付けした測定は、8.2 節に記載のスーパーヘテロダイン受信機による事前測定と最終測定より早く測定できるかもしれない。

付則 **A**

(情報)

削除（周囲妨害波の存在下での妨害波の測定）

付則 B (情報)

スペクトラムアナライザ及び周波数走査型測定用受信機の使用

B.1 概要

スペクトラムアナライザと周波数走査型測定用受信機を用いる場合には、次の特性を考慮するのがよい。第 6 章に追加の情報を示す。

B.2 過負荷

ほとんどのスペクトラムアナライザは 2000 MHz までの周波数範囲に RF プリセクタを内蔵していない。すなわち、入力信号は直接広帯域ミキサに加わる。過負荷を避け、損傷を防ぎ、スペクトラムアナライザを線形領域で使用するためには、ミキサでの入力信号振幅の一般的な値としては 150 mV (尖頭値) 以下とするのがよい。このレベルまで入力信号を減ずるために、RF 減衰器又は外付けの RF プリセクタが必要になる場合がある。

B.3 線形性の確認

線形性は、次のようにして測定できる。評価しようとする対象信号のレベルを測り、次に、測定器の入力端又は前置増幅器を使用している場合は、その前に X dB 減衰器 ($X \geq 6$ dB) を挿入した後、このレベルを測定する。測定器表示部の新しい指示値が、最初の指示値から X dB \pm 0.5 dB 低下すれば、測定システムは線形であると判断できる。

B.4 選択度

スペクトラムアナライザ及び周波数走査型測定用受信機は、広帯域及びインパルス信号及び規定の帯域幅内に幾つかのスペクトル成分を持つ狭帯域妨害波を正確に測定するために、その帯域幅は引用規格 (2) の規定を満足していること。

B.5 パルスに対する正常な応答

準尖頭値検波器を持つスペクトラムアナライザ と周波数走査型測定用受信機の応答は、引用規格 (2) に規定している校正試験パルスを用いて、その性能を確認することができる。校正試験パルスは通常大きな尖頭値電圧を持つので、線形性の要求を満たすためには 40 dB 又はそれ以上の RF 減衰器を必要とする。この減衰器の挿入によって感度が低下し、バンド B、C、D における低い繰り返し周波数や孤立した校正試験パルスに対する測定が不可能になる。ただし、測定器の前にプリセクタを用いることによって RF 減衰器の減衰量を小さくすることができる。なお、このフィルタはミキサに入力する校正試験パルスのスペクトル幅を制限する。

B.6 尖頭値検波

スペクトラムアナライザの通常の (尖頭値) 検波モードは、原理的に、準尖頭値の指示値より小さい値を示すことはない。妨害波測定において尖頭値検波を用いれば、準尖頭値検波より速い周波数走査が可能になるので便利である。ただし、尖頭値検波器によって得られる妨害波レベルが許容値に近い場合は、準尖頭値検波を用いて再測定し、記録する必要がある。

B.7 周波数走査速度

スペクトラムアナライザ及び周波数走査型測定用受信機の周波数走査速度は、周波数バンド及び検波

モードに対して、設定することが望ましい。周波数当たりの最小周波数掃引時間を次の表に示す。

バンド	尖頭値検波	準尖頭値検波
A	100 ms / kHz	20 s / kHz
B	100 ms / MHz	200 s / MHz
C 及び D	1 ms / MHz	20 s / MHz

スペクトラムアナライザ及び周波数走査型測定用受信機を固定周波数において非走査モードで使用する場合は、表示周波数掃引時間は検波モードとは無関係に設定でき、観測すべき妨害波の特性によって選択することができる。妨害波レベルが安定していない場合には、その最大値を決定するために、測定器の指示値を少なくとも 15 秒観測するのがよい。(6.5.1 項参照)

B.8 妨害波の捕捉

尖頭値検波と、用意されているのであれば最大値保持機能を用いて、間欠的妨害波のスペクトラムを求めることができる。1 回の遅い周波数走査から複数回の速い周波数走査によって妨害波を捕捉するための時間を短くすることができる場合もある。妨害波との同期によってスペクトルが隠れてしまうのを防ぐため、走査開始時間を変化させる必要がある。ある周波数範囲における全観測時間は、妨害波発生間隔より長くするのがよい。測定する妨害波の種類によっては、必要とする準尖頭値検波測定の一部又は全部を尖頭値検波による測定で代行できる。その後、妨害波の極大値が得られた周波数において、準尖頭値検波を用いて再測定を行うのがよい。

