

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

「無線周波妨害波およびイミュニティ測定方法の技術的条件」

## 第2部 第3編

### 放射妨害波の測定法

答申（素案）

## 目次

はじめに	1
1 適用範囲	1
2 引用規格	1
3 用語と定義	2
4 被測定妨害波の分類	4
4.1 妨害波の種類	4
4.2 検波器の機能	5
5 測定装置の接続	5
6 測定における一般的な必要事項および条件	5
6.1 供試装置以外からの妨害波	5
6.1.1 適合試験	5
6.2 連続妨害波の測定	6
6.2.1 狭帯域連続妨害波	6
6.2.2 広帯域連続妨害波	6
6.2.3 スペクトラムアナライザと周波数掃引測定用受信機の使用	6
6.3 供試装置の動作条件	6
6.3.1 正規の負荷条件	6
6.3.2 動作時間	6
6.3.3 動作のための準備時間	6
6.3.4 供給電源	6
6.3.5 動作モード	7
6.4 測定結果の解釈	7
6.4.1 連続妨害波	7
6.5 連続妨害波の測定時間及び掃引速度	7
6.5.1 最小測定時間	7
6.5.2 周波数掃引受信機及びスペクトラムアナライザの走査速度	8
6.5.3 離散周波数同調受信機の掃引時間	9
6.5.4 尖頭値検波器によるスペクトルの全体像を得るための手法	9
7 放射妨害波の測定	14
7.1 序文	14
7.2 9kHz～1GHz までの周波数範囲での電磁界強度測定	14
7.2.1 野外試験場における測定	14
7.2.2 一般的測定方法	14
7.2.3 測定距離	15
7.2.4 アンテナ高	15

7.2.5	製品規格の詳細	16
7.2.6	測定装置	18
7.2.7	その他の野外試験場における電磁界強度測定	18
7.2.8	反射箱内での測定	18
7.2.9	電波暗室内での測定	18
7.3	1GHz から 18GHz までの周波数範囲における電磁界強度測定	33
7.3.1	測定量	33
7.3.2	測定距離	34
7.3.3	供試装置（EUT）の試験配置と動作条件	34
7.3.4	試験場	35
7.3.5	測定機器	35
7.3.6	測定手順	35
7.4	30MHz から 18GHz までの周波数範囲における置換測定法	43
7.4.1	試験場	43
7.4.2	試験用アンテナ	44
7.4.3	供試装置の配置	45
7.4.4	試験手順	45
7.5	設置場所における機器の測定	45
7.5.1	設置場所測定の適用および準備	45
7.5.2	9kHz から 30MHz までの周波数範囲における電磁界強度の測定	46
7.5.3	30MHz を超える周波数範囲における電磁界強度測定	47
7.5.4	設置場所における妨害波の実効放射電力測定（置換法による）	48
7.5.5	測定結果の記録	52
7.6	ループアンテナシステム（LAS）による測定	52
7.6.1	一般的な測定法	52
7.6.2	試験環境	52
7.6.3	供試装置の配置	54
8	妨害波の自動測定	55
8.1	序文：自動測定の注意事項	55
8.2	一般測定手順	55
8.3	事前測定	56
8.4	測定データの絞り込み	57
8.5	妨害波の最大値検出と本測定	58
8.6	後処理と報告書の作成	59
付則 A	（情報） スペクトラムアナライザおよび掃引受信機の使用	60
A.1	はじめに	60

A. 2 過負荷 .....	60
A. 3 線形性のテスト .....	60
A. 4 選択度 .....	60
A. 5 パルスに対する通常応答.....	60
A. 6 尖頭値検波 .....	60
A. 7 周波数掃引速度 .....	60
A. 8 信号の捕捉 .....	61
A. 9 平均値検波 .....	61
A. 10 感度 .....	61
A. 11 振幅の精確さ .....	62
付則 B (情報) 平均値検波器を使用する場合の掃引速度と測定時間 .....	<b>63</b>
B. 1 一般 .....	63
B. 1.1 インパルス性妨害波の抑制.....	63
B. 1.2 算術平均によるインパルス性妨害波の抑制.....	64
B. 2 振幅変調成分の抑制.....	64
B. 3 断続的で、不安定またはゆっくり変化する狭帯域妨害波の測定.....	64
B. 4 自動測定または半自動測定のための推奨手順.....	67
付則 C (情報) 適合性試験に適用するAPD測定法について .....	<b>68</b>
参考文献 .....	<b>70</b>

表 1 各周波数帯域の全域を走査するのに要する検波器毎の最短時間.....	8
表 2 $w$ の最小値 ( $w_{\min}$ ) .....	37
表 3 3種のアンテナに関する $w$ の値の例.....	38
表 4 信号捕捉が可能な測定用アンテナの推奨高 (事前測定)、周波数範囲 30MHz ~1000MHz .....	57

図 1 狭帯域妨害波 (“NB”) とパルス性妨害波 (“BB”) の複合スペクトルの測定 .	10
図 2 測定時間の決定例.....	12
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.....	13
図 4 断続的な狭帯域妨害波に必要な掃引回数の例.....	13
図 5 野外試験場(OATS)で行われる電界強度測定.....	15
図 6 FARにおける典型的な試験配置 .....	20
図 7 FARの試験空間内の卓上型装置の典型的な試験配置 .....	22
図 8 FARの試験空間内の床置型装置の典型的な試験配置 .....	23
図 9 卓上型装置の試験配置.....	29

図 10	卓上型装置の試験配置、上面図	30
図 11	床置型装置の試験配置	31
図 12	床置型装置の試験配置、上面図	32
図 13	均一電界較正面の位置関係、上面図	33
図 14	1GHz 以上の測定方法	36
図 15	2つの異なる供試装置に関するアンテナ高走査範囲	38
図 16	測定方法 — 置換法 (7.4.1 項および 7.4.3 項参照)	44
図 17	遷移距離の決定	51
図 18	ループアンテナシステムを使用して行われる磁界誘導電流測定の方法	54
表 B. 1	ビデオ帯域幅 100Hz に関するパルス抑制係数と掃引速度	64
表 B. 2	指示計の時定数、それに対応するビデオ帯域幅、最大周波数掃引速度	65
図 B. 1	幅 10ms のパルスに関する指示計の重み関数	65
図 B. 2	幅 10ms のパルスに関する指示計の重み関数	66
図 B. 3	パルス幅を横軸とした尖頭値“PK”と平均値に関する重み関数の計算例 (繰り返し周波数 1Hz、指示計の機械的時定数 160ms)	66
図 B. 4	パルス幅を横軸とした尖頭値“PK”と平均値に対する重み関数の計算例 (繰り返し周波数 1Hz、指示計の機械的時定数 100ms)	67
図 C. 1	変動する妨害波の APD 測定 (方法 1) の例	69
図 C. 2	変動する妨害波の APD 測定 (方法 2) の例	69

## はじめに

本編は、CISPR16-2-3(第2.0版 2006-7)に準拠し、CISPR規格無線周波妨害波及びイミュニティの測定並びに測定方法の規格のうち、第2部第3編放射妨害波の測定について定めたものである。平成12年度の電気通信技術審議会答申「無線妨害波及びイミュニティ測定法の技術的条件」のうち、放射妨害波の測定法に関する部分については、本編に置き換える。

本編は、第1章～8章、および付則A～C(技術情報)から構成される。

### 1 適用範囲

本編は、9kHz～18GHzの周波数範囲における放射妨害波の測定方法について規定する基本規格である。

### 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。発行年がある引用規格については、記載された版だけを適用する。発行年がない引用規格については、その引用規格の最新版(修正すべてを含む)を適用する。

- (1) 情報通信審議会諮問第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、「音声及びテレビジョン放送受信機並びに関連機器の無線妨害波特性の許容値及び測定法」(平成19年度答申)
- (2) CISPR 14-1:2005、電磁両立性—家庭用電気、電動工具および類似装置に対する要求事項—第1部：妨害波
- (3) 情報通信審議会諮問第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、「無線周波妨害波およびイミュニティ測定装置の技術的条件—第1部-第1編：測定用受信機」(平成19年度答申)
- (4) 情報通信審議会諮問第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、「無線周波妨害波およびイミュニティ測定装置の技術的条件—第1部-第2編：補助装置—伝導妨害波」(平成19年度答申)
- (5) 情報通信審議会諮問第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、「無線周波妨害波およびイミュニティ測定装置の技術的条件—第1部-第4編：補助装置—放射妨害波」(平成19年度答申)
- (6) 情報通信審議会諮問第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、「無線周波妨害波およびイミュニティ測定装置の技術的条件—第1部-第5編：30MHz—1000MHzのアンテナ較正試験場」(平成19年度答申)

- (7) CISPR 16-2-1:2003、無線周波妨害波およびイミュニティ測定装置と測定法に関する規格—第2部-第1編：無線周波妨害波およびイミュニティ測定法—伝導妨害波測定法
- (8) CISPR 16-2-2:2003、無線周波妨害波およびイミュニティ測定装置と測定法に関する規格—第2部-第2編：無線周波妨害波およびイミュニティ測定法—妨害波電力測定法
- (9) CISPR 16-2-4:2003、無線周波妨害波およびイミュニティ測定装置と測定法に関する規格—第2部-第4編：無線周波妨害波およびイミュニティ測定法—イミュニティ測定法
- (10) CISPR 16-3:2003、無線周波妨害波およびイミュニティ測定装置と測定法に関する規格—第3部：CISPR 技術報告、同修正1：2005
- (11) CISPR 16-4-1:2003、無線周波妨害波およびイミュニティ測定装置と測定法に関する規格—第4部-第1編：不確かさ、統計および許容値のモデル—標準化されたEMC試験の不確かさ
- (12) CISPR 16-4-2:2003、無線周波妨害波およびイミュニティ測定装置と測定法に関する規格—第4部-第2編：不確かさ、統計および許容値のモデル—測定装置の不確かさ
- (13) CISPR 16-4-3:2003、無線周波妨害波およびイミュニティ測定装置と測定法に関する規格—第4部-第3編：不確かさ、統計および許容値のモデル—大量生産品のEMC適合性の判定における統計学的考察
- (14) JIS C 61000-4-3:2005、電磁両立性(EMC)—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

### 3 用語と定義

本編に関する用語を以下のように定義する。併せて、JIS C 60050-161(1997)の定義を参照すること。

#### 3.1 測定用補助装置

- 1) 測定用受信機あるいは試験信号発生器に接続する変換器(たとえば、プローブ、回路およびアンテナ)。
- 2) 供試装置と測定装置、あるいは供試装置と(試験)信号発生器の間で、信号あるいは妨害波の伝送に使用する変換器(たとえば、プローブ、回路およびアンテナ)。

#### 3.2 EUT(供試装置)：妨害波適合性試験の対象装置(機器、装置およびシステム)

#### 3.3 製品規格：製品あるいは製品群の特殊事情を考慮して作られたその製品あるいは製品群に関するEMC要求事項を規定した規格

3.4 妨害波許容値：電磁妨害波源からの妨害波に関する許容最大値

3.5 基準接地：供試装置の周囲の浮遊容量を規定し、なおかつ基準電位を与える接続

注：JIS C 60050-161(1997)-04-36 も参照

3.6 同軸ケーブル：一つあるいは多くの同軸線を含むケーブル。このケーブルは、一般に、測定装置あるいは信号発生器に測定用補助装置を整合接続するために用いられる。但し、測定装置あるいは信号発生器の入出力インピーダンスおよびケーブルの特性インピーダンスの最大許容偏差が規定されていること

3.7 測定用受信機：妨害波測定のために複数の異なった検波器を備えた受信機

注：測定用受信機の特性は、引用規格（3）に規定される

3.8 試験配置：妨害波レベルを測定する際に使用する規定の供試装置の配置

3.9 連続性妨害波：測定用受信機の間周波出力段において、200ms より長い持続時間を持つ無線周波妨害波であって、準尖頭値検波測定用受信機の指示計の振れが直ちに減小しないもの

3.10 不連続性妨害波：計数クリックの測定において、測定用受信機の間周波出力段で、200ms より短い持続時間の妨害波であって、準尖頭値検波測定用受信機の指示計に過渡的な振れを起こすもの

3.11 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、有効かつ、ひとまとまりとみなせる時間（場合によっては、滞留時間ともいう）

- 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、重みづ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

3.12 周波数掃引：ある周波数掃引幅にわたる連続的な周波数変化

3.13 周波数走査：ある周波数掃引幅にわたる連続的または離散的な周波数変化

3.14 周波数掃引時間または走査時間  $T_s$ ：周波数掃引または走査における開始周波数から終了周波数までの時間



- 3.15 周波数掃引幅  $\Delta f$ : 周波数掃引または走査の開始周波数と終了周波数との差
- 3.16 周波数掃引速度または走査速度: 周波数掃引幅を掃引時間または走査時間で割ったもの
- 3.17 単位時間当たり (例えば、秒当たり) の掃引数;  $n_s$   
 $1 / (\text{掃引時間} + \text{再掃引までの処理時間})$
- 3.18 観測時間  $T_o$ : 複数回の掃引の場合、ある周波数における測定時間  $T_m$  の合計。掃引または走査の回数を  $n$  とすれば、 $T_o = n \times T_m$
- 3.19 全観測時間  $T_{tot}$ : スペクトル全体を見るための実効時間 (単一または複数回の掃引)。掃引または走査 1 回当たりのチャンネル数 (周波数掃引幅 / 分解能帯域幅) を  $c$  とすれば、  
 $T_{tot} = c \times n \times T_m$

#### 4 被測定妨害波の分類

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。

##### 4.1 妨害波の種類

妨害波は、物理的および心理物理的理由により、スペクトル分布、測定用受信機の帯域幅、継続時間、生起率および心理的な影響の程度によって、以下のように区分する。

- a) 狭帯域連続妨害波: たとえば、ISM 装置における無線周波エネルギーの意図的利用により発生する基本波および高調波のようなもの。それは、測定用受信機の帯域幅より広い間隔の独立した線スペクトルからなる周波数スペクトラムを持つ。このため、b) とは異なり、測定中には帯域幅内に一つの線スペクトルのみが入り、これが観測される。
- b) 広帯域連続妨害波: 整流子モーターからの妨害波のように、通常、繰り返しパルス的で非意図的に発生する妨害波。それは、測定用受信機の帯域幅よりも低い周波数の繰り返し周波数を持つため、測定中には、帯域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: たとえばサーモスタットあるいは 1Hz (30 回/分より低いクリック率) より低い繰り返し率のプログラム制御による機械的・電氣的スイッチング動作により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) 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。

## 4.2 検波器の機能

妨害波の種類に従って、以下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、狭帯域の妨害波および信号の測定に用いる。とりわけ、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。しかし、狭帯域妨害波に関しても利用できる。
- c) 尖頭値検波器は、狭帯域あるい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（3）に規定する。

## 5 測定装置の接続

測定用受信機と、アンテナのような測定用補助装置の間の接続ケーブルは、遮蔽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。測定用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必要事項および条件

無線周波の妨害波測定は、以下のように行うこと。

- a) 再現性があること、すなわち、測定場所および環境条件、特に周囲雑音に影響されないこと。
- b) 相互に影響をおよぼさないこと、すなわち、測定装置に供試装置を接続することによって、供試装置の機能や測定装置の精度に影響をおよぼさないこと。  
これらの必要事項は以下の条件を遵守することによって満たされる。
- c) 所望の測定レベル、たとえば、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。
- d) 測定配置、供試装置の終端、供試装置の動作状態は、規定に従っていること。
- e) スペクトラムアナライザあるいは周波数掃引測定用受信機を使用するときは、それらに特有の動作および較正条件に適切に配慮すること。

### 6.1 供試装置以外からの妨害波

測定時の周囲雑音に関する信号対雑音比は、以下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。

#### 6.1.1 適合試験

試験場においては、供試装置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 20dB、少なくとも 6dB は低いこと。6dB の条件下では、供試装置からの妨害波の見かけのレベルは、最大 3.5dB 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、被試験装置が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-6dBを超えても良い。この場合、供試装置は許容値を満足しているとみなす。他の方法、たとえば、被測定妨害波が狭帯域信号の場合は、帯域幅を減ずることや、供試装置にアンテナを近づけることもできる。

注：もし、周囲雑音のみの電界強度と、周囲雑音と供試装置妨害波の合成電界強度が別々に測定できるならば、妨害波の電界強度を定量的不確かさでもって推定することができる。CISPR 11の付則Cを参照。

## 6.2 連続妨害波の測定

### 6.2.1 狭帯域連続妨害波

測定系は、被測定妨害波の離散周波数に同調しておき、その周波数が変動するならば、再同調が必要である。

### 6.2.2 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、6.4.1項を参照。

### 6.2.3 スペクトラムアナライザと周波数掃引測定用受信機の使用

スペクトラムアナライザと周波数掃引測定用受信機は、妨害波測定、特に、測定時間短縮に有効である。しかし、以下のような測定器の特性については特別に配慮すること。過負荷特性、直線性、選択性、パルスに対する応答、周波数掃引速度、捕捉できる可能性、感度、振幅確度、および尖頭値、平均値、ならびに準尖頭値検波特性。これらの特性については付則Aで検討する。

## 6.3 供試装置の動作条件

供試装置は、以下の条件で動作させること。

### 6.3.1 正規の負荷条件

供試装置の製品規格で規定された負荷条件、あるいは、その規定がなければ、製造業者の使用説明書に指示されている負荷条件とすること。

### 6.3.2 動作時間

動作時間が指定されている供試装置の場合は、その指示に従うこと。それ以外は、動作時間は制限しない。

### 6.3.3 動作のための準備時間

試験を行う前の動作準備時間は、これを定めない。しかし、供試装置は、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。ある種の供試装置については、関連する製品規格に特別な試験条件が規定されている。

### 6.3.4 供給電源

供試装置は、その供試装置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から1.1倍の電圧範囲にわたって繰り返し測定しなければならない。複数の電圧で動作する供試装置は、最大妨害波