B.9 平均値検波

スペクトラムアナライザの平均値検波に対応する表示値は、表示される信号がそれ以上滑らかにならないところまでビデオ帯域幅を狭めることによって得られる。ビデオ帯域幅を狭くするのに応じて、振幅確度を維持するために周波数掃引時間を十分に長くすることが望ましい。そのような測定においては、測定器を線形検波モードで使用する。線形検波した後、その信号レベルを対数に変換して表示すること。その場合、その値は線形検波された信号の対数値であるが、それは正しい値である。

対数振幅検波モードは、例えば狭帯域信号と広帯域信号をより簡単に区別するためなどに用いるとよい。表示される値は、IF 信号の包絡線を対数的に圧縮したものの平均値である。それは線形検波モードに比べて、広帯域信号に対しては大きな減衰を与えるが、狭帯域信号の表示値に関しては余り影響を与えない。したがって、対数振幅検波モードにおけるビデオフィルタの利用は、広帯域/狭帯域の両方の成分を含むスペクトルの中から、狭帯域成分を推定するのに特に有用である。

B.10 感度

感度はスペクトラムアナライザの前段に低雑音の RF 前置増幅器を用いることによって向上させることができる。増幅器の入力信号レベルは、被試験信号に対してシステム全体の線形性を確保するために減衰器を用いて調節することが望ましい。

システムの線形性を確保するために、大きな RF 減衰量を必要とする極端に広帯域な妨害波に対しては、スペクトラムアナライザの前段に RF プリセクタを接続することによって、感度を向上させることができる。このフィルタは広帯域な妨害波の尖頭値振幅を減少させ、より小さな RF 減衰器を用いることができるようになる。そのようなフィルタは、強力な帯域外信号や、それらによって生じる相互変調積を除去又は減衰させるためにも必要である。フィルタを用いる時は、広い周波数帯域にわたってフィルタの校正を実施することが望ましい。

B.11 振幅の精度

スペクトラムアナライザ及び周波数走査型測定用受信機の振幅の精度は、信号発生器、パワーメータ、精密な減衰器を用いて確認してもよい。性能確認試験における不確かさを評価するためには、これらの装置とケーブルの特性及び不整合損失を解析しなければならない。

付則 C (情報)

平均値検波器を使用する場合の走査速度と測定時間

C.1 概要

本付則は、インパルス妨害波を平均値検波器で測定する時の走査速度と測定時間の選択に関する指針を示している。

平均値検波器は次の特徴を有している。

- a) インパルス妨害波を抑制し、測定すべき妨害波の連続波 (CW) 成分を強調する。
- b) 振幅変調信号 (AM) の搬送波レベルを測定するために、振幅変調 (AM) 成分を抑制する。
- c) 断続的で、不安定又はゆっくり変化する狭帯域妨害波に対しては、規定の指示計時定数を用いることにより、重み付けされた尖頭値を示す。

9 kHz から 1 GHz の周波数帯域における平均値検波測定器の定義は、引用規格 (2) の第 6 章に記載する。

適切なビデオ帯域幅とそれに対応する周波数走査速度又は測定時間を選択するために、次項以降の内容を考慮すべきである。

C.2 妨害波の抑制

C.2.1 インパルス妨害波の抑制

インパルス妨害波のパルス幅 T_p は、多くの場合、IF 帯域幅 B_{res} を用いて、 $T_p = 1 / B_{res}$ で表される。このような妨害波をビデオフィルタで抑制する場合、抑制係数 a は、IF 帯域幅とビデオ帯域幅 B_{video} の比で表され、 $a = 20 \lg (B_{res} / B_{video})$ となる。帯域幅 B_{video} は包絡線検波器の後の低域通過フィルタの帯域幅によって決定される。 T_p より長いパルスに対しては、抑制係数は a より小さくなると思われる。最短の周波数走査時間 $T_{s \min}$ (及び最大の周波数走査速度 $R_{s \max}$) は次式により求められる。

$$T_{s \min} = (k \times \Delta f) / (B_{res} \times B_{video}) \quad (C.1)$$

$$R_{s \max} = \Delta f / T_{s \min} = (B_{res} \times B_{video}) / k \quad (C.2)$$