を発生する定格電圧で試験すること。

#### 6.3.5 動作モード

供試装置は、測定周波数において最大の妨害波を発生する実使用状態で、動作させること。

### 6.4 測定結果の解釈

#### 6.4.1 連続妨害波

- a) もし、妨害波レベルが変動する場合には、各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（2）の 7.4.1 項参照）。
- b) もし、妨害波レベルが全体として変動し、15 秒間に 2dB 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、以下のように、そのレベルを供試装置の通常の使用条件に従って解釈すること。
  - 1) もし供試装置が頻繁にオン/オフ切り替え動作をするか、あるいは回転方向が反転するならば、各周波数における供試装置の測定は、各測定の直前にオンへの切り替えを行うかあるいは反転させ、各測定直後にオフの切り替えを行うかあるいは回転方向の変更を行わなければならない。測定の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) もし供試装置が、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。各周波数において指示値が安定した後に〔a〕項の規定に基づき、その値を妨害波レベルとすること。
- c) もし、試験中に供試装置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、その供試装置は 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 連続妨害波の測定時間及び掃引速度

手動測定、自動または半自動測定のいずれに対しても、測定用受信機及び周波数掃引測定用受信機の測定時間および掃引速度は、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、測定時間および掃引速度は、試験時の妨害波の発生時間を考慮しなければならない。自動測定の実施に関するより詳細な指針を 8 章に示す。

##### 6.5.1 最小測定時間

B.7 項に、ある帯域を走査するのに要する最短時間あるいは許容できる最高走査速度を示す。それから導かれた帯域全体の測定に要する最短時間を周波数帯毎に下記に示す。

表 1 各周波数帯域の全域を走査するのに要する検波器毎の最短時間

周波数帯域		尖頭値検波の 走査時間 $T_s$	準尖頭値検波の 走査時間 $T_s$
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/D	30 MHz~1000 MHz	0.97 秒	19400 秒=323.3 分=5 時間 23 分

妨害波の種類によっては、実際の準尖頭値測定において、この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、すなわち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  $T_m$  は、15 秒に増加しなければならないこともある(6.4.1 項参照)。

平均値検波器における走査速度と測定時間については、付則 B を参照すること。

多くの製品規格では準尖頭値測定を要求しているが、時間短縮手段(8 節参照)を適用しない場合、これは非常に時間を要する。従って事前掃引によって妨害波を検出し、時間の短縮を図ること。自動掃引中に断続的な信号などを見落とさないように 6.5.2 項~6.5.4 項を考慮する必要がある。

#### 6.5.2 周波数掃引受信機及びスペクトラムアナライザの走査速度

周波数帯域を自動掃引する際に信号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。

- 1) 単一扫引の場合:各周波数点における観測時間は、断続信号のパルス間隔より長くなければならない。
- 2) 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観測の全時間は、断続信号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。測定器の設定状態に対して過大な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、選択された周波数掃引幅に対して十分長い掃引時間を選ぶ必要がある。断続的な信号は、各周波数における十分長い観測時間を持つ単一扫引か、最大値保持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。時には、同期効果を避けるために、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掃引受信機で尖頭値検波を用いる場合、測定のための最小掃引時間は、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、周波数幅  $\Delta f$  を掃引するのに要する最小時間  $T_{s \min}$  は次式で計算できる。

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

ここで、

$T_{s \min}$  = 最小掃引時間  
 $\Delta f$  = 周波数掃引幅  
 $B_{res}$  = 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 2~3 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 10~15 の間の値をとる。

ビデオ帯域幅を分解能帯域幅以下にとった場合、最小掃引時間の計算は次式による。

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

ここで、 $B_{video}$  = ビデオ帯域幅

多くのスペクトラムアナライザ及び周波数掃引型受信機は、選ばれた周波数掃引幅及び帯域幅設定に合わせて掃引時間を自動的に設定し、正しい表示値を維持する。但し、ゆっくり変化する信号を捕捉するためなど、より長い観測時間が必要になる場合は、この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、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。

### 6.5.3 離散周波数同調受信機の掃引時間

離散周波数同調受信機では、あらかじめ定めた間隔で、周波数は順次同調される。この場合、入力信号を正確に計測するためには、各周波数点で最小限の滞留時間が必要となる。

実際の測定においては、周波数間隔が不適切であると狭帯域信号の測定不確かさが増すので、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）の周波数間隔にすべきである。従って、離散周波数同調受信機の走査時間  $T_{s \min}$  は、次式によって計算できる。

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

ここで、 $T_{m \min}$  = 各周波数における最小測定（滞留）時間

上記の測定時間のほかに、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、選択した測定時間は、その測定結果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。

広帯域妨害波の測定では、周波数間隔を増加してもよい。この場合、妨害波スペクトルの最大値を見つけることが目的である。

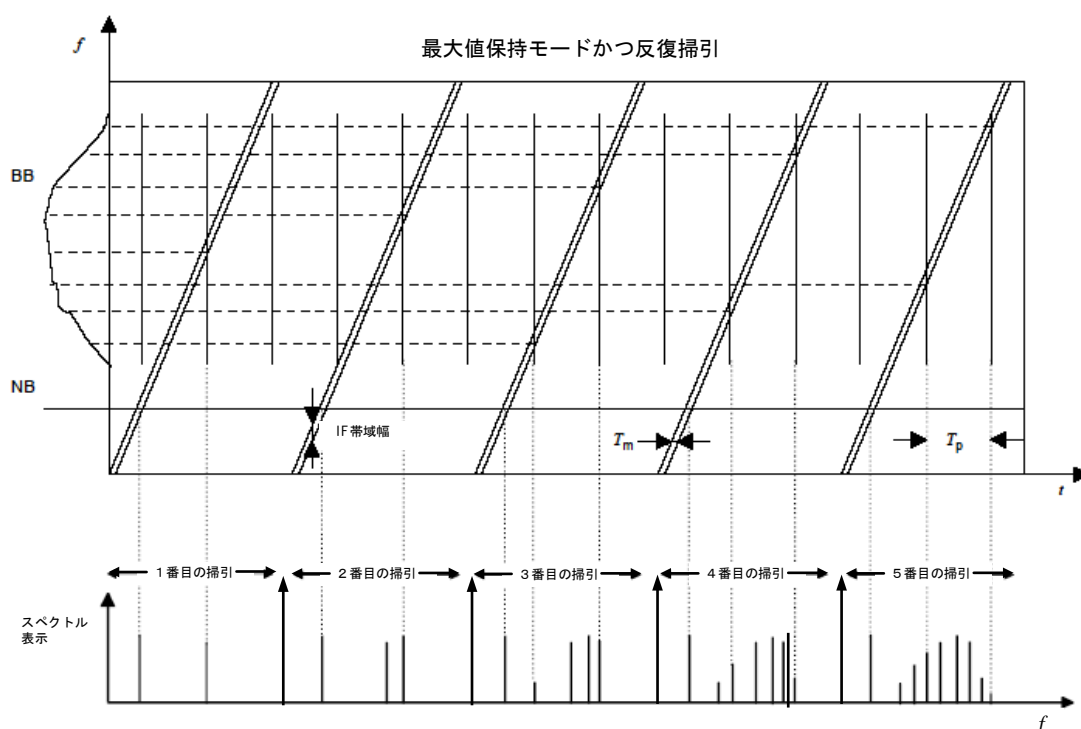
### 6.5.4 尖頭値検波器によるスペクトルの全体像を得るための手法

事前測定において、妨害波スペクトルのすべ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、以下の二つの一般的な周波数走査方法がある。

- 一 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に十分長くなければならない。例えば、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。
- 一 連続周波数走査：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、測定時間内の周波数掃引回数は、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に、狭帯域連続妨害波と周期  $T_p$  で発生する広帯域パルス性妨害波のスペクトルについて、受信機の観測周波数と表示されるスペクトルの関係を例示する。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掃引又は走査する際の受信帯域幅の位置を示している。



$T_p$  は、パルス性妨害波の発生周期である。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。

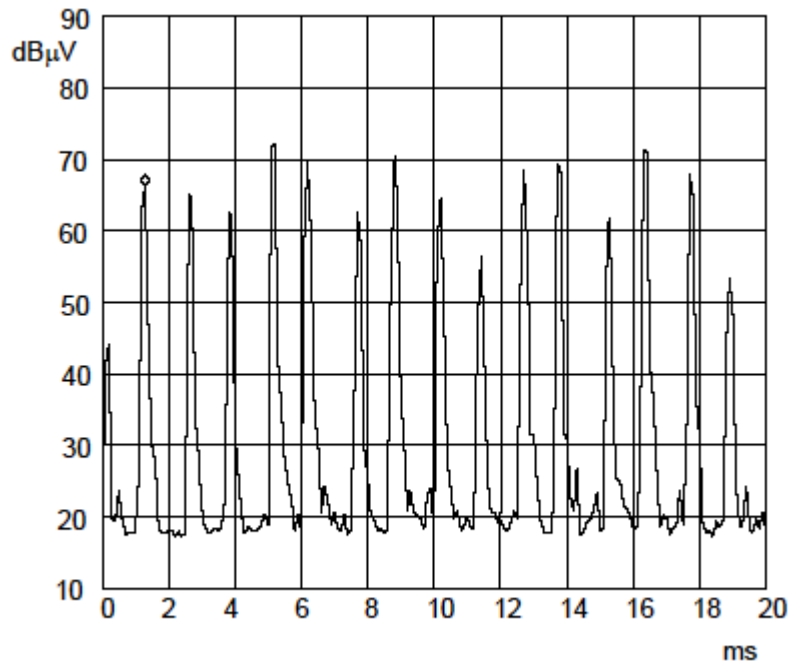
図1 狭帯域妨害波（“NB”）とパルス性妨害波（“BB”）の複合スペクトルの測定（最大値保持、複数回掃引）

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。連続的で狭帯域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。断続的な広帯域妨害波成分については、“最大値保持”機能を用い、掃引速度を変化させて複数回の掃引を

行うことにより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パルス性妨害波に対しては、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になる。

測定時間の短縮には、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、受信機の間周波出力又はビデオ出力に接続されたオシロスコープを用いて得られる。





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 800Hz）、パルス振幅は大きく変動する。したがってこの例に対する尖頭値検波器の測定（滞留）時間は 10ms 以上は必要である。

図 2 測定時間の決定例

図 2 のように、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、掃引速度又は滞留時間が次に従って選択される。

- 連続的な狭帯域妨害波には、測定用受信機で許容される最高速の掃引時間を用いてよい。
- 広帯域で連続的なスペクトルの妨害波、例えば、車の点火装置、アーク溶接機、整流子モーター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）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ばなければならない。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周波数が未知の場合には、最大値保持モード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、実際の測定の前に測定時間を決定することが必要になる場合がある。

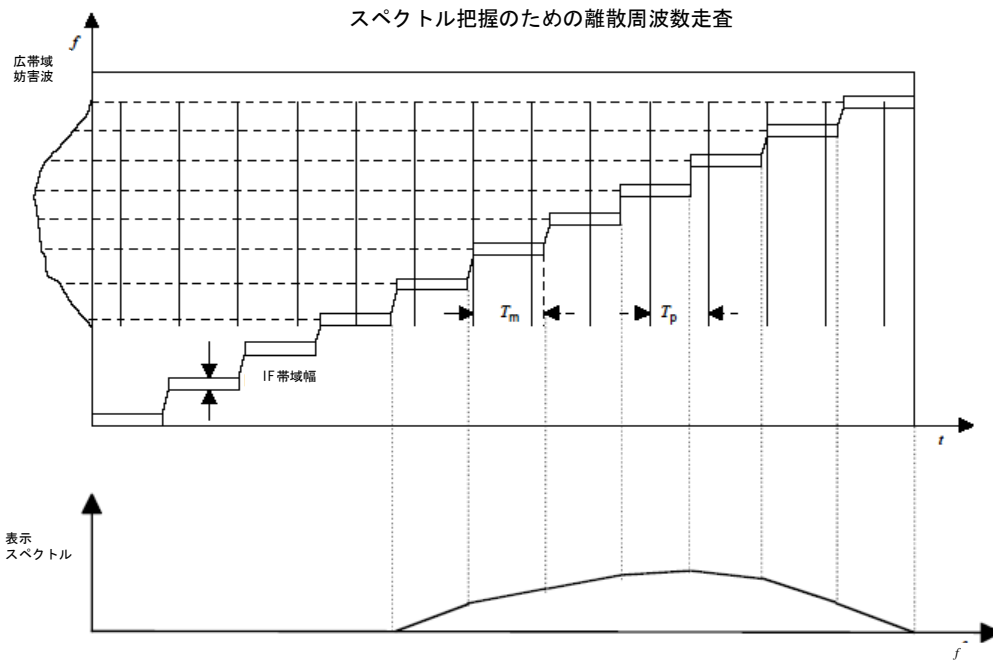
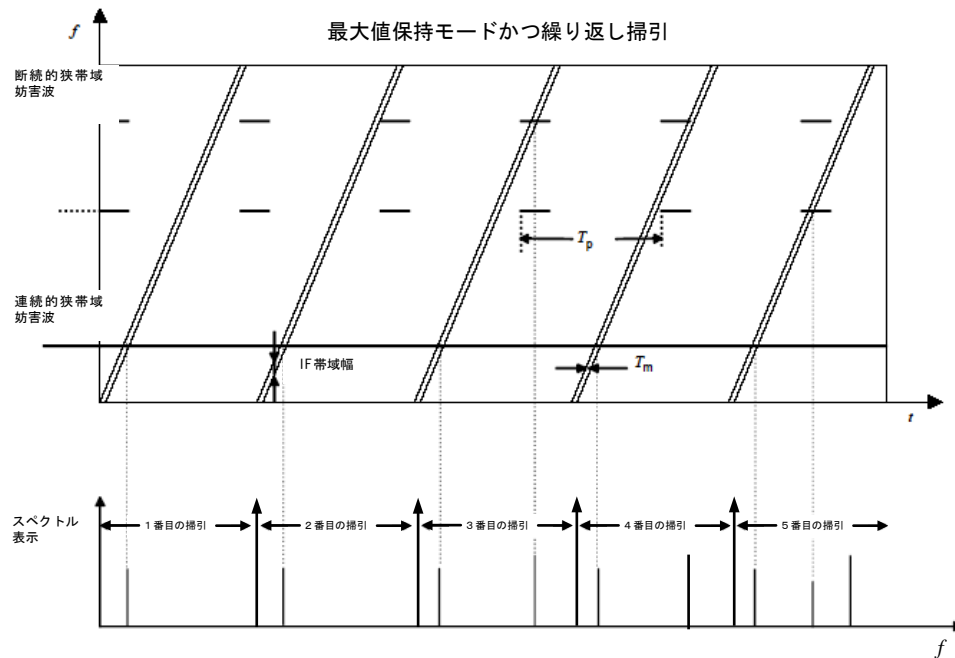


図 3 離散周波数走査受信機で測定した広帯域スペクトル

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。



注 上例では、すべ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。必要な掃引回数又は掃引時間は、パルス持続時間及びパルス繰り返し間隔によっては、増減しなければならない場合もある。

図 4 断続的な狭帯域妨害波に必要な掃引回数の例

断続的広帯域妨害波（クリック）は、この規格の第1部-第1編に示す不連続妨害波の測定装置（ディスタージアアナライザ）によって測定しなければならない。

## 7 放射妨害波の測定

### 7.1 序文

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。

製品によっては、放射妨害波の電界、磁界、また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および垂直な妨害波成分を測定する。電界あるいは磁界成分に関する測定結果は、尖頭値、準尖頭値、平均値、あるいは実効値で表わす。

通常、30MHz以下の周波数帯では妨害波の磁界成分を測定する。供試装置からの磁界を遠方においてアンテナで測定する場合は、磁界の水平成分のみを測定する。ループアンテナシステム（LAS）を使用する場合は、供試装置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、供試装置の水平およ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。

### 7.2 9kHz～1GHzまでの周波数範囲での電磁界強度測定

電磁界強度測定は、野外試験場、電波暗室や反射箱内において、またはLASを用いて行う。実際上の理由から、その他の試験場の使用することがある。

#### 7.2.1 野外試験場における測定

野外試験場の物理的、電気的特性、および適合性確認法については、引用規格（5）および（6）の関連規定を満足すること。

#### 7.2.2 一般的測定方法

図5に野外試験場における測定法の概略を示す。

供試装置は大地面上規定の高さに設置し、通常の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。供試装置を水平面内で回転し、かつ、アンテナの高さを調節して、測定用受信機の最大指示値を記録する。これらの測定手順を交互に行い、妨害波の最大値が見つかるまで必要に応じて繰り返すこと。

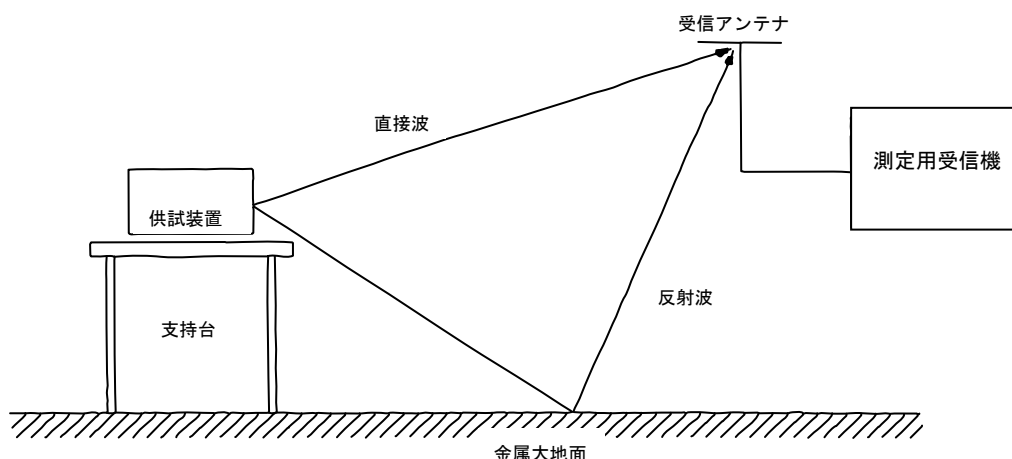


図 5 野外試験場(OATS)で行われる電界強度測定

### 7.2.3 測定距離

許容値と共に規定されている距離において電界強度測定を行うべきである。但し、機器の大きさ等の理由により、そうすることが困難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供試装置の外縁とアンテナの中心点の大地面に対する射影の間隔で定義する。ある種の試験構成では、測定距離は、アンテナから供試装置の放射中心までの距離として定義される。測定距離が 10m の場合は、どちらの定義でも構わない。多くの野外試験場においては、測定距離 10m 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出来ると予想されるためである。3m 未満や 30m を越える距離は一般に使用しない。規定の距離以外で測定する場合は、製品規格に規定されている方法に従って、試験結果を規定の距離の値に外挿すること。これに関して何ら規定が無い場合は、用いた外挿法の妥当性に関する根拠を示すこと。