ここに、

Δf 周波数幅

k 測定用受信機に依存する比例定数

周波数走査時間が長い場合、 k は係数 1 に非常に近づく。100 Hz のビデオ帯域幅が選択された時、表 C.1 に示す最大周波数走査速度とパルス抑制係数が得られる。

表 C.1 - ビデオ帯域幅 100 Hz に関するパルス抑制係数と周波数走査速度

	バンド A	バンド B	バンド C 及び D
周波数範囲	9 kHz ~ 150 kHz	150 kHz ~ 30 MHz	30 MHz ~ 1000 MHz
中間周波帯域幅 B_{res}	200 Hz	9 kHz	120 kHz
ビデオ帯域幅 B_{video}	100 Hz	100 Hz	100 Hz
最大周波数走査速度	17.4 kHz/s	0.9 MHz/s	12 MHz/s
最大抑制係数	6 dB	39 dB	61.5 dB

この表は、妨害波に短いパルスが含まれることが予想される場合、バンド B 及び C の準尖頭値及び平均値の許容値を規定する製品規格に適用することができる。両方の許容値に対して EUT の適合性を示されなければならない。もし、インパルス妨害波に関して、パルス繰り返し周波数が 100 Hz より大きく、準尖頭値許容値を越えないならば、インパルスは、ビデオ帯域幅 100 Hz の平均値検波機能によって十分に抑制される。

C.2.2 算術平均によるインパルス妨害波の抑制

平均値検波は、信号振幅値の算術平均を取ることによって実現できる。平均値算出時間がビデオフィルタ帯域幅の逆数に等しければ、同等の抑制効果が得られる。この場合、抑制係数は次式であらわされる。

$$a = 20 \lg (T_{av} \times B_{res})$$

ここで、 T_{av} は、ある周波数における平均化（または、測定）時間である。したがって、10 ms の測定時は、ビデオ帯域幅 100 Hz の時と同じ抑制係数を生じる。この算術平均操作は、測定周波数のある周波数から別の周波数に変えた場合、遅延時間がゼロである利点を持っている。一方、繰り返し周波数 f_p のパルスの平均化に対して、その結果は、 n 番目までのパルスが平均化されたか又は、 $n+1$ 番目までのパルスが平均化されたかによって変化する。これは $(T_{av} \times f_p) > 10$ において 1 dB 未満の効果を持つ。

C.2.3 振幅変調成分の抑制

変調された信号の搬送波を測定するためには、十分長い時間の信号平均化、もしくは最低変調周波数において十分な減衰特性を持つビデオフィルタによって振幅変調成分を抑制しなければならない。 f_m が変調された信号の最低周波数であり、100 % 変調に対する最大測定誤差を 1 dB 以内にするには、測定時間 T_m は、 $T_m = 10 / f_m$ とすべきである。

C.3 ゆっくり断続的であるか、不安定又は変化する狭帯域妨害波の測定

引用規格 (2) において、断続的で、不安定又は変化する狭帯域妨害波に対するレベルは、バンド A とバンド B については 160 ms の、バンド C とバンド D については 100 ms の時定数を持つ指示計を用いて測定した最大値によって定義される。これらの時定数は、それぞれ 0.64 Hz 又は 1 Hz の二次ビデオフィルタ帯域幅に一致する。正確な測定を行うためには、これらの帯域幅においては、表 C.2 に示すように非常に長い測定時間を必要とする。

表 C.2 - 指示計の時定数と対応するビデオ帯域幅及び最小周波数走査時間

	バンド A	バンド B	バンド C 及び D
周波数範囲	9 kHz ~ 150 kHz	150 kHz ~ 30 MHz	30 MHz ~ 1000 MHz
中間周波帯域幅 B_{res}	200 Hz	9 kHz	120 kHz

指示計時定数	160 ms	160 ms	100 ms
ビデオ帯域幅 B_{video}	0.64 Hz	0.64 Hz	1 Hz
最大周波数走査速度	8.9 s/kHz	172 s/MHz	8.3 s/MHz

しかしながら、この表は、パルスの繰り返し周波数が 5 Hz 以下の場合についてだけ適用できる。より広帯域なパルス幅と変調周波数に対しては、C.2.1 項に記載するような、より広帯域のビデオフィルタを使用できる。図 C.1 と図 C.2 は、それぞれ、指示計の時定数が 160 ms と 100 ms の場合について、10 ms のパルス幅のパルスに対して、横軸をパルスの繰り返し周波数 f_p として、平均値の最大値の読み (“CISPR AV”) と真の平均値 (“AV”) をパラメータとしたパルスの重み付け関数を示している。