可能ならば、測定は遠方界領域で行うべきである。この遠方界領域の距離  $d$  は以下の条件によって求められる。

- 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。供試装置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 3dB 以下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、供試装置を同調ダイポールアンテナと見なすと、誤差は 0.5dB 程度となる。
- c)  $d \geq 2D^2/\lambda$  の場合：ここで  $D$  は、供試装置または供試装置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。

### 7.2.4 アンテナ高

電界強度測定においては、大地面上のアンテナ高を規定の範囲内で走査して、最大指示値を求める。原則として、測定距離 10m 以下の電界強度測定においては、アンテナ高を 1m から 4m まで変化させる。それよりも遠い距離 (30m まで) では、高さを 2m から 6m まで変

えることが望ましい。指示値を最大にするには、最低アンテナ高を地上 1m 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、水平および垂直の両偏波について行うが、垂直偏波においては、最低高を上げて、アンテナの下端が試験場大地面から少なくとも 25cm 以上離れるようにすること。

単一の磁界ループアンテナを用いる磁界強度の測定においては、受信アンテナを規定の高さに固定すること（典型的な場合、大地面からループアンテナの底辺までは 1m）。ループアンテナおよび供試装置を水平面内で回転し、最大測定値を求めること。

#### 7.2.5 製品規格の詳細

製品規格は、詳細な測定法や測定すべき妨害波のパラメータを規定するほか、以下に概略を述べるような、その他の関連規定も詳細に定めること。

##### 7.2.5.1 試験環境

試験環境の影響を考慮して、供試装置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、例えば温度や湿度などは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。供試装置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や信号の強度は、許容値より少なくとも 6dB 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、供試装置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、その供試装置は許容値を満足するものと見なすことができる。周囲雑音とそれによる測定誤差については、6.1.1 項を参照すること。

もし特定の周波数範囲において周囲の電磁界強度が許容値を超える場合は、以下のような代替法を用いてもよい。

- a) 測定をより近い距離で行い、その結果を許容値が規定されている距離まで外挿する。外挿の方法は、製品規格で推奨されたものか、または 3 か所以上の異なる距離で測定した結果によって適正であることが証明されたものであること。
- b) 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。
- c) 電磁遮蔽室や電波暗室内において、問題となる周波数における供試装置からの妨害波強度を近接する周波数の妨害波強度と共に測定比較する。問題周波数における供試装置の妨害波強度は、近接する周波数の妨害波強度を試験場において測定し、換算することによって推定できる。

注：問題とならない他の周波数において、供試装置の適合性を判断する際に遮蔽室や電波暗室を使用してはならない。但し、電波暗室内における測定データと野外試験場のデータに良い相関があれば、使用しても構わない。

- d) 野外試験場の測定軸の向きを決める際は、強力な周囲雑音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信号を出来るだけ受信しないようにすべきである。

- e) 供試装置からの妨害波が狭帯域であり、そのレベルが周囲雑音付近にあって、その両方が規定帯域幅に入るときは、帯域幅を狭くすることが有効な場合がある。

#### 7.2.5.2 供試装置の配置

供試装置の動作条件、例えば、入力信号の特性、動作モード、装置類の配置、接続ケーブルの長さや形式などを規定すること。

個別あるいは複数機器からなるシステムの試験は、以下の2つの条件を満足すること。

- a) システムは、典型的な実使用形態に合わせて配置すること、  
b) システムは、妨害波が最大になる配置にすること。

ここで「システム」とは、供試装置とこれに接続する機器類および接続に必要な全てのケーブルを組み合わせたものを指す。

用語「配置」は、供試装置、システムの中の他の機器類、接続ケーブル、およびシステムを構成する電源線の位置および向きを意味する。全ての測定中、システムの配置は、以下の節で述べる指針に従って、上記の2つの条件を満足するように調整すること。但し、条件 a) を先に満たし、次に条件 b) を満たすこと。

また、用語「典型的配置」とは、供試装置が実際に使用される代表的な配置を意味する。典型的な配置とするための指針を以下に概説する。

複合システムの一部として設計された機器については、供試装置を典型的なシステムに組み込み、製造業者の指示に従って配置すること。また、その機器の典型的な使用における代表的な方法で動作させること。全ての試験の間、供試装置と全てのシステム構成部品は、供試装置の妨害波が最大となる典型的な使用条件の範囲内で操作されること。

接続ケーブルは供試装置の各接続ポートに接続すること。各ケーブルの配置を変えながら、それによる妨害波が最大になる配置を探すこと。但し、その配置は機器の実際の使用における典型的な配置であること。幾つかのケーブル配置によって、対象とする周波数範囲にわたって妨害波が最大になるなら、探査すべきケーブル配置の数は限られてくる。

接続ケーブルは、機器製造業者が指定する形式および長さのものであること。

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。ケーブルが太くあるいは堅いために、または試験が機器の設置場所で行われる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は試験技術者の判断にゆだねるが、その処置を試験報告書に記載すること。製品規格は、余長の処置に関して、これと異なる条件を規定してもよい。

ケーブルは機器の下や上、あるいはシステムを構成する機器の上に置かないこと。但し、それが妥当な場合を除く。例えば、ケーブルが一般に頭上のケーブル架台を通して、或いは地下に配線されている場合など。また、典型的な使用状態において、ケーブルが供試装置およびシステムを構成する全ての機器の筒体に近付けて設置される場合は、試験においてもそのようにすること。ケーブル配置は、供試装置の様々な動作モードで調べるべきである。

通常、卓上で使用される機器の放射妨害波測定では、供試装置を適当な大きさの天板を持つ非導電性机の上に載せて行うべきである。その机は、非導電性材料で作られた遠隔制御できる回転台の上に載せるべきである。回転台の上面の高さは大地面から通常 0.5m 以下とし、機器を載せた机と回転台を一緒にした高さは、大地面から 0.8m にすべきである。もし回転台の上面が大地面と同じ高さであれば、その表面を導電性材料で作り、高さ 0.8m はその回転台の上面から測った値であること。通常、床に置かれる供試装置は、製品規格の配置に従って試験すること。この状態では平面の回転台が有用である。

供試装置は、目的とする用途に応じて製造業者が指定する要求事項や条件に従って、接地すること。もし、供試装置が非接地で使用される場合は、接地しないで試験すること。実際の設置状態において接続するために接地端子や内部接地導線が供試装置に備え付けられている場合は、これらを大地面（または接地用設備）に接続して、実際の設置状態を模擬すること。供試装置の AC 電源プラグに組み込まれている全ての内部接地導線は、電源系を通じて接地すること。

#### 7.2.6 測定装置

アンテナを含む測定装置は、引用規格（3）および（5）の関連する要求事項を満足すること

#### 7.2.7 その他の野外試験場における電磁界強度測定

供試装置の実使用状態を考慮して、例えば産業・科学・医療用装置や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の使用を規定する場合があります。この場合、7.2.3 項から 7.2.6 項までの規定は有効である。

#### 7.2.8 反射箱内での測定

IEC61000-4-21 を参照すること。

#### 7.2.9 電波暗室内での測定

##### 7.2.9.1 金属大地面を持つ電波暗室（5面電波暗室）内での測定

野外試験場での測定法（7.2.1 項から 7.2.6 項）に準拠する。

##### 7.2.9.2 6面電波暗室（FAR）内での測定

###### 7.2.9.2.1 試験配置

供試装置の妨害波試験には、暗室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、試験空間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および垂直に配置して行う。供試装置を連続的に回転して妨害波を測定すること。明らかに連続的な供試装置の回転が必要でない場合、供試装置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。

試験距離は、アンテナの基準点から供試装置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。

注：不確かさを低減するため、測定された電界強度に、式（4a）による補正係数  $C_{Rd}$  [dB] を加算してもよい。アンテナの較正手順に従って、位相補正係数  $C_{Rd}$  を各周波数に対して測定する。（位相補正係数は、アンテナ係数（AF）とともに、アンテナ較正時に定めるか、または、対数周期アンテナの場合は、エレメントの間隔から計算される。）式（4b）に従って、この両係数（ $C_{Rd}$  および  $AF$ ）を dB 表示のアンテナ出力電圧に加算し、電界強度値を得る。位相中心の補正を行わない場合、不確かさ見積もりの対応する項目において考慮すること。

$$C_{Rd} = 20 \lg [(R + P_f - d) / R] \quad (4a)$$

電界強度は、式（4b）によって与えられる。

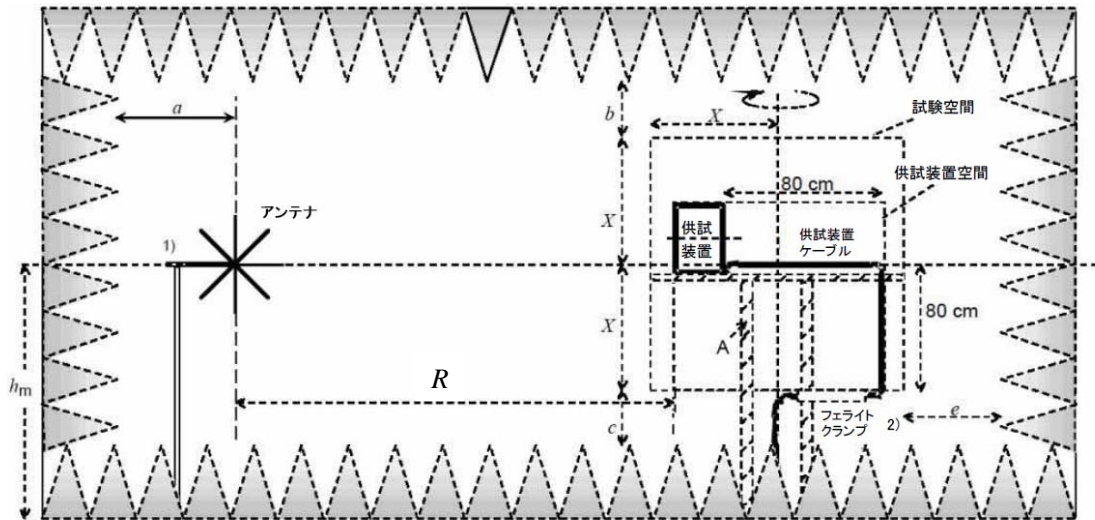
$$E_f = V_f + AF_{FS(f)} + C_{Rd} \quad (4b)$$

ここで

- $f$  = 周波数 (MHz)
- $R$  = 発生源とアンテナ基準点間の距離 (m)
- $P_f$  = 周波数毎の位相中心とアンテナ先端間の距離 (m)
- $d$  = アンテナ基準点とアンテナ先端間の距離 (m)
- $E_f$  = 発生源から距離  $R$  における電界強度 ; dB ( $\mu\text{V}/\text{m}$ )
- $V_f$  = 周波数  $f$  におけるアンテナ出力電圧 ; dB ( $\mu\text{V}$ )
- $C_{Rd}$  = 位相中心補正係数 ; dB
- $AF_{FS(f)}$  = 位相中心における電界強度に関するアンテナ係数 (自由空間) ; dB ( $\text{m}^{-1}$ )

図 6 に典型的な試験配置を示す。





- A = 回転台および供試装置支持台  
 2 X = 用いる試験距離 (3m、5m または 10m) に対応して  
 1.5m、2.5m、5m  
 $h_m$  = 試験空間の中間高さ
- a、b、c および e としては、 $\geq 0.5m$  を推奨する。  
 ( $\geq 1m$  がさらに適当) 実際の値は、引用規格 (5)  
 の FAR 較正手順に従う。  
 $d = 3m ; 5m$  または  $10m$

- 1) 供試装置の試験におけるアンテナ接続ケーブルの配置は、FARの適合性確認と同じであること。
- 2) フェライトクランプの使用は、適用すべき製品規格に従う。使用した場合、試験報告書に記載しなければならない。

図 6 FAR における典型的な試験配置

供試装置は回転台上に設置しなければならない。図 6、図 7、および図 8 は、FAR 内の異なる寸法の供試装置についての配置例を示す。回転台、アンテナ支柱および供試装置支持床は、暗室適合性評価試験と同じ配置であり、電磁波に対してできるだけ透明な材料で主に構成すること。距離  $a$ 、 $b$ 、 $c$ 、および  $e$  は、試験空間の寸法によって制限される場合がある。試験空間の底面の高さ (吸収材の高さ +  $c$ ) は、床置型機器の設置面になる (運搬用パレットは、試験空間の外側になる)。

#### 7.2.9.2.2 供試装置の位置

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

供試装置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、可能なら、10cm 間隔とする。相互接続ケーブルは束ねること。束は、約 30cm ~ 40cm の長さとし、ケーブルの長手方向に配置すること。

供試装置を動作させるために必要であるが供試装置の一部でない補助機器は、電波暗室外に置かななければならない。

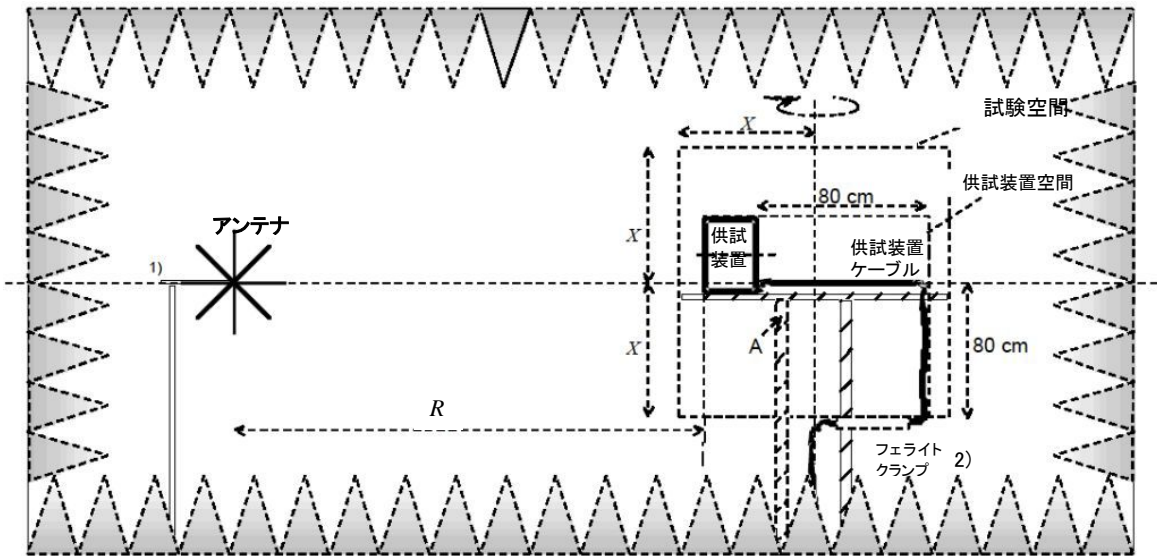
供試装置全体は、試験空間内に収まること。

測定の再現性を改善するため、次の指針を考慮すること。

供試装置（7.2.9.2.3項に従って敷設したケーブルを含む）は、その中心が試験空間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の支持台を用いてもよい。

大型の供試装置を試験空間の中心（図6、および図7）まで持ち上げることが物理的に不可能な場合、供試装置は試験中、非導電性の運搬パレットに載せておいてもよい（図8）。パレットの高さは、試験報告書に記録すること。

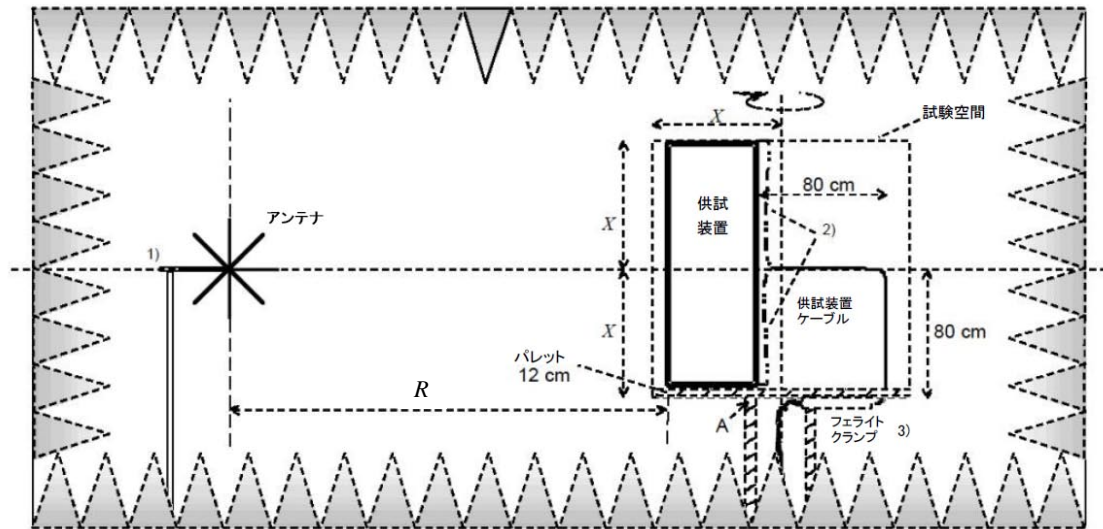
図7および図8に、FAR内での供試装置の数種類の配置を示す。



A = 回転台および供試装置支持台  
 2 X = 用いる試験距離 R に対応して  
 1.5m、2.5m、5m  
 R = 3m、5m または 10m

- 1) 供試装置の試験におけるアンテナ接続ケーブルの配置は、FARの適合性確認と同じであること(図6参照)。
- 2) フェライトクランプの使用は、適用すべき製品規格に従う。使用した場合、試験報告書に記載しなければならない。

図 7 FAR の試験空間内の卓上型装置の典型的な試験配置



A = 回転台および供試装置支持台  
 2 X=用いる試験距離 R に対応して  
 1.5m、2.5m、5m  
 R = 3m、5m または 10m  
 パレットの厚さは 12cm (10cm~14cm) とする。

- 1) 供試装置の試験におけるアンテナ接続ケーブルの配置は、FAR の適合性確認と同じであること (図 6 参照)。
- 2) ケーブルは、ケーブル取り出し口の位置に合わせて筐体表面に沿わせて配置すること。
- 3) フェライトクランプの使用は、適用すべき製品規格に従う。使用した場合、試験報告書に記載しなければならない。

図 8 FAR の試験空間内の床置型装置の典型的な試験配置

床置型装置には、設置に関わる仕様として導電性の床に直接設置・固定することを要求しているものがある。FAR 内で床置型装置を試験する際、次の点に注意するとよい。

導電性の床に直接設置・固定することを意図した床置型装置について得られた結果が、FAR 許容値を満足しない場合、実際の設置環境をよりよく模擬する金属大地面上で試験すれば、その値は低下する場合がある。特に、周波数 200MHz 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 0.4m 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、機器の本来の設置条件をよりよく模擬するために、金属大地面試験環境 (すなわち、野外試験場または 5 面電波暗室) で追加測定を行うとよい。

#### 7.2.9.2.3 ケーブルの配置および終端

EMC 試験においては、供試装置をさまざまな試験場で測定すると、ケーブルの配置およ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多い。

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 7 および図 8 参照)。理想的には、測定されたすべての妨害波が、試験空間内からの放射のみとなるようにすべきである。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。そ

のようなケーブルが使えない場合、試験中に用いたケーブルの仕様は、試験報告書に明記しなければならない。

供試装置と補助装置間または電源間に接続されるケーブルの長さは、試験空間内で、水平部分 0.8m および垂直部分 0.8m(束ねないで)でなければならない(図 7 および図 8 参照)。ケーブルの余分の長さが 1.6m±5%を超える部分は、試験空間の外部に配置しなければならない。

製造業者がケーブルとして 1.6m 未満の長さを規定している場合は、可能なら、試験空間内で長さの半分を水平に、半分を垂直に配線すること。

試験中に補助装置に接続しないケーブルは、適切に終端すること。

- ー 同軸（シールド）ケーブルは、規定のインピーダンス（50Ωまたは 75Ω）をもつ同軸終端器で正確に終端する
- ー 複数の内部導体を持つシールドケーブルは、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ノグランドとの間）およ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
- ー シールドなしのケーブルは、製造業者の仕様に従ってコモンモードおよびディファレンシャルモードの終端器で終端する。

供試装置が適切に動作するために補助装置を必要とする場合、その機器の妨害波が放射妨害波の測定に影響を与えないよう、特に注意が必要である。補助装置は、可能な限り FAR 外に置かなければならない。相互接続ケーブルによる FAR 内への無線周波妨害波の混入に対する対策を取らなければならない。

ケーブル配置を含む試験配置、接続ケーブルおよび終端装置の仕様、ならびにケーブルによる試験空間外の妨害波混入対策（例えば、フェライトクランプの使用など）は、個々の製品規格で定める。

多様な供試装置の特性のために、製品規格はこの項と異なる場合がある（例えば、参考文献（2）の 10.5 項）。

### 7.2.9.3 5面電波暗室における妨害波（30MHz～1GHz）およびイミュニティ（80MHz～1GHz）に関する共通試験配置

#### 7.2.9.3.1 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、製品規格に従って、本項に定める共通的な供試装置の配置を用いて両試験の要求事項に沿った試験を実施できる。

本項に記載する試験配置は、供試装置の放射妨害波と放射イミュニティの試験において、同一構成およ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、単純な構成の供試装置、例えば単一筐体の供試装置、複数の小型筐体の組み合わせからなる供試装置、5本未満のケーブルが接続された供試装置などに最適であると考えられる。

放射イミュニティ試験において、例えば引用規格（14）に規定されているように電界均一性を実現する必要がある場合は、供試装置と送信アンテナの間の大地面に吸収体を敷いて、要求性能を満足すること。

5面電波暗室(SAC)の正規化サイトアッテネーション(NSA)特性は、引用規格（5）の要求事項を満足すること。

注：この代替試験配置は、製品規格において測定距離3mで放射妨害波試験を実施することが許されている製品のみ適用すること。

#### 7.2.9.3.2 供試装置外縁の定義およびアンテナと供試装置間の距離

供試装置外縁は、供試装置を取り囲む仮想的な最小の長方形で定義する。供試装置間のすべての接続ケーブルは、この外縁の内側に含まれること(図13参照)。この外縁の各辺は、構成する供試装置のいずれか一つの側面に沿い、イミュニティ試験用に較正された均一電界平面(UFA)と同一平面上にあること。

放射妨害波試験と放射イミュニティ試験は、供試装置外縁の中心点から水平方向に、3m + [供試装置の最大幅の半分] の距離だけ離れた場所に受信アンテナまたは送信アンテナを配置して実施すること。供試装置からの距離を決定する際に用いるアンテナ基準点は、アンテナに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心点を基準点とする。

注：対数周期ダイポールアレイアンテナ(LPDA)では、製造者が基準点を指定できる。

#### 7.2.9.3.3 均一試験空間

均一試験空間は、以下の条件によって定義される。

- 供試装置と関連周辺装置およびケーブルは、引用規格（5）のNSA要求事項を満足する試験空間に含まれること。引用規格（5）の放射測定用代替試験場に関するNSA測定法を参照のこと。
- 供試装置と関連周辺装置およびケーブルは、試験空間に含まれ、本項に規定するように、引用規格（14）の要求事項に従う均一電界平面(UFA)に沿って配置すること。

供試装置外縁の辺の長さが異なる供試装置の試験においては、引用規格（14）の要求事項に従い2つのアンテナ位置で均一電界平面を較正すること。図13の例では、この面は供試装置の正面の長さ $b$ の面(平面1)および、側面の長さ $a$ の面(平面2)と重なる。

複数のユニットからなる供試装置を最大幅1.5mに収めるためには、UFAを以下に述べる2つの条件に従って較正するとよい。

- 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較正する。
- 回転台の中心点から0.75m前で、かつアンテナ軸に直交する平面で較正する。

較正された2つのUFA面の間に供試装置の照射面が位置する場合、以下の前提で線形補間を適用できる。

- 2つのUFA面のそれぞれに対し、引用規格(14)で定義された測定点の個数について、0dBから+6dBまでの判定基準を満足する。
- アンテナに同電力を印加する場合、2つのUFA面における0dBから+6dB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面までの距離に反比例する。

電界強度を一定にした較正においては、回転台の中心点でのUFA面に関するアンテナ入力電力(対数目盛)を $P_{c1}$ 、および回転台の中心点から0.75m前のUFA面に関するアンテナ入力電力(対数目盛)を $P_{c2}$ と表記する。それ以外の位置における供試装置表面を照射するのに必要な入力電力は、 $P_{c1}$ と $P_{c2}$ およ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(14)の6.2項、電界の較正に関する記述を参照のこと。

供試装置外縁の長辺および短辺の長さの違いが測定距離3mの20%以下(即ち0.6m以下)の場合は、図13の平面1(供試装置の最大幅の表面)に対応する距離で、1つのUFA面だけを較正すればよい。

注：上記の方法を用いる場合、供試装置の平面2は送信アンテナにより近くなることから、より高いイミュニティレベルで試験されることになる。

#### 7.2.9.3.4 共通的な放射/イミュニティ試験の配置に関する仕様

試験は、供試装置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者の指定に従うものとし、装置類は筐体の中に適切に収容すること。供試装置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7.2.5.2項の定義が適用される。

供試装置および使用される非導電性支持台は、本編の7.2.5.2項の規定に従い、供試装置を遠隔操作で回転できる回転台上に設置すること。

大地面からの供試装置の高さは、以下の要求事項に従うこと。

- 卓上型装置は、高さ $0.8\text{m} \pm 0.01\text{m}$ の非導電性支持台の上に置く(本編の7.2.5.2項参照)。引用規格(5)には、非導電性支持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、非導電性支持台の上に置くこと。設置高の規定が製品規格に存在しない場合、供試装置は、金属大地面上の高さ5cm~15cmの非導電性支持台の上に置くこと。

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

接続ケーブル、負荷装置および周辺装置は、供試装置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。同一型式の複数の接続端子がある供試装置では、負荷装置あるいは周辺装置を典型的な個数接続すること。ただし、例えば予備試験などで接続端子

の負荷および周辺装置の個数を増やしても、妨害波レベルが大幅に増加しない(即ち 2dB を超えない)か、あるい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れば、これらの装置の個数は 1 個で十分である。接続端子の構成と負荷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および負荷の個数は、これらを追加することで許容値に対するマージンが大幅に変化(例えば 2dB)しなくなるまで増やすこと。

注 1: 場合によっては、装置、負荷装置、接続装置およびケーブルの最適構成は、放射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、供試装置の共通配置を実現するために、供試装置の構成に何らかの変更が必要になることがある。

ケーブル配置および終端条件は以下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。
- 製品の妨害波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、妨害波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妨害波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は少なくとも 1m とすることで実現できる(ただし、製造者がこれより短いケーブルの使用を指定した場合を除く)。余分な長さのケーブルを、ケーブルのほぼ中央で長さ 30cm~40cm に束ねる。製品妨害波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、以下の配置を適用する。
  - 一 卓上型供試装置(図 9 と図 10)では、均一電磁界の試験空間から出る供試装置のケーブルは、試験空間内で全長 1m(±0.1m)を電磁界に曝露させ、その後床に垂らすこと。供試装置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 0.4m 離すこと。相互接続ケーブルを大地面から距離 0.4m 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 30cm~40cm の長さの束にして調節するものとする。製造者指定の最大ケーブル長が、卓上型装置(高さ 0.8m の供試装置台に置かれる)から大地面に垂れ下がる長さを含めると、水平に 1m 伸ばす余裕がない場合、ケーブル長から 0.8m を差し引いた残りを水平に配置するものとする。
  - 一 床置型供試装置(図 11 と図 12)では、電磁界均一試験空間から出るケーブルが、試験空間の内側で少なくとも 0.3m 水平方向に配置した後、典型的な実使用状態(床から入出力ポートまでの高さ)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 10cm 大地面から離して絶縁すること。

供試装置の筐体間の相互接続ケーブルの扱いは、さらに以下に従うものとする。

- 製造者指定のケーブル型式とコネクタを使用すること。
- 製造者指定のケーブル長が 3m 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 1m(±0.1m)とし、卓上型装置の場合は余分なケーブルを長さ 30cm~40cm の束にし(図 9 と図 10 参照)、床置型装置の場合は長さ約 1m の束にする(図 11 と図 12 参照)。
- 指定されたケーブル長が 3m を超える場合、あるい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 1m とする。余分な長さは試験空間の外に引き出すこと。卓上型装置と床置型装置の組み合わせからなる供試装置の場合、各装置はそれぞれの規定された配置に従い、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。
- 補助装置で終端されていない接続ケーブルに対しては、ケーブルに接続される補助装置



- を模擬するディファレンシャルおよびコモンモードのインピーダンスで終端すること。
- 何も接続されていないケーブルは、以下のように終端してもよい(本編の 7.2.5.2 項も参照)。
    - － シールド付き同軸ケーブルは、同軸終端器(通常  $50\Omega$  または  $75\Omega$ )で終端すること。
    - － 複数の内部芯線を有するシールド付きケーブルは、供試装置製造者の仕様に従って、コモンモードおよ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、内部芯線全体あるいは芯線のディファレンシャルモード終端器とケーブルシールド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、 $150\Omega$  のコモンモード終端器を使用すべきである。
    - － シールドなしのケーブルは、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。

注 2 : 試験を容易にするために、製造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すべてのケーブルは、この項に従って、さらにコモンモードインピーダンス  $150\Omega$  で暗室の壁あるいは床と終端すべきである。

本編の 7.2.5.2 項については、以下の項目を配慮すべきである。

- 供試装置を適切に稼働させるために関連装置(AE、注 3 参照)が必要な場合、AE が放射妨害波測定あるい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。電波暗室の遮蔽を確保できるのであれば、試験中に AE を暗室の外に置いてよい。この場合、相互接続ケーブルを通じて電波暗室内外に電波が漏れないように対策する必要がある。

注 3 : 関連装置(AE)は、供試装置を稼働させるために必要な機器を意味する(例えば通信ネットワークを模擬する装置類)。AE によっては、物理的に試験環境の外側に配置できる場合がある。

- AE からの不要放射を抑止するための他の手段や装置は、暗室の外あるいは床下に配置すること。
- ケーブル配置、接続ケーブルとその終端の仕様、および試験空間の外にある AE からの放射を抑止する手段などに関する試験構成および配置は、試験報告書に明確に記述すること。