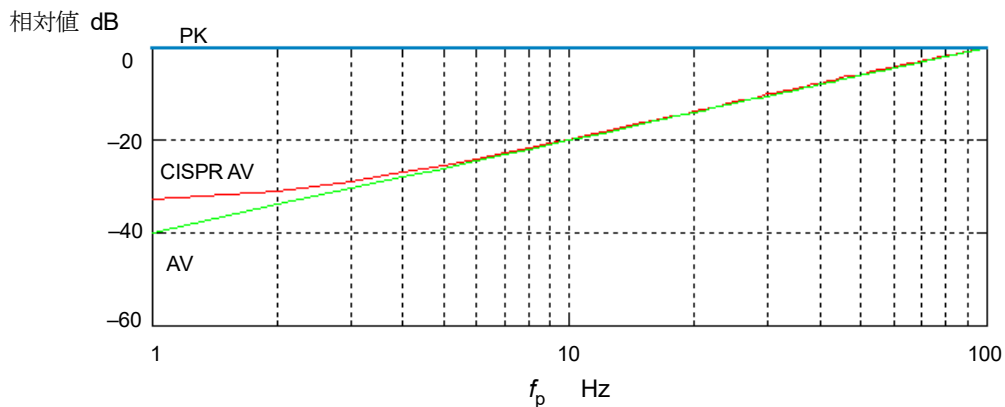


図 C.1 - 幅 10 ms のパルスに関する指示計の重み付け関数
(時定数 160 ms : 尖頭値 “PK”、平均値検波 “CISPR AV”、尖頭値を読まない平均値 “AV”)

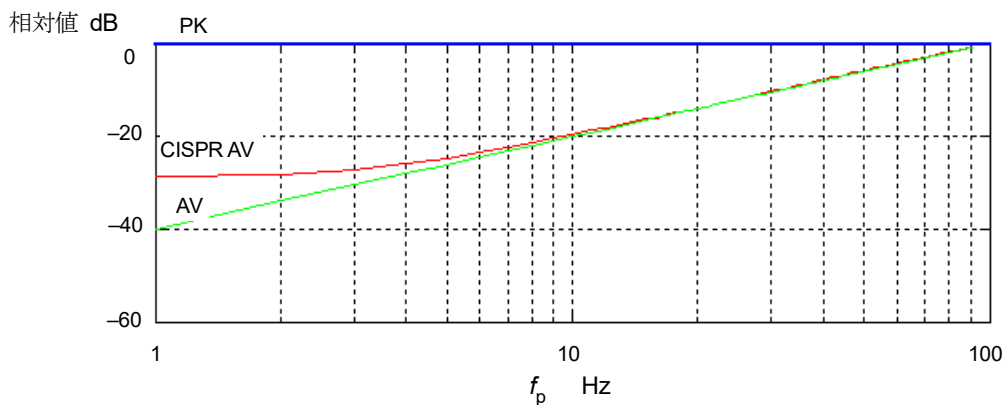


図 C.2 - 幅 10 ms のパルスに関する指示計の重み付け関数
(時定数 100 ms : 尖頭値 “PK”、平均値検波 “CISPR AV”、尖頭値を読まない平均値 “AV”)

図 C.1 と図 C.2 において、平均値の尖頭値を読む “CISPR AV” と尖頭値を読まない “AV” の差は、パルスの繰り返し周波数 f_p が小さくなるに従って増加することを示している。図 C.3 と図 C.4 はパルス幅を関数として、 $f_p = 1$ Hz の場合における “CISPR AV” と “AV” の差を示している。