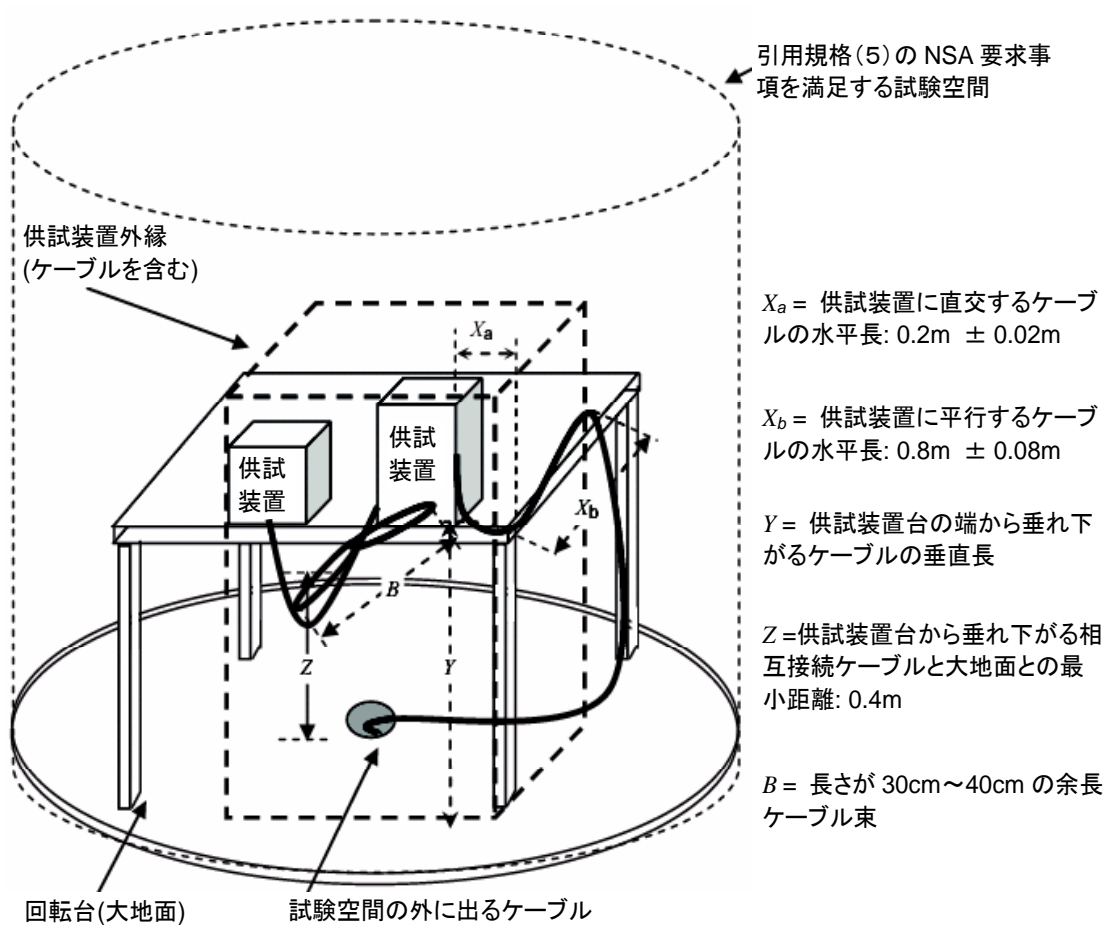


図 9 卓上型装置の試験配置

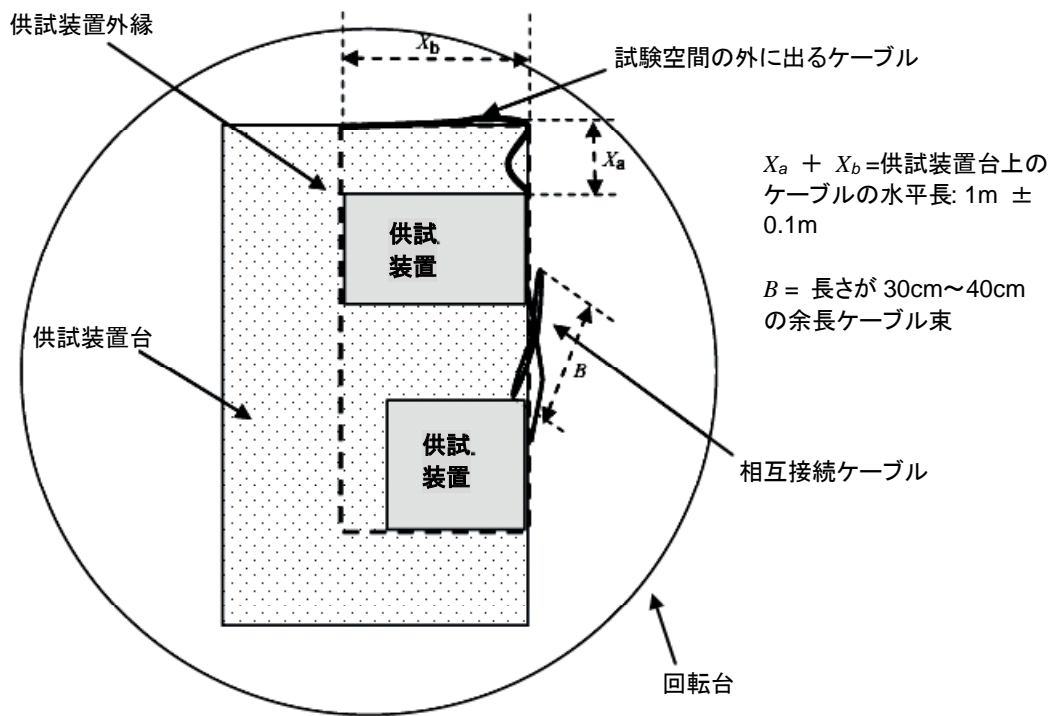


図 10 卓上型装置の試験配置、上面図

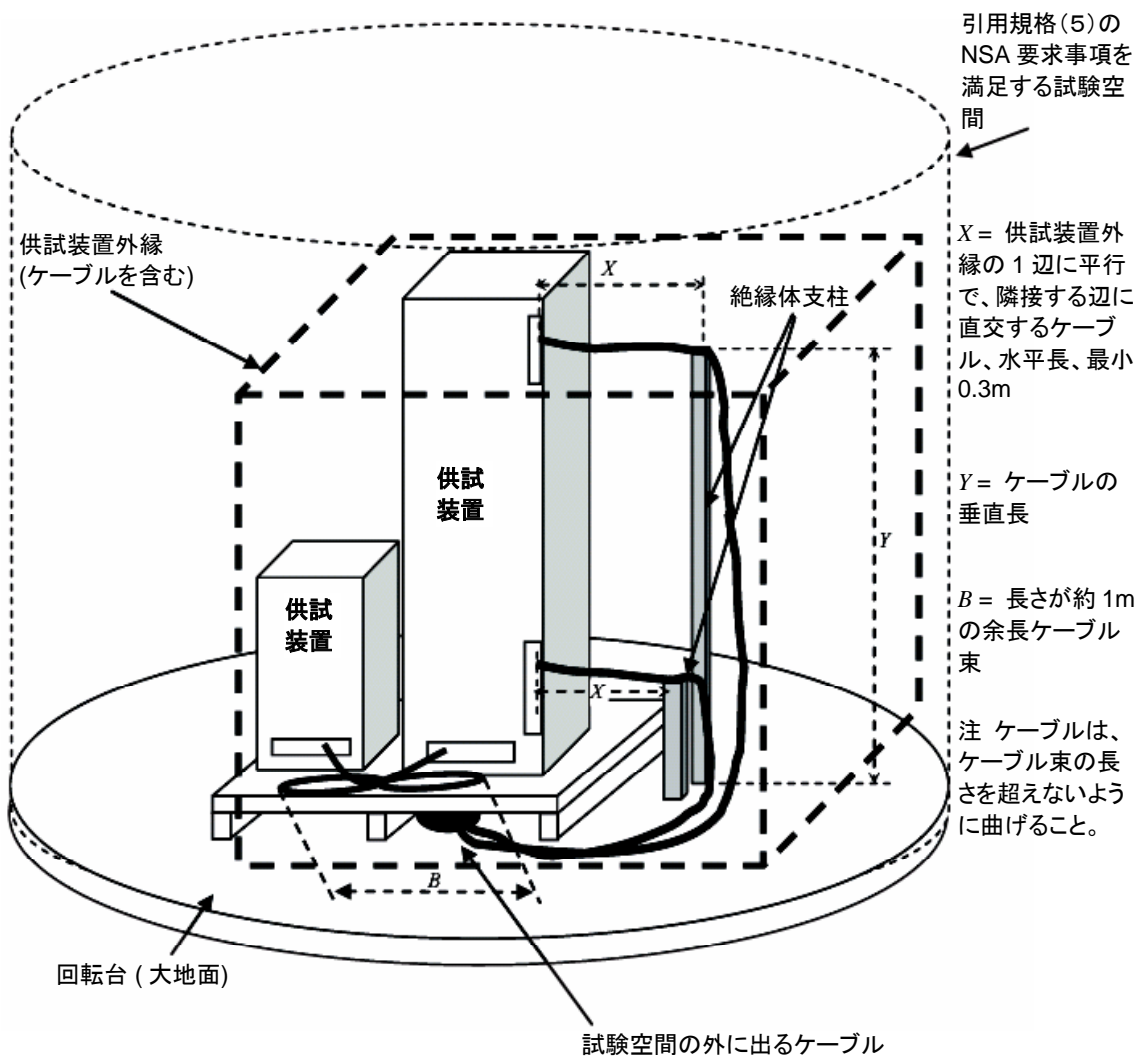


図 11 床置型装置の試験配置

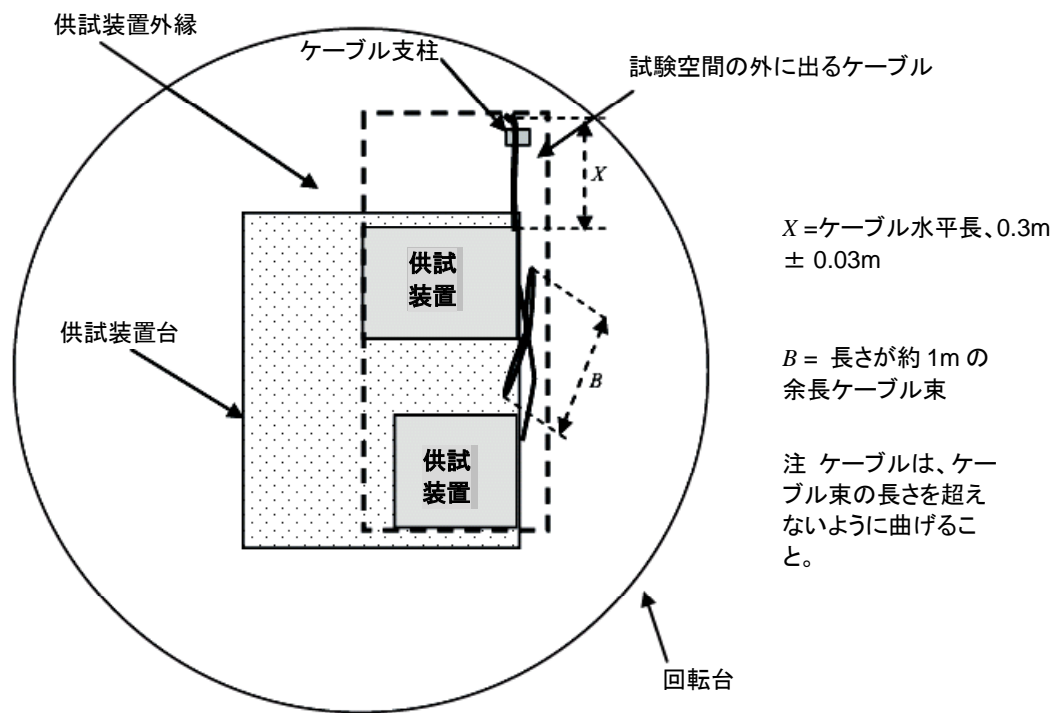


図 12 床置型装置の試験配置、上面図

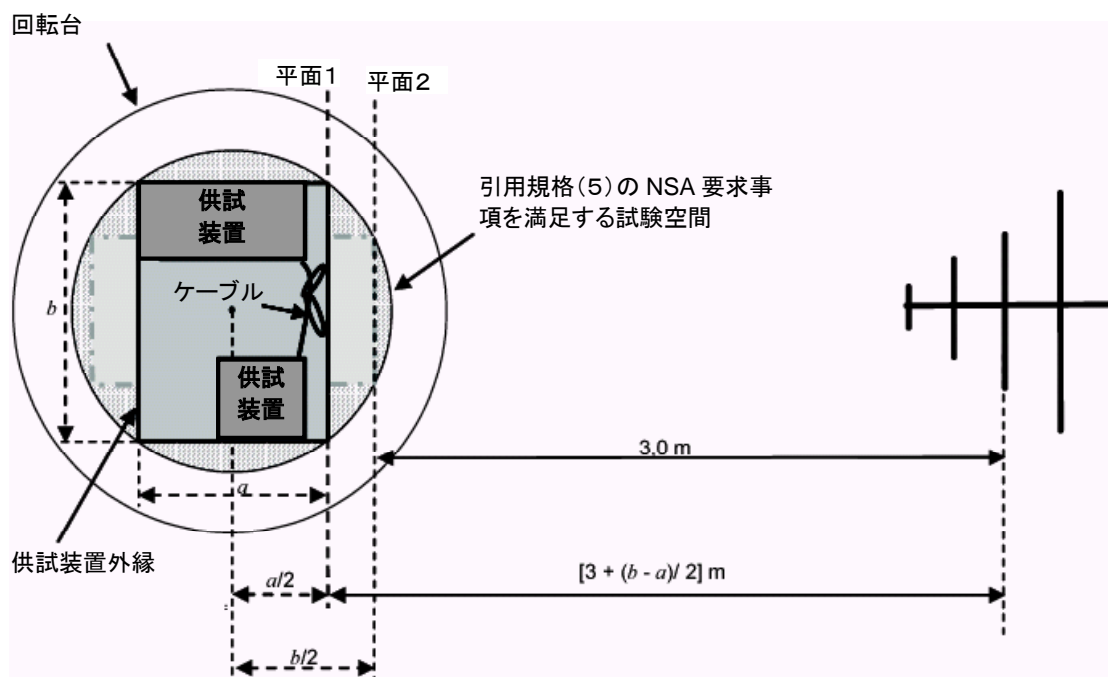


図 13 均一電界較正面の位置関係、上面図

相互接続ケーブルを含む供試装置外縁は、NSA 要求事項を満足する試験空間の内側に収めること。

妨害波/イミュニティ試験の共通配置を実現するには、供試装置外縁を  $0^\circ$ 、 $90^\circ$ 、 $180^\circ$ 、 $270^\circ$  に回転した時、外縁の最大辺と最小辺に対応する 2 つの垂直面で電界強度を較正すること。これら 2 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平面 2 の間に配置すること。較正面が 1 つのみの場合 (即ち、外縁の隣り合う 2 辺の寸法差が 0.6m 未満である場合) は、吸収体は送信アンテナと較正面の間に配置すること。

### 7.3 1GHz から 18GHz までの周波数範囲における電磁界強度測定

#### 7.3.1 測定量

測定する量は、測定距離の位置にある供試装置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。

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

$$E_{(3m)} \text{ dB}(\mu\text{V}/\text{m}) = \text{ERP dB}(\text{pW}) + 7.4$$

3m 以外の距離  $d$  (m) では、以下の通りである。

$$Ed \text{ dB}(\mu\text{V}/\text{m}) = \text{ERP dB}(\text{pW}) + 7.4 + 20\log(3/d)$$

### 7.3.2 測定距離

供試装置から放射される電界強度の測定距離は、3mを推奨する。

測定距離 $d$ は、供試装置の外縁と受信アンテナ基準点の間の水平距離である(図15参照)。供試装置は、ケーブルラックおよび支持設備や30cm以内のケーブルを含む供試装置のすべての部分を包含する。

以下のような状況では、他の距離を適用することもある。

- 一 周囲雑音が高い場合や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。

注：供試装置からの主要な妨害波は、非干渉的であり、点波源からの放射波と見なすことができるため、上に示す最短距離( $D^2/2\lambda$ )の $D$ は、供試装置ではなく測定アンテナの開口面寸法とする。

- 一 大きな供試装置の場合に、供試装置がアンテナビーム内に含まれるようにするには、より長い距離を適用することがある。

3m以外で測定を行う場合(上記参照)、距離は1m以上で、かつ10m以下であること。

このような場合、自由空間伝搬を前提として、測定データを距離3m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一致しない。本試験方法を利用する規格や要求事項は、推奨測定距離を明らかにすべきである。

### 7.3.3 供試装置(EUT)の試験配置と動作条件

一般的な指針として、供試装置の試験配置および動作条件は1GHz未満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、供試装置の典型的な配置(例えば、卓上、床置き、ラックマウント、壁掛け、等)の代表的なものとする。

1GHz以上の測定では、一般的にアンテナと供試装置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べきである。可能であれば、1GHz以上の放射測定において、供試装置は吸収体の高さより高く上げるべきである。もし供試装置全体を吸収体の高さに上げることができなければ(例えばラックマウントや床置きの装置)、放射源が吸収体より高く置かれるように供試装置の構成を(例えば棚またはシャーシー内で)変更するように試みるべきである。供試装置は、引用規格(5)の5.8.2.2項に適合する試験空間内になければならない。もし、供試装置また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、あるいは安全でない場合は、供試装置のうち吸収体に隠れる部分が30cm以下になるように配置すること(以下の7.3.6.1項と図14参照)。

実際に行った供試装置の構成と試験配置を、試験報告書に記録すること。また、試験設備の床または回転台の表面、床に置いた吸収体(高さと場所)、および受信アンテナに対す

る供試装置の配置を明らかに示す写真または図を添付すること。

#### 7.3.4 試験場

試験場は、引用規格（5）の8.2項の要求事項を満足すること。

#### 7.3.5 測定機器

測定機器は、引用規格（3）の8.2項と引用規格（5）の4.6項の要求事項を満足すること。

尖頭値許容値に関する適合性確認のための測定は、引用規格（3）の8.2項で規定する帯域幅1MHz（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または受信機を用いて行なうこと。

平均値許容値に関する適合性確認のための測定は、帯域幅1MHz（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（3）の8.2項 c) 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、被測定入力の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1kHzの場合、ビデオ帯域幅を1kHz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、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。

#### 7.3.6 測定手順

##### 7.3.6.1 1GHz以上の放射妨害波の電界強度測定方法

1GHz以上の放射妨害波の測定は、図14に示すように供試装置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。



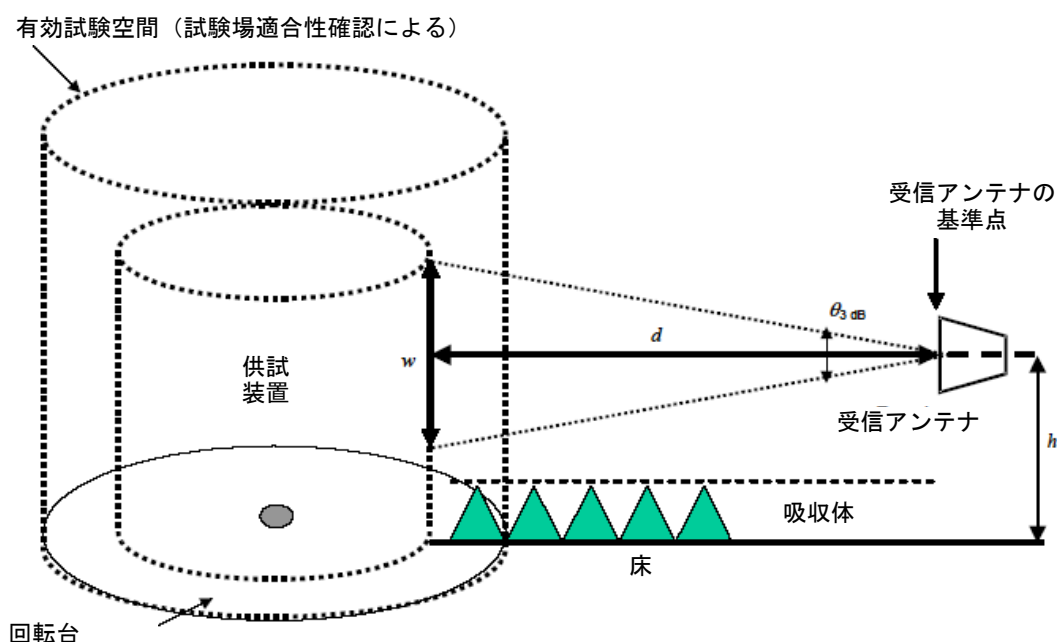


図 14 1GHz 以上の測定方法

図14に示した用語の定義

有効試験空間: 試験場の適合性確認試験で有効と判断された供試装置空間(引用規格(5)の 5.8.2.2項参照)。この空間によって試験できる供試装置の最大寸法が制限される。

供試装置: ケーブルラックと長さが少なくとも30cmのケーブルを含み、実際の供試装置全体を包含する最小直径の円筒空間。供試装置を有効試験空間内に設置し、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)。供試装置が床置きで、かつ吸収体の高さより上に上げられない場合、以下に定義する $w$ の内30cmまでは床の吸収体に隠れてもよい(7.3.3項参照)。

$\theta_{3dB}$ : 対象とする各周波数における受信アンテナのE-面またはH-面の3dB 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)。供試装置の最大外縁と、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 $\theta_{3dB}$ により包含される供試装置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(10)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。

$$w = 2 \times d \times \tan(0.5 \times \theta_{3dB}) \quad (10)$$

$w$ は、少なくとも表2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2に許容できる $w$ の最小値 ( $w_{\min}$ ) を示す。この値は、表の $\theta_{3\text{dB}(\min)}$ 値と、7.3.2項で規定した最小測定距離1mに基づき、式(10)から算出したものである。実際に使用する測定距離 $d$ およびアンテナ型式は、測定周波数全てにおいて $w$ が表2の値以上になるように選択すること。表2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 2  $w$  の最小値 ( $w_{\min}$ )

周波数 (GHz)	$\theta_{3\text{dB}(\min)}$ (deg)	$w_{\min}$ (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

注1：長さ $w$ は、表2の最小値以上であること。また、他のアンテナおよび距離を使用してもよいが、式(10)から計算される $w$ の値は、表2の最小値 $w$ よりも大きいこと。

注2：両偏波の測定により、受信アンテナのそれぞれの高さで、面積 $w^2$  (m<sup>2</sup>)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。

注3：場合によっては、 $w$ の範囲内に供試装置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。

注4：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。

注5：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、少なくとも以下の2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または特異な指向性、および、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供試装置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。

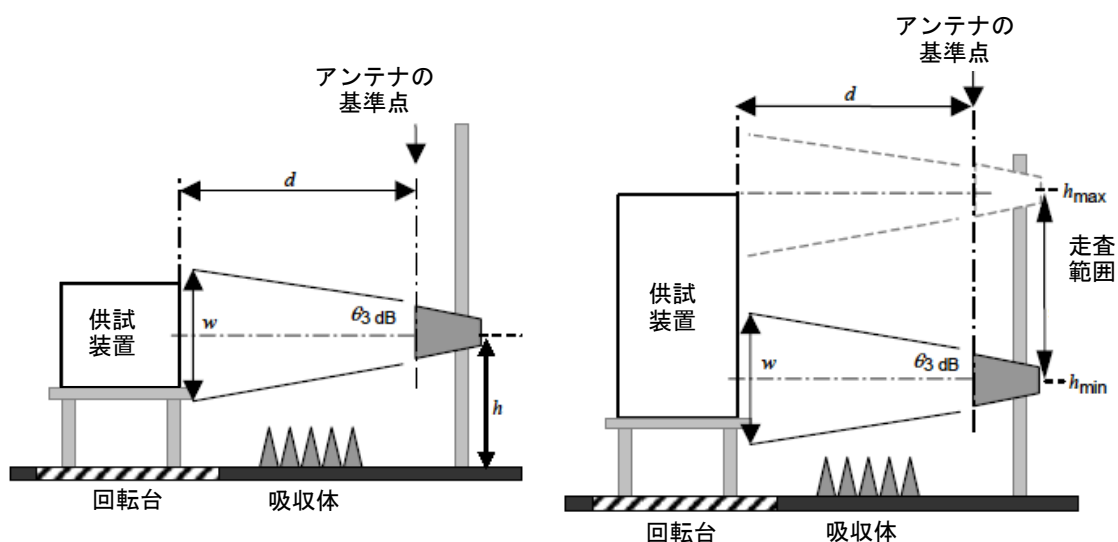
表3に、3種のアンテナについて、1m、3m、および10mの測定距離で式(10)から算出した $w$ 値の例を示す。