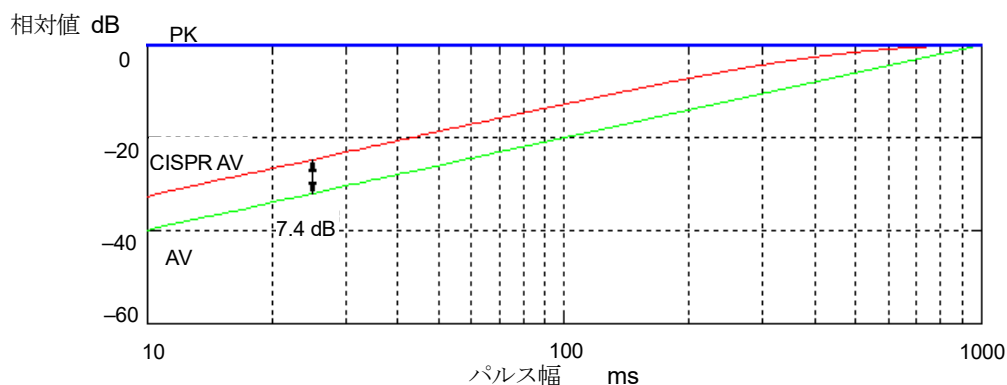


図 C.3 - 尖頭値“PK”と平均値に関する重み付け関数の計算例
(繰り返し周波数 1 Hz、指示計の機械的時定数 160 ms)

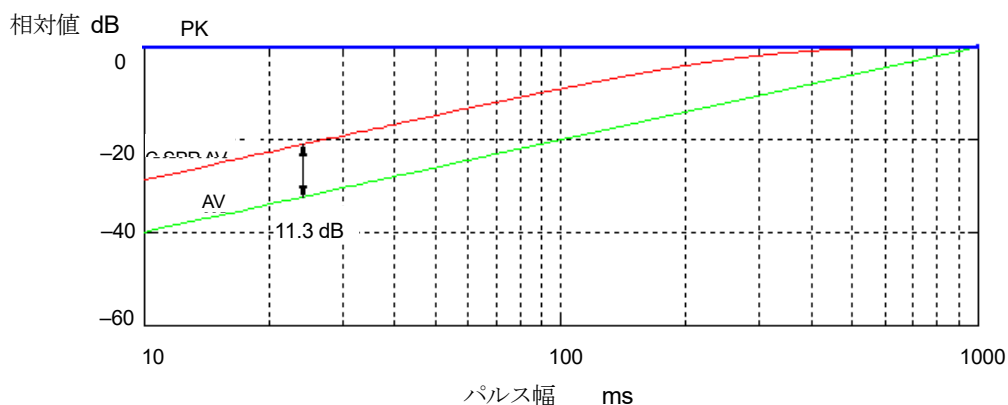


図 C.4 - 尖頭値“PK”と平均値に対する重み付け関数の計算例
(繰り返し周波数 1 Hz、指示計の機械的時定数 100 ms)

C.4 自動測定又は半自動測定のための推奨手順

ゆっくり断続的で、不安定又は変化する狭帯域妨害波を発生しない EUT の測定を行う場合は、事前測定の際にビデオフィルタの帯域幅を例えば 100 Hz とし、短い平均時間の平均値検波器で測定することを推奨する。妨害波レベルが平均値許容値に近い周波数においては、狭いビデオフィルタ帯域幅を用いて、すなわち長い平均時間で、最終測定を行うことを推奨する。(事前測定と最終測定に関する手順は第 8 章に記載されている。)

ゆっくりと断続し、不安定又は変化する狭帯域妨害波については、手動測定を優先測定法とする。

付則 D (情報)

適合性確認試験に適用する APD 測定法について

APD 測定が適合性確認試験に適用される場合、次の方法の何れかが用いられる。
すなわち、方法 1 (本文 7.6.6.3.2 項参照) は、図 D.1 に示すように、特定の確率の妨害波レベルを表示する方法であり、方法 2 (本文 7.6.6.3.3 項参照) は、図 D.2 に示すように、特定の振幅の確率を表示する方法である。

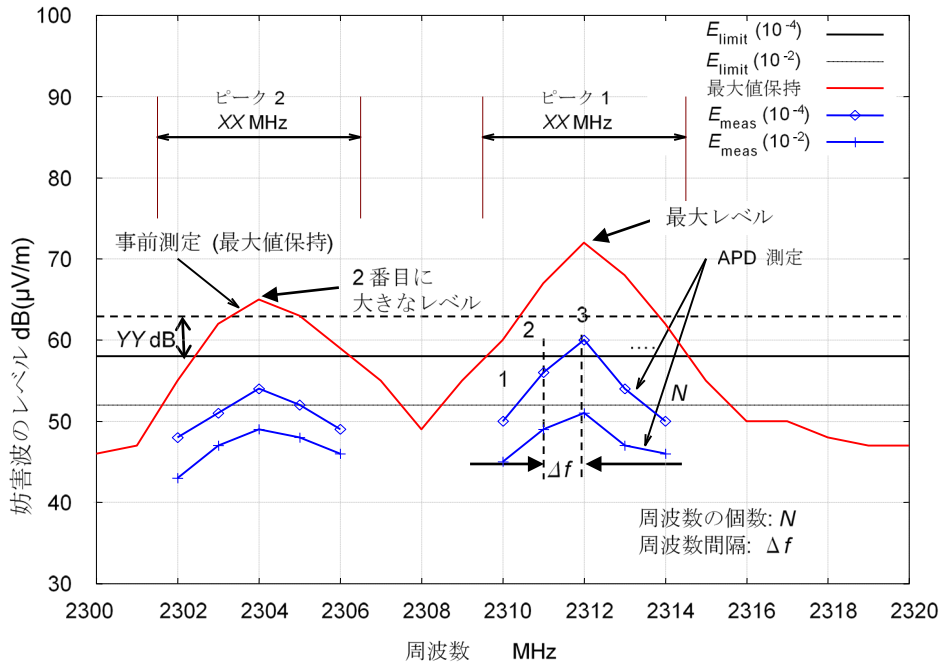


図 D.1 - 変動する妨害波の APD 測定 (方法 1) の例

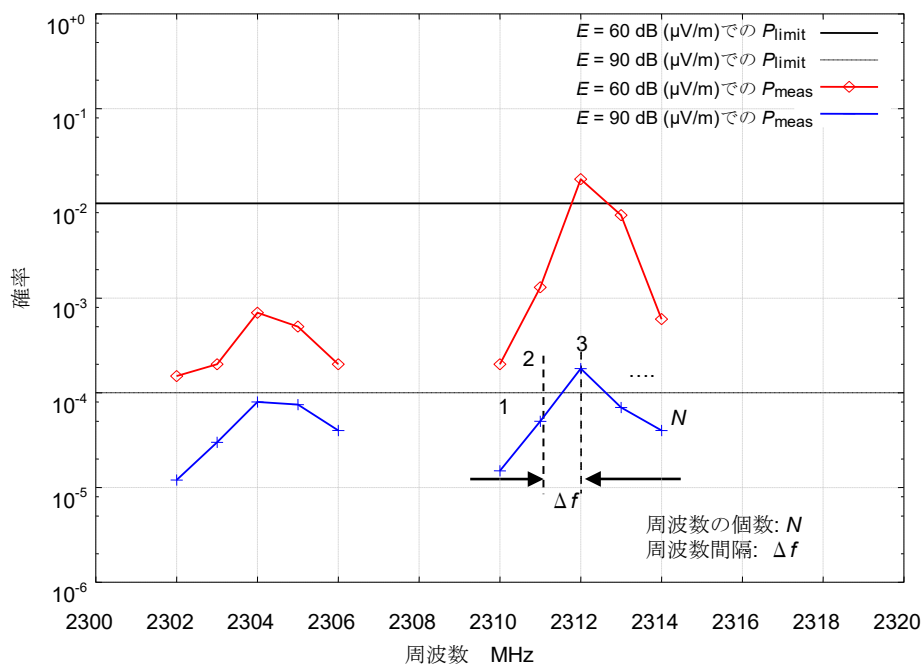


図 D.2 - 変動する妨害波の APD 測定（方法 2）の例

尖頭値検波及び最大値保持機能を用いる事前測定の結果が、幾つかの周波数点で、指定された APD 許容値（二つの APD 許容値が適用される場合は、高い方の許容値を使用）を YY dB 超える場合、これらの周波数点で APD 測定を実施すべきである。 YY dB の値（例えば $YY = 5, 10$ 等）は、関連する製品規格が指定する。

妨害波の周波数が変動する場合、製品規格は APD 測定をすべき周波数範囲 $XX (= \Delta f \times N)$ MHz を指定すべきである。ここで、 Δf は周波数間隔及び N は周波数の個数を示す。この周波数範囲は、製品の特性に従って指定されるべきである。