表 3 3種のアンテナに関する  $w$  の値の例

周波数 GHz	DRG Horn				LPDA or LPDA-V *			
	$\theta_{3dB}$ (°)	$d = 1m$ $w$ (m)	$d = 3m$ $w$ (m)	$d = 10m$ $w$ (m)	$\theta_{3dB}$ (°)	$d = 1m$ $w$ (m)	$d = 3m$ $w$ (m)	$d = 10m$ $w$ (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

\* 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  $\theta_{3dB}$  および  $w$  の値は、LPDA および 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。

供試装置の0~360度回転とともに受信アンテナの高さ方向を移動することで、最大放射を測定できる。図15に、2つの典型的な供試装置について、高さ方向の移動範囲を示す。



a)  $w$  が供試装置高さを包含する場合（固定高での測定）      b)  $w$  が供試装置高さを包含しない場合（高さ走査が必要）

図 15 2つの異なる供試装置に関するアンテナ高走査範囲

供試装置の垂直方向の最大長が  $w$  以下の場合、受信アンテナの中心は供試装置の中心と同じ高さにする（図15 a）。

供試装置の垂直最大長が $w$ よりも大きい場合、図15 b)に示すように、アンテナの中心を垂直に走査すること。走査範囲 $h$ は、1mから4mである。もし、供試装置の高さが4m以下なら、供試装置の高さ以上に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、あるいは走査した高さ範囲を試験報告書に記録すること。

注：上記によってアンテナ高走査が必要な場合、最大放射を得るために、必要な高さ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、最大放射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、供試装置が $w$ 内に完全に収まっていなくてもよい。供試装置の幅が $w$ より大きい場合、供試装置の水平方向の中心を測定軸に置き、供試装置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。

#### 7.3.6.2 一般的な測定手順

どのような供試装置でも、まず予備測定を行い（7.3.6.3項参照）、最大値を示す周波数を検出する。その後、本測定を行う（7.3.6.4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。何らかの理由により、規定の距離と異なる距離で本試験を行う場合は、先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、近距離での測定、高利得アンテナを使ってもよい。近距離測定あるいは高利得アンテナを利用する場合は、供試装置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、測定装置の焼損や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、低域通過および高域通過型フィルタの組み合わせを使うことができる。その場合、測定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、測定装置の入力端（もし、前置増幅器が使用されているならばその入力端）に10dB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10dB減衰することを確認することである。

#### 7.3.6.3 予備測定手順

供試装置の規定の動作条件における最大放射妨害波は、予備測定で見つけられるかもしれない。本項の手順は参考例である。規定の測定条件は、7.3.6.4項に列記する。

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。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のみ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こと。

放射妨害波を求める予備測定手順のガイドラインは、以下の通りである。

- a) 測定器は、尖頭値検波および最大値保持モードに設定し、アンテナの使用可能周波数全域に亘って周波数掃引モードを適用すること。
- b) 妨害波を確実に捕捉できるように、適切な掃引時間に設定すること。
- c) スペクトラムアナライザまたは妨害波測定器の表示ノイズレベル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) 連続または15°以下の単位で供試装置を水平面内で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) スペクトラムアナライザの掃引時間は、回転台が15°回転するまでに、選択周波数範囲全体を掃引できるように設定すること。もし、回転台の回転速度が速く、スペクトラムアナライザの掃引完了までに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、スペクトラムアナライザの掃引時間を短くして、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、7.3.6.1項および図15によって必要とされるすべてのアンテナ高、および、供試装置の様々な動作条件に対して、上記a)~e)の方法を適用してもよい。
- g) 上記a)~d)により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、周波数掃引幅を狭め（一般的に5MHz以下）、アンテナ高およ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10dBの範囲内にある妨害波のすべての周波数について、上記の狭い周波数掃引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。

#### 7.3.6.4 本測定の手順

予備測定で最大放射が確認された配置（アンテナ高、供試装置の向き等）で、規定の測定距離における供試装置からの妨害波の電界強度を測定する。（供試装置の最大放射方向は、受信アンテナに向いている）

この本測定では、スペクトラムアナライザの掃引時間を周波数掃引範囲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。この掃引時間は、供試装置の動作条件や時定数を考慮して、各製品あるいは製品群ごとに規定すべきである。

この本測定では、予備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。

本測定は、規定されたすべ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のみで、規定されたすべての許容値への適合性を判断できることがある。

もし、予備測定で最大放射を発生する供試装置の条件（アンテナ高さ、供試装置の方位、動作条件など）を決めることができなければ、以下の測定を行わなければならない。

- a) 供試装置の垂直最大長が $w$ 以下である場合、受信アンテナの中心を、供試装置中央の高さに取りつけること（図15 a参照）。
- b) 供試装置の垂直最大長が $w$ より大きい場合、アンテナ高の走査は、7.3.6.1項で指定されている走査範囲（上限また下限まで）に従って実施しなければならない。
- c) すべての事例で、最大放射を見つけるために、供試装置を、 $0^\circ$  から $360^\circ$  まで回転しなければならない。そして、水平および垂直偏波の両方で測定を実施しなければならない。

要約すると、1GHz以上の本測定は、以下の規定の測定によって最大放射レベルを求めることである。そのうちのいくつかの規定は、予備測定によって実行されることがある。

- 1) 回転台の回転により、供試装置を水平面内で $0^\circ$  から $360^\circ$  回転させること。または、受信アンテナを供試装置の全周囲に移動しなければならない。
- 2) もし、供試装置が垂直方向で $w$ よりも高ければ、受信アンテナの高さを走査しなければならない。
- 3) 水平および垂直偏波の両方で測定しなければならない。

#### 7.3.6.5 APD測定の手順

妨害波の振幅確率分布 (APD) 測定によって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、引用規格（10）の4.7項に説明されている。

製品規格が指定すれば、APD 測定を妨害波試験の本測定に利用することができる。このAPD 測定は、供試装置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。

測定は、以下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  $p_{\text{limit}}$  に対応する妨害波レベル  $E_{\text{meas}}$ （単位は dB( $\mu\text{V}/\text{m}$ )) を測定する（方法1、本編7.3.6.5.1項参照）。第2の方法では、妨害波レベルが指定された値  $E_{\text{limit}}$ （単位は dB( $\mu\text{V}/\text{m}$ )) を超える時間確率  $p_{\text{meas}}$  を測定する（方法2、本編7.3.6.5.2項参照）。これら2つの測定方法の詳細を付則Cの図に示す。

製品規格は方法1と方法2の何れかを選択する。AD変換器を含まないAPD測定器は、方法2のみに使用できる。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。

対になる許容値 ( $E_{\text{limit}}$  と  $p_{\text{limit}}$ ) の個数と値は、製品規格が指定する。なお、製品規格によっては、APD 許容値とともに尖頭値許容値を規定することがある。

#### 7.3.6.5.1 方法1 妨害波レベルの測定

この測定は、以下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分解能帯域幅 (RBW) とビデオ帯域幅 (VBW) は、引用規格 (3) (周波数 1GHz 以上の測定器) に従い設定する。
- 2) 高い妨害波電界強度の周波数を見つける。これには、対象とする周波数帯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際は、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されることがある。従って、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、平均値検波器または多重掃引によるデジタル平均化機能を用いる追加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、製品規格により指定される。
- 4) スペクトラムアナライザの中心周波数を、本手順の 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、本手順の 2) で得られた最大妨害波レベルより少なくとも 5dB 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が変動する場合、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 1MHz 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  $-6\text{dB}$  以上となる周波数では、より狭い周波数間隔 (例えば 0.5MHz) 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、本手順の 3) で決定した測定周波数のうち、別の周波数に移す。すべての測定周波数に対する APD 測定を終えるまで手順 4) ~6) を繰り返す。
- 8) 手順 6) の結果から、指定された時間確率  $p_{\text{limit}}$  に関する妨害レベル  $E_{\text{meas}}$  (単位は  $\text{dB}(\mu\text{V}/\text{m})$ ) を読み取る。
- 9) 妨害波レベル  $E_{\text{meas}}$   $\text{dB}(\mu\text{V}/\text{m})$  を、許容値  $E_{\text{limit}}$   $\text{dB}(\mu\text{V}/\text{m})$  と比較する。すべての測定周波数で  $E_{\text{meas}}$  が  $E_{\text{limit}}$  以下であれば、その供試装置は規格に適合していると判断する。

#### 7.3.6.5.2 方法2 — 時間確率の測定

この測定は、以下の手順を用いて実行すること。

方法 2 の手順 1)、2)、3)、4)、5) および 7) は、方法 1 (7.3.6.5.1 項) と同じ項番の手順と同一である。

方法 2 の手順 6)、8)、9) を以下のように変更する。

- 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（あるいは、指定されたレベルに関する時間確率  $p_{\text{meas}}$  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  $E_{\text{limit}}$  (単位は dB( $\mu$ V/m)) を超える時間確率  $p_{\text{meas}}$  を読み取る。
- 9)  $p_{\text{meas}}$  を許容値  $p_{\text{limit}}$  と比較する。すべての測定周波数で  $p_{\text{meas}}$  が  $p_{\text{limit}}$  以下であれば、その供試装置は規格に適合していると判断する。

#### 7.4 30MHz から 18GHz までの周波数範囲における置換測定法

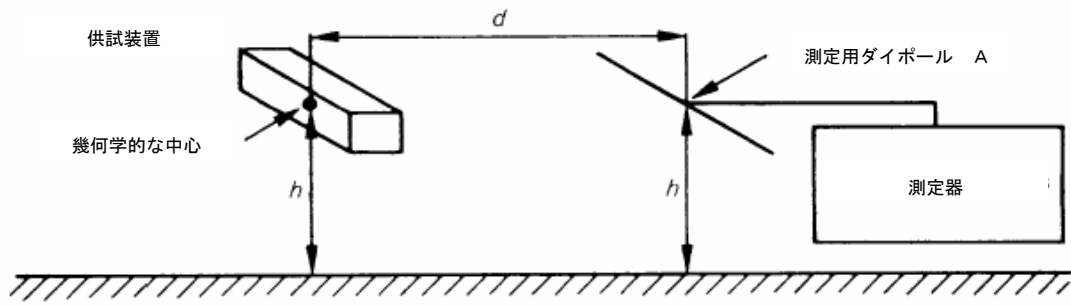
この方法は、配線および回路系を内部に包含した供試装置の筒体から放射される妨害波を測定するためのものである。供試装置には、何ら接続端子が無いものや、電源やその他の外部接続用の一つまたは複数の接続端子を持つものがある。

置換法は、製品規格が規定すれば、1GHz から 18GHz までの周波数帯の放射妨害波測定に利用されることがある。

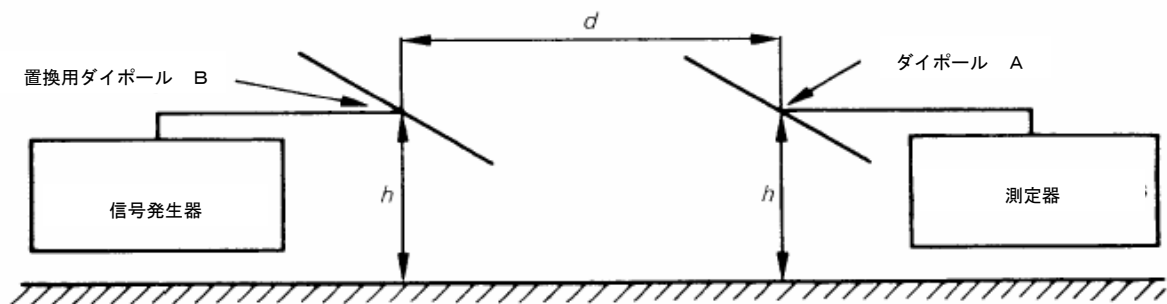
##### 7.4.1 試験場

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、供試装置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。





a) 測定



b) 較正

図 16 測定方法 — 置換法 (7.4.1 項および 7.4.3 項参照)

2本の半波長ダイポールアンテナ(7.4.2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1m以上でかつ同じ高さとし、距離 $d$ だけ離して設置する。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100mm動かしても測定用受信機の指示が $\pm 1.5\text{dB}$ 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。

もし供試装置に対して垂直偏波の測定も必要ならば(7.4.3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。

#### 7.4.2 試験用アンテナ

図16の試験用アンテナAおよびBは、上記のように半波長ダイポールアンテナとする。1GHz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。

1GHz から 18GHz 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。

#### 7.4.3 供試装置の配置

供試装置は、水平面内で回転できるようにした非導電性の供試装置台に載せる（図 16 参照）。もし供試装置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。取り外し可能な供試装置の接続線は、動作に悪影響が無ければ取り外してもよい。必要ならば接続線に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線すること。遮蔽された供試装置では、使用しない全ての接続端子に遮蔽された終端器を接続すること。

#### 7.4.4 試験手順

供試装置は 7.4.3 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時と同じ場所に設置すること。ダイポールは、その中心と供試装置の中心を通る鉛直平面に垂直におくこと。まず、供試装置を通常の使用状態の配置で測定し、次に 90° 倒して通常の鉛直側面を下にして測定する。この各々の配置で、供試装置を水平面内で 360° 回転し、最大指示値 Y をこの供試装置の特性値とすること。

測定系の較正は、供試装置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供試装置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、さらに信号発生器に接続すること。個々の周波数において、供試装置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供試装置の最大指示値 Y に等しくなるように信号発生器を調節した時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。

測定を水平および垂直偏波に対して行う場合は、その 2 つの偏波の各々に対して上記の測定系の較正を行わなければならない。

### 7.5 設置場所における機器の測定

#### 7.5.1 設置場所測定の適用および準備

設置場所における測定は、特定の場所、例えば、電気機器がその付近で受信障害を発生していると疑われる場所で、障害調査の際に必要なになる。

関連する製品規格により許容され、技術的理由により標準の試験場で放射妨害波の測定が不可能ならば、製品の適合性評価のために設置場所における測定をしてもよい。設置場所測定が認められる技術的理由とは、供試装置の寸法および／または重さが過度であるか、供試装置の試験設備への相互接続が標準試験場において高価となりすぎる場合である。供試装置の設置場所における測定結果は、設置場所で異なり、または標準試験場で得られる結果とも異なるため、型式適合試験には使用できない。

注 1：一般に、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／供試装置間の相互結合があり、さら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 (5) で規定する適切な試験場（野外試験場または代替試験場、例えば 5 面電波暗室）での測定に完全に置き換わるわけではない。

対象とする供試装置は、通常一つまたはそれ以上の機器および／またはシステムからなり、設置場所の設備の一部、またはその設備に接続されている。

供試装置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または工業地域の境界が基準点となる場合がある。

予備測定では、供試装置内の可能性のある妨害波源（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および周波数を特定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スペクトラムアナライザを測定用受信機の代わりに使用することが推奨される。妨害波の周波数および振幅の特定には、電流プローブを接続ケーブルに取り付けるか、または近傍界プローブ若しくは測定用アンテナを供試装置に近接して設置することが推奨される。

選択した周波数で測定を行い、可能ならば、供試装置が最大の妨害波電磁界強度を発生する動作条件を決定しなければならない。その後、これらの動作条件で供試装置の妨害波測定を行うこと。

注2：供試装置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。特にもし他の機器が周期的に動作する場合は、これらの条件は時間に依存するであろう。このような場合、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が望ましい。

妨害波が最大になる方向を決定するために、選択された各周波数について、ほぼ同一の測定距離で供試装置の周りを測定しなければならない。供試装置は、少なくとも異なる3方向で試験することが望ましい。各周波数における妨害波電磁界強度の本測定は、周囲条件を考慮して、妨害波の電磁界強度が最大になる方向（これは、周波数によって変化してもよい）で行わなければならない。

最大の妨害波電磁界強度は、アンテナを垂直および水平偏波に配置して測定すること。

## 7.5.2 9kHz から 30MHz までの周波数範囲における電磁界強度の測定

### 7.5.2.1 測定方法

供試装置の妨害波が最大になる動作条件で、かつ最大放射方向で妨害波磁界強度を測定しなければならない。

引用規格(5)の4.2.1項に規定されたループアンテナを高さ1m（地面とアンテナの最下端の間隔）で、かつ規定の測定距離  $d_{\text{limit}}$  に設置し、アンテナを回転させて水平偏波の妨害波磁界の最大強度を測定すること。

注：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  $377\Omega$  を乗算することにより、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查し、測定することができる。

#### 7.5.2.2 規定の距離以外の測定距離

製品規格または共通規格に規定されている測定距離  $d_{\text{limit}}$  を確保できない場合は、最大放射方向で規定の距離より短いか、または長い距離で測定すべきである。

この場合、異なる少なくとも3つの測定距離で測定すること。

測定結果（デシベル表示）を測定距離の対数値に対して図示し、測定結果を近似する一本の直線を引くこと。この線は、磁界強度の距離減衰特性を示し、測定した距離以外、例えば規定の測定距離における妨害波磁界強度の決定に用いることができる。

#### 7.5.3 30MHz を超える周波数範囲における電磁界強度測定

##### 7.5.3.1 測定方法

妨害波電界強度を、妨害波が最大になる供試装置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、水平および垂直偏波の最大妨害波電磁界強度を、実行できる限り1m~4mの高さで測定し、最大値を求めること。

200MHz までの周波数範囲ではバイコニカルアンテナを用いて測定し、200MHz 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、2m を超えることが望ましい。

##### 7.5.3.2 規定の距離以外の測定距離

規定の測定距離  $d_{\text{std}}$  は、製品規格また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、7.5.2.2 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。各測定点でアンテナを高さ方向に走査すること。規定の距離  $d_{\text{std}}$  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、7.5.2.2 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、距離をビル外壁または建物境界を基準にする場合、測定結果を（5）式を用いて規定の距離に換算しなければならない。

$$E_{\text{std}} = E_{\text{mea}} + n \times 20 \times \log \frac{d_{\text{mea}}}{d_{\text{std}}} \quad (5)$$