最初に、事前測定の結果によって XX を決定する。次に、 Δf をスペクトラムアナライザの分解能帯域幅（1 GHz 以上の測定では $RBW = 1$ MHz）に等しくする。しかしながら、APD 測定値が APD 許容値の約 6 dB の範囲内にある周波数範囲では、より狭い周波数間隔（すなわち、 $B_6/2$ 、ここで、 B_6 はスペクトラムアナライザの 6 dB 帯域）での追加測定が必要になるかもしれない。1 GHz 以上の測定に対するスペクトラムアナライザの分解能帯域幅は、6 dB 帯域 B_6 ではなくインパルス帯域幅 B_{imp} によって定義されている。 B_{imp} と B_6 の関係はフィルタの特性に依存し、一般的な関係は存在しない。 B_{imp} が B_6 で近似できる場合、1 GHz 以上の測定に対しては、より小さな周波数間隔である $B_6/2$ を $B_{imp}/2$ （すなわち、0.5 MHz）で代用することが推奨される。最後に、 XX の値と Δf の値によって N が決定される。

付則 E (規定)

適合性確認試験に用いるスペクトラムアナライザの妥当性の決定

スペクトラムアナライザの使用者は、使用周波数範囲においてスペクトラムアナライザが、繰返し周波数 20 Hz を超える繰返しパルスに対する準尖頭値検波の要求条件を満たしていることを測定器製造業者の仕様又は実測によって示すことができなければならない。平均値検波器の場合、パルス応答は引用規格 (2) に記載されている。

妨害波においてそのパルス繰返し周波数が常に測定可能とは限らないので、スペクトラムアナライザ使用時は準尖頭値測定の妥当性を簡単に検証する方法を用いなければならない。この方法は、準尖頭値と尖頭値の比較に基づくものである。準尖頭値の重み付け関数によってパルス繰返し周波数 20 Hz における準尖頭値検波と尖頭値検波の測定値には、表 E.1 に示す差が生ずる。

表 E.1 - 準尖頭値検波と尖頭値検波による最大振幅差

バンド A	バンド B	バンド C 及び D
7 dB	13 dB	21 dB

比較測定は、信号が準尖頭値許容値に近い振幅を示す周波数で行うこと。尖頭値検波と準尖頭値検波による振幅差が表 E.1 の値よりも小さければ、その準尖頭値検波による測定は妥当であり、スペクトラムアナライザによって得られた測定結果は適合性の実証に用いることができる。振幅差が表 E.1 の値よりも大きい場合は、低繰返し周波数のパルスに対しても引用規格 (2) の要求を完全に満足する測定用受信機をスペクトラムアナライザの代わりに用いて準尖頭値測定を行うこと。この比較測定によって妥当な結果を得るためには、適切な信号雑音電力比が必要である。

参考文献

- [1] CISPR 11:2015, 工業、科学及び医療用装置からの妨害波の許容値及び測定法
- [2] CISPR 16-1-6:2014, 無線周波妨害波及びイミュニティ測定装置の技術的条件 第1部－第6編 EMC アンテナ校正
- [3] CISPR TR 16-3:2010, 無線周波妨害波及びイミュニティ測定装置及び測定法の技術的条件 第3部 CISPR 技術報告
CISPR TR 16-3:2010/AMD1:2012
CISPR TR 16-3:2010/AMD2:2015
- [4] 平成 27 年 12 月 情報通信審議会答申, (諮問第 3 号「国際無線障害特別委員会 (CISPR) の諸規格について」のうち「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 -」)
- [5] 削除
- [6] 削除
- [7] JIS Q 17000:2005, 適合性評価－用語及び一般原則
- [8] IEC 61000-4-21, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-21: Testing and measurement techniques – Reverberation chamber test methods*
- [9] 削除
- [10] 削除
- [11] Chen, Z., Foegelle, M.D. and Harrington, T., *Analysis of log periodic dipole array antennas for site validation and radiated emissions testing*, IEEE EMC Symposium, Seattle, 1999, p. 618-623
- [12] 削除
- [13] IEC Guide 107, *Electromagnetic compatibility – Guide to the drafting of electromagnetic compatibility publications*
- [14] K. Osabe, T. Komatsuzaki, K. Tamura “A Correlation Test among Measurement Sites for Radiated EMI Using an Actual Machine and a Stabilized Power Line Impedance” 66K3, EMC Zurich symposium 2001, Zurich, Switzerland.
- [15] S. Okuyama, K. Tanakajima, K. Osabe, M. Muramatsu “Investigation on Effectiveness of Very High Frequency Line Impedance Stabilization Network (VHF-LISN) for Measurement Reproducibility” EMC Europe symposium 2013, Brugge, Belgium