ここで、

$E_{\text{std}}$  は、許容値との比較に使用する規定の距離における放射妨害波の dB ( $\mu\text{V}/\text{m}$ ) 表示の電界強度値

$E_{\text{mea}}$  は、測定距離における dB ( $\mu\text{V}/\text{m}$ ) 表示の電界強度値

$d_{\text{mea}}$  は、メートル表示の測定距離

$d_{\text{std}}$  は、メートル表示の規定距離

$n$  は、次のように、距離  $d_{\text{mea}}$  に依存する。

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

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

もし、 $3\text{m} \leq d_{\text{mea}} < 10\text{m}$  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。

3m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、かつ測定距離がビルの外壁または敷地の境界を基準にしないために(5)式を使用できない場合、電界強度は、妨害波の放射電力を測定することにより、決定することが望ましい(7.5.4項参照)。

#### 7.5.4 設置場所における妨害波の実効放射電力測定(置換法による)

##### 7.5.4.1 一般測定条件

もし、供試装置の妨害波放射を止めることができ、かつ供試装置を置換測定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。

供試装置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、置換法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(7b)参照)。供試装置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。

供試装置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供試装置の妨害電界強度よりも、放射レベルが少なくとも20dB低い近傍周波数において置換測定を行うことにより、供試装置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または2倍の範囲内を意味する)。可能ならば、使用する周波数は、無線業務に干渉を起ささないように選ぶべきである。

##### 7.5.4.2 30MHzから1000MHzまでの周波数範囲

###### 7.5.4.2.1 測定距離

測定距離  $d$  は、測定が遠方界でなされるように選択しなければならない。一般的に次の様であるならば、この要求事項を満たす。

a)  $d$  が  $\frac{\lambda}{2\pi}$  より大きく、かつ

b)  $d \geq \frac{2 \times D^2}{\lambda}$  (6)

ここで

$d$  は、測定距離(m)

$D$  は、ケーブルを含めた供試装置の最大寸法(m)

$\lambda$  は、波長(m)

または、条件 a) および b) に関係なく、測定距離  $d$  が 30m 以上であれば、近似的に遠方界とみなせる。

遠方界では、式(5)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、7.5.3.2項の手順を使用して、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と見なせる。

#### 7.5.4.2.2 測定方法

妨害波の実効放射電力は、供試装置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、7.5.4.2.1項により選択すること。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1m~4mの範囲で変化させて決定すること。

次に以下のステップ a) ~f) に従って測定を行うこと。

- a) 供試装置は、接続をはずして撤去する。その場所に、置換アンテナとして、半波長ダイポールアンテナまたは類似の放射特性を持つ相対利得  $G$  のアンテナを設置する。  
もし供試装置を撤去することが現実的にできないならば、約150MHzより低い周波数範囲では供試装置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(バイコニ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供試装置近傍に置くこと。近傍とは、供試装置から3m以内の範囲である。
- b) 最大妨害波の周波数で動作する信号発生器により、半波長(または広帯域)ダイポールに給電すること。
- c) 供試装置を撤去できる場合、半波長ダイポール(または広帯域アンテナ)の供試装置の範囲内における位置、および偏波面は、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。供試装置を撤去できない場合、可能であれば供試装置の電源を切り、アンテナを供試装置の周囲3mの範囲内で最大電界強度を指示する状態に設置すること。
- d) 供試装置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) 供試装置を含む建物の前面が大きな平面であるならば、その平面の前およそ1mの所に置換アンテナ(半波長ダイポール)を置くこと。その位置は、置換アンテナと測定用アンテナを結ぶ直線が建物壁面に対して垂直になるように選択すべきである。

置換アンテナを含み、かつ測定軸に対して垂直な仮想平面までの距離、置換アンテナの高さおよび偏波は、測定用受信機が最大電界強度を示すように調節すること。

- f) 信号発生器の出力は、上述した d) に従って調節すること。

供試装置を撤去できる場合および供試装置を含む建物の前面が平面的でない場合、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。

$$P_r = P_G + G \quad (7a)$$

供試装置を含む建物の前面が大きな平面とみなせる場合、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。

$$P_r = P_G + G + 4 \text{ dB} \quad (7b)$$

ここで

$P_r$  実効放射電力 dB (pW)

$P_G$  信号発生器の出力 dB (pW)

$G$  相対利得 dB

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。

$$E_{free} = \frac{7\sqrt{P_r}}{d_{std}} \quad (8)$$

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

$P_r$  妨害波の実効放射電力 pW

$d_{std}$  規定の測定距離 m

もし式 (8) により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り、標準試験場で測定される電界強度は、式 (8) の自由空間値よりも、おおむね 6dB 高くなることを考慮すること。式 (8) は、この増加を考慮して変更することができる。この場合、規定の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。

$$E_{std} = P_r - 20\log d_{std} + 16.9 + 6 \quad (9a)$$

標準試験場では、160MHz 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 6dB を次のように訂正する。

$$E_{std} = P_r - 20\log d_{std} + 16.9 + (6 - C_c) \quad (9b)$$

$E_{std}$  規定距離での妨害電界強度 dB ( $\mu\text{V/m}$ )

$f$  測定周波数 MHz

$d_{std}$  規定距離 m

$C_c$  高さ 1m の放射源を想定して計算した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

妨害波電界強度を決めるこの方法は、主に供試装置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。

### 7.5.4.3 1GHz から 18GHz までの周波数範囲

#### 7.5.4.3.1 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また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り判断できる。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、供試装置と図 17 に示す遷移点との距離である。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、5dB だけ離れた 2 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 20dB/decade で放射電力が減衰する。

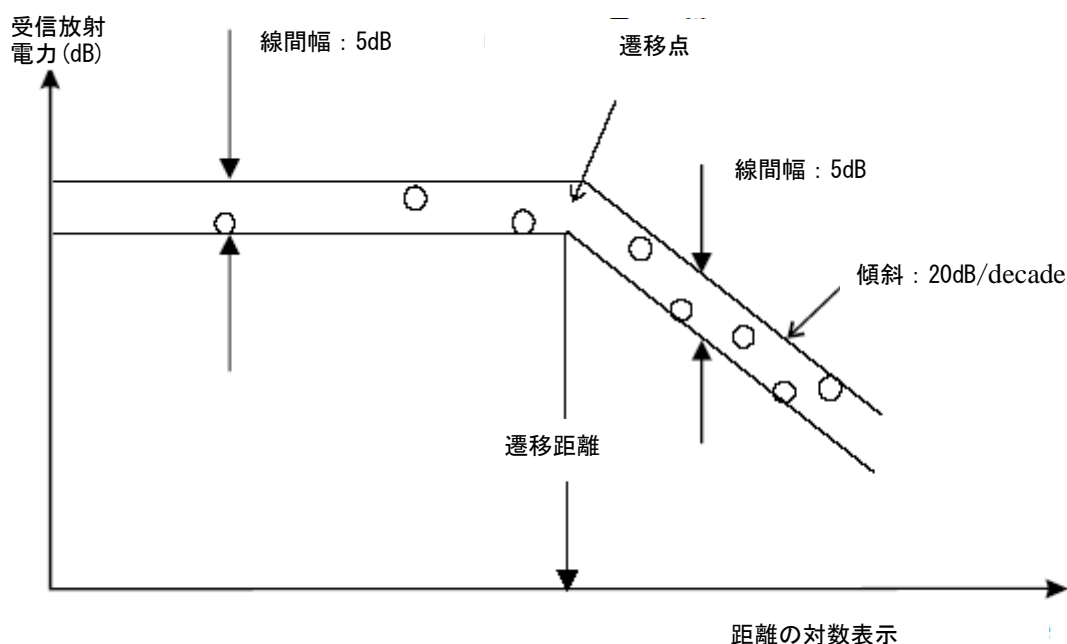


図 17 遷移距離の決定

#### 7.5.4.3.2 測定方法

放射妨害波電力は、供試装置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また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 7.5.4.2.1 項に従って選択し、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。

次に供試装置の電源を切り、供試装置のすぐ近くかまたは供試装置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また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、測定用受信機が供試装置により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。



$$P_r = P_G + G \quad (10)$$

$P_r$  実効放射電力 dB (pW)  
 $P_G$  信号発生器の出力 dB (pW)  
 $G$  相対利得 dB

#### 7.5.5 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、設置場所試験の際の環境およ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
  - －供試装置についての説明
  - －技術文書
  - －測定した場所および測定点の配置図
  - －供試装置の設置環境および条件の説明
  - －周囲設備と供試装置間の全接続の詳細：それらの位置/構成の詳細および技術データ
  - －動作条件の説明
  - －測定機器の詳細
  - －測定結果
    - ・周波数およびアンテナの偏波
    - ・測定値および妨害波レベル
- 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

#### 7.6 ループアンテナシステム (LAS) による測定

この節で対象とする LAS は、周波数範囲 9kHz から 30MHz において、単一の供試装置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、供試装置の妨害波磁界によって LAS に誘起した電流を介して測定する。

LAS は、引用規格 (5) の E.4 項に記載された方法で定期的に特性評価を行うこと。この付則には、LAS に関する詳しい記述と、LAS によって得られる測定結果と 7.2 項によって得られる結果との関係が記されている。

##### 7.6.1 一般的な測定法

図 18 に、LAS による測定の一般的な概念を示す。供試装置は LAS の中心に設置する。供試装置の磁界によって 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、供試装置は固定位置のままとする。

磁界の直交 3 成分によって 3 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 dB  $\mu$ A 単位の妨害波許容値を満足すること。

##### 7.6.2 試験環境

LAS の外周とその近くにある床や壁などの物体は、少なくとも 0.5m 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（5）の 5.4 項に従って判断すること。

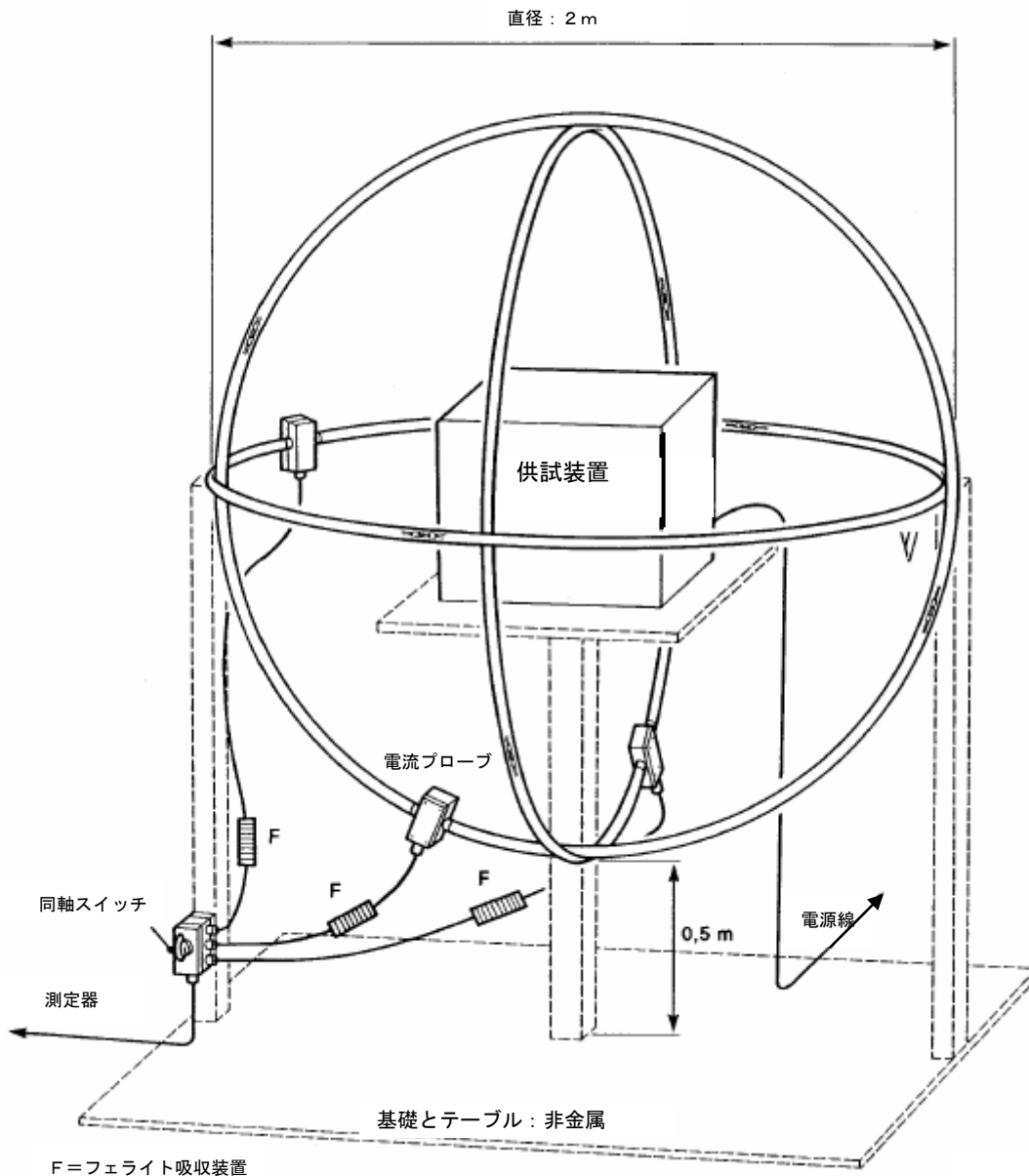


図 18 ループアンテナシステムを使用して行われる磁界誘導電流測定のご概念

### 7.6.3 供試装置の配置

供試装置と LAS 間の好ましくない容量性結合を避けるために、供試装置の最大寸法は、供試装置が LAS の標準的な直径 2m のループアンテナから少なくとも 0.2m 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。供試装置が伝導妨害波の許容値を満足しているなら、一般にこの配置は重要ではない。

供試装置が大きい場合は、LAS のループアンテナの直径を 4m まで大きくすることができ

る。この場合、

- a) 測定された電流値は、引用規格（４）の B.6 に従って補正を行うこと。また、
- b) 供試装置の最大寸法は、非標準のループアンテナ直径を  $D$  とすると、供試装置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。

## 8 妨害波の自動測定

### 8.1 序文：自動測定の注意事項

自動化により、EMI 測定を繰り返す単調な仕事の多くが解消される。測定者による測定値の読み違いや記録の間違ひは、最小限となる。しかし、データ収集にコンピュータを使用すると、これによって、新しいエラーが発生する可能性がある。すなわち、状況によっては、熟練した測定者による手動測定より、自動測定の方が収集された測定データの不確かさが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。

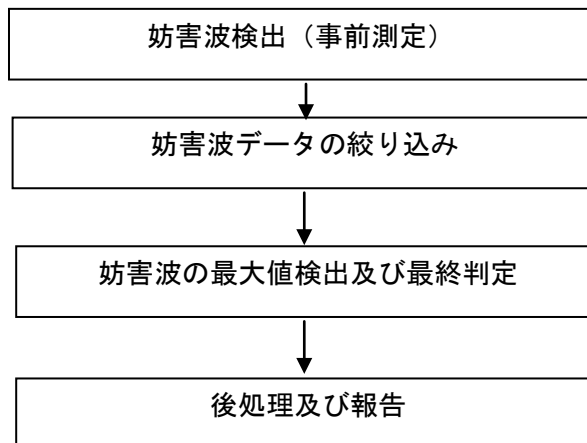
例えば、自動測定において、供試装置の妨害波の周波数が高レベルの周囲雑音に隣接していると、正確に測定されない場合がある。しかし、熟練した測定者は、実際の妨害波と周囲雑音を区別でき、状況に応じた供試装置の妨害波測定が可能になる。しかし、実際の妨害波を測定する前に、供試装置の電源を切って野外試験場の周囲雑音を記録すれば、貴重な試験時間を節約することができる。その場合、適切な信号認識アルゴリズムを適用することによって、特定の周波数に周囲雑音が存在する可能性があることを、測定者に警告できる。

供試装置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、また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、尖頭値検波器の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（6.5.1 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のみ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また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。

次の一般的な測定手順に従えば、測定時間を短縮できる。



### 8.3 事前測定

妨害波測定における事前測定は、以下の複数の目的のために実施する。その主目的は、これ以後の試験また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。従って、事前測定では、試験システムに最低限の制約およ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、その後の野外試験場における測定のための周波数精度の向上、および振幅比較によるデータの絞り込みばかりでなく、アンテナ昇降および供試装置支持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、供試装置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6.5項を考慮すること。

#### ◎ 必要測定時間の決定

供試装置の妨害波スペクトルおよ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。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。これは測定器また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、回転台また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、2dBを超える妨害波信号は、断続信号と見なす（背景雑音を断続信号として区別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。各断続信号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、または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、2dB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（最大値検出および最終測定）、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。

周波数範囲 9kHz～30MHz では、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、ループアンテナと供試装置の両方を回転させること。

周波数範囲 30MHz～1000MHz では、測定用アンテナは、測定距離、周波数範囲および偏波に応じて、表 4 に示す固定の高さに予め設定してもよい。事前測定は、供試装置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、偏波および供試装置の方位をより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。

1GHz を超える周波数範囲では、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および垂直偏波に設定し、供試装置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、7.3.6.1 項を参照。

表 4 信号捕捉が可能な測定用アンテナの推奨高（事前測定）、周波数範囲 30MHz～1000MHz

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 推奨高さ m
3	水平	30 – 100 100 – 250 250 – 1000	2.5 1/2 1/1.5
	垂直	30 – 100 100 – 250 250 – 1000	1 1/2 1/1.5/2
10	水平	30 – 100 100 – 200 200 – 400 400 – 1000	4 2.5/4 1.5/2.5/4 1/1.5/2.5
	垂直	30 – 200 200 – 300 300 – 600 600 – 1000	1 1/3.5 1/2/3.5 1/1.5/2/3.5
30	水平	30 – 300 300 – 500 500 – 1000	4 2.5/4 1.5/2.5/4
	垂直	30 – 500 500 – 800 800 – 1000	1 1/3.5 1/2.5/3.5

注 1：推奨アンテナ高は、妨害源の位相中心高が 0.8m～2.0m にある場合、誤差が 3dB（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、受信アンテナの高さ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、さら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型の供試装置については、受信アンテナのビーム幅に依存して、アンテナを垂直及び水平位置の数箇所に着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り出しや、供試装置からの妨害波と周囲雑音や関連装置の影響との判別、測定値と許容値との比較や、定められた基準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（7）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完全に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。事前測定の出カ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本測定

本測定では、以下の方法によって妨害波の最大化を図り、その値を決定する。最大化の後、準尖頭値検波および/または平均値検波を用いて適切な時間（測定値が許容値付近で変動する場合、少なくとも15秒間）測定し、妨害波の振幅を決定する。

### (1) 周波数範囲 9kHz～30MHz

供試装置の向き、およ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化

### (2) 周波数範囲 30MHz～1000MHz

供試装置の向き、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化

### (3) 周波数範囲 1GHz～

測定用アンテナの偏波および供試装置の向きを変えることによる指示値の最大化。さらに、供試装置のアンテナ対向面がアンテナビーム幅より広い場合には、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化

最大化の作業を実際に行う前に、供試装置の試験配置に関する最悪条件を求め、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供試装置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掃引型受信機を用いて行う。最悪条件となる供試装置の試験配置を決定した後、自動化した妨害波の本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、供試装置の回転、アンテナ高の掃引、アンテナ偏波の変更などにより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。供試装置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り供試装置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。

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、供試装置回転台を360度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度回転させる。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条件に設定して、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、あるいはさら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、供試装置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。

## 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また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べきである。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、使用した測定用補助装置を含む測定システム自体の情報、測定用設備、および製品規格の要求に従う供試装置の試験配置に関する文書なども試験報告書に含めるべきである。



## 付則 A (情報)

### スペクトラムアナライザおよび掃引受信機の使用

(第6節参照)

#### A.1 はじめに

スペクトラムアナライザと掃引型受信機を用いる場合には、以下の特性について配慮すること。

#### A.2 過負荷

ほとんどのスペクトラムアナライザは2000MHzまでの周波数範囲で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、ミキサでの信号振幅の一般的な値としては150mV(尖頭値)以下とすべきである。このレベルまで入力信号を減ずるために、RF減衰器や外付けのRFプリセクタが必要になる場合もある。

#### A.3 線形性のテスト

線形性は、以下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、あるいはプリアンプ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、このレベル測定を繰り返す。測定器表示部の新しい指示値が、最初の指示値から低下が $x$ dB  $\pm$  0.5dBであれば、測定システムは線形であると判断できる。

#### A.4 選択度

スペクトラムアナライザおよび掃引型受信機は、広帯域およびインパルス信号、並びに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(3)の規定を満足していること。

#### A.5 パルスに対する通常応答

準尖頭値検波器を持つスペクトラムアナライザと掃引型受信機の応答は、引用規格(3)に規定されている較正試験パルスでもって性能を確認することができる。較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40dBあるいはそれ以上の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の較正試験パルスに対する測定が不可能になる。但し、測定器の前にプリセクティングフィルタを用いることにより、RF減衰器の減衰量を小さくすることができる。このフィルタはミキサから見た較正試験パルスのスペクトル幅を制限する。

#### A.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掃引が可能になるので便利である。但し、尖頭値検波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すること。

#### A.7 周波数掃引速度

スペクトラムアナライザおよび掃引型受信機の掃引速度は、各周波数バンドおよび検波モードに対して、適切に設定されるべきである。周波数当たりの最小掃引時間、すなわち

最も速い掃引速度を以下の表に示す。

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

スペクトラムアナライザおよび掃引型受信機を固定周波数において非掃引モードで使用する場合は、表示掃引時間は検波モードとは無関係に設定でき、妨害波を観測する特性によって選択することができる。妨害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 秒観測しなければならない。(6.4.1 項参照)

#### A.8 信号の捕捉

尖頭値検波と、用意されているのであればデジタル蓄積表示機能を用いて、間欠的妨害波のスペクトラムを求めることができる。複数回の速い周波数掃引によって、一回の遅い周波数掃引より、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。掃引開始時間を変化させ、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こと。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しなければならない。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あるい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こと。

#### A.9 平均値検波

スペクトラムアナライザを用いて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。振幅確度を維持するためにビデオ帯域幅を狭くする場合は、掃引時間を長くすること。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しなければならない。線形検波した後、表示のために、その信号を対数に変換することもできる。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。

対数検波モードも、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ことができる。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影響を与えない。従って、対数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ラムの中から、狭帯域成分を推定するのに特に有用である。

#### A.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り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。

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関して、スペクトラムアナライザの前段に RF プリセレクトングフィルタを接続することによって、感度をより向上させることができる。このフィルタは広帯域妨害波の尖頭値振幅を減少させ、より小さな減衰量の 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あるい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、それらは広い周波数帯域にわたってフィルタの較正を実施しておくこと。

#### A. 11 振幅の精確さ

スペクトラムアナライザおよび掃引型受信機の振幅の精確さは、信号発生器、パワーメータ、精密な減衰器を用いて確認できる。これらの装置とケーブルの特性および不整合損失を解析し、性能確認試験における誤差を推定すること。

**付則 B (情報)**  
**平均値検波器を使用する場合の掃引速度と測定時間**

**B.1 一般**

この付則では、インパルス性の妨害波を平均値検波器で測定する場合において、掃引速度と測定時間を選択するための指針を述べる。

平均値検波器は以下の特徴を有している。

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

引用規格 (3) の 6 項は、9kHz から 18GHz の周波数帯域における平均値検波測定器を定義している。

適切なビデオ帯域幅とそれに対応する掃引速度または測定時間を選択するために、以下のことを考慮すべきである。

**B.1.1 インパルス性妨害波の抑制**

インパルス性妨害波のパルス幅  $T_p$  は、多くの場合、中間周波帯域幅  $B_{res}$  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、中間周波帯域幅とビデオ帯域幅  $B_{video}$  の比で表され、 $a = 20 \log (B_{res}/B_{video})$  となる。 $B_{video}$  は包絡線検波器の後の低域通過フィルタの帯域幅により決定される。 $T_p$  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。最小の掃引時間  $T_{s \min}$  (および最大の周波数掃引速度  $R_{s \max}$ ) は次式により求められる。

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

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

ここで、 $\Delta f$  は周波数掃引幅、 $k$  は妨害波測定器またはスペクトラムアナライザの速度に依存する比例定数である。

掃引時間が長い場合、 $k$  は 1 に近づく。ビデオ帯域幅 100Hz の場合、表 B.1 に示す最大掃引速度とパルス抑制係数が適用できるとと思われる。

表 B. 1 ビデオ帯域幅 100Hz に関するパルス抑制係数と掃引速度

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

この表は、妨害波に短いパルスが含まれる場合、バンドB/Cの準尖頭値およ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供試装置の適合性を示されなければならない。もし、インパルス性妨害波に関して、パルス繰り返し周波数が 100Hz 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 100Hz の平均値検出機能により十分に抑制される。

#### B. 1.2 算術平均によるインパルス性妨害波の抑制

平均値検波機能は、包絡線検波後の信号振幅値の算術平均を取ることにより実現できる。もし、平均化時間がビデオ帯域幅の逆数であるならば、等価な抑制効果を得ることができる。この場合、抑制係数は、 $a = 20 \log (T_{av} * B_{res})$  である。ここで、 $T_{av}$  はある周波数における平均化（測定）時間である。従って、10ms の測定時間はビデオ帯域幅 100Hz と同じ抑制係数を得られる。この算術平均操作は、測定周波数を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り変化する。この効果は、もし、 $T_{av} * f_p > 10$  であるならば、1dB 以下である。

#### B. 2 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り、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 1dB 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。

#### B. 3 断続的で、不安定またはゆっくり変化する狭帯域妨害波の測定

引用規格（3）の 6.4.3 項において、断続的で、不安定で、ゆっくり変化する狭帯域妨害波のレベルは、バンドAとバンドBについては 160ms の、バンドCとバンドDについては 100ms の時定数を持つ指示計を用いて測定した最大値により定義される。これらの時定数は帯域幅がそれぞれ 0.64Hz および 1Hz の二次遅れビデオフィルタを用いたものと等価で

ある。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 B. 2 に示すように非常に長い測定時間を必要とする。

表 B. 2 指示計の時定数、それに対応するビデオ帯域幅、最大周波数掃引速度

	バンドA	バンドB	バンドCおよびD
周波数範囲	9kHz~150kHz	150kHz~30MHz	30MHz~1000MHz
中間周波帯域幅 $B_{res}$	200Hz	9kHz	120kHz
指示計時定数	160ms	160ms	100ms
ビデオ帯域幅 $B_{video}$	0.64Hz	0.64Hz	1Hz
最大周波数掃引速度	8.9s/kHz	172s/MHz	8.3s/MHz

しかしながら、この表は、パルスの繰り返し周波数が 5Hz 以下の場合についてのみ適用できる。より短いパルス幅やより高い変調周波数に対しては、B. 1. 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 B. 1 と図 B. 2 は、それぞれ、指示計の時定数が 160ms と 100ms の場合について、10ms 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関数を示している。

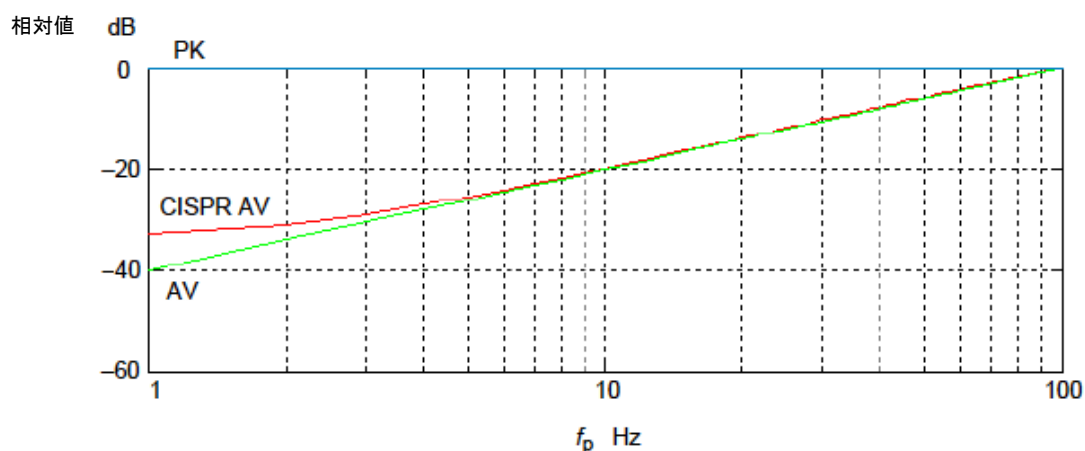


図 B. 1 幅 10ms のパルスに関する指示計の重み関数

(時定数 160ms : 尖頭値“PK”、平均値の尖頭値“CISPR AV”、真の平均値“AV”)

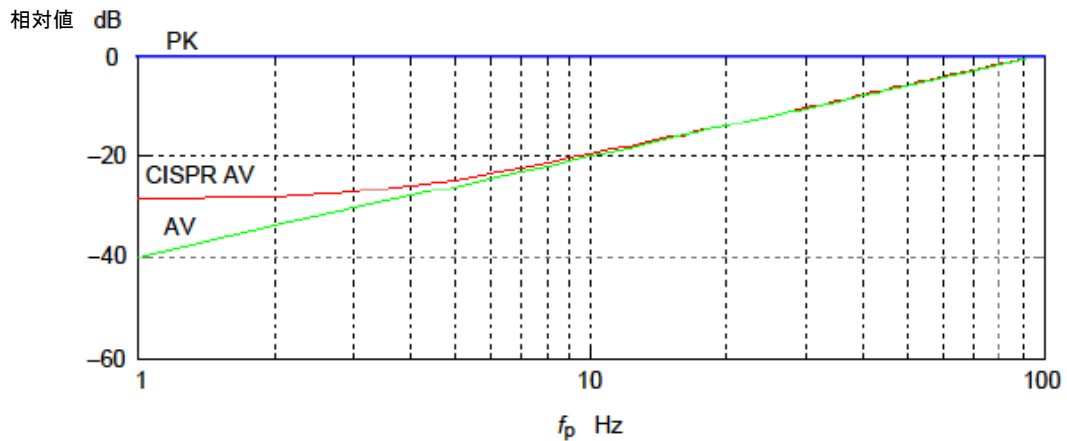


図 B. 2 幅 10ms のパルスに関する指示計の重み関数

(時定数 100ms : 尖頭値“PK”、平均値の尖頭値“CISPR AV”、真の平均値“AV”)

図 B. 1 と B. 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が小さくなるに従って増加することを示している。図 B. 3 と B. 4 はパルス幅を関数として、 $f_p=1\text{Hz}$  の場合における“CISPR AV”と“AV”の差を示している。

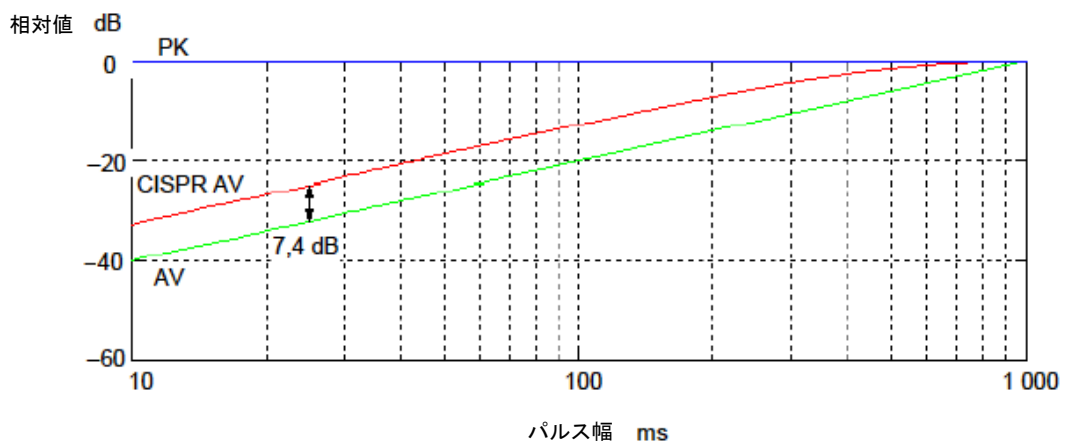


図 B. 3 パルス幅を横軸とした尖頭値“PK”と平均値に関する重み関数の計算例  
(繰り返し周波数 1Hz、指示計の機械的時定数 160ms)

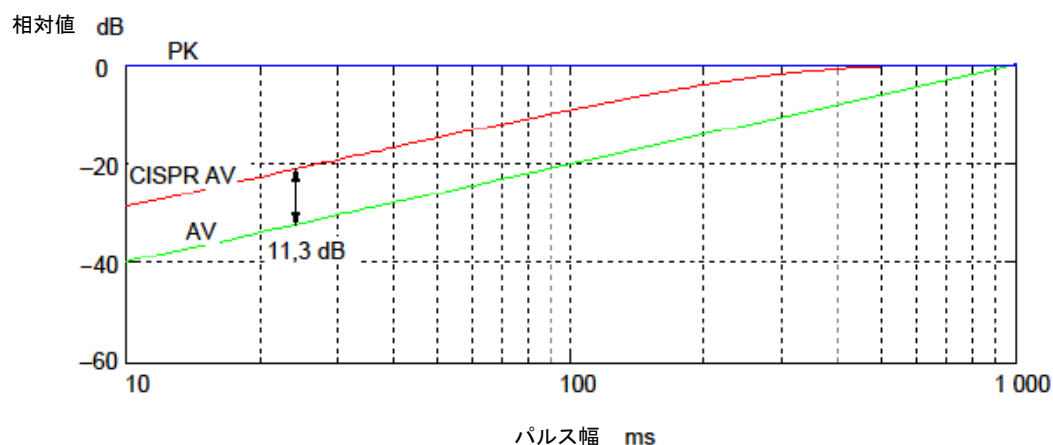


図 B. 4 パルス幅を横軸とした尖頭値“PK”と平均値に対する重み関数の計算例  
(繰り返し周波数 1Hz、指示計の機械的時定数 100ms)

#### B. 4 自動測定または半自動測定のための推奨手順

断続的で、不安定またはゆっくり変化する狭帯域妨害波を発生しない供試装置の測定を行う場合は、事前測定において、ビデオフィルタの帯域幅を例えば 100Hz 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、本測定を行うことを推奨する。(事前測定と本測定に関する手順は本編第 8 章に記載されている。)

断続的で、不安定またはゆっくり変化する狭帯域妨害波については、手動測定が推奨される。



## 付則 C (情報)

### 適合性試験に適用するAPD測定法について

APD 測定が適合性試験に適用される場合、以下の方法の何れかが用いられる。すなわち、方法 1 (本文 7.3.6.5.1 項参照) は、図 C.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 7.3.6.5.2 項参照) は、図 C.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。

尖頭値検波および最大値保持モードを用いる予備測定の結果が、いくつかの周波数点で、指定された APD 許容値 (2 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 を測定すべき周波数範囲  $XX (= \Delta f \times N)$  MHz を指定すべきである。ここで、 $\Delta f$  は周波数間隔を、 $N$  は周波数の数を示す。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。

製品規格で  $XX$  等を決定する場合は、下記の手順に従うこと。

最初に、予備測定の結果によって  $XX$  を決定する。

次に、 $\Delta f$  をスペクトラムアナライザの分解能帯域幅 (1GHz 以上の測定では  $RBW = 1\text{MHz}$ ) に等しくする。しかしながら、APD 測定値が APD 許容値の約 6dB の範囲内にある周波数範囲では、より狭い周波数間隔 (即ち、 $B_6/2$ 、ここで、 $B_6$  はスペクトラムアナライザの 6dB 帯域) での追加測定が必要になるかもしれない。1GHz 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、6dB 帯域  $B_6$  の代わりにインパルス帯域幅  $B_{\text{imp}}$  によって定義されている。 $B_{\text{imp}}$  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。 $B_{\text{imp}}$  が  $B_6$  で近似できる場合、1GHz 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  $B_{\text{imp}}/2$  (即ち、0.5MHz) の代わりに用いることが推奨される。

最後に、 $XX$  の値と  $\Delta f$  の値によって  $N$  が決定される。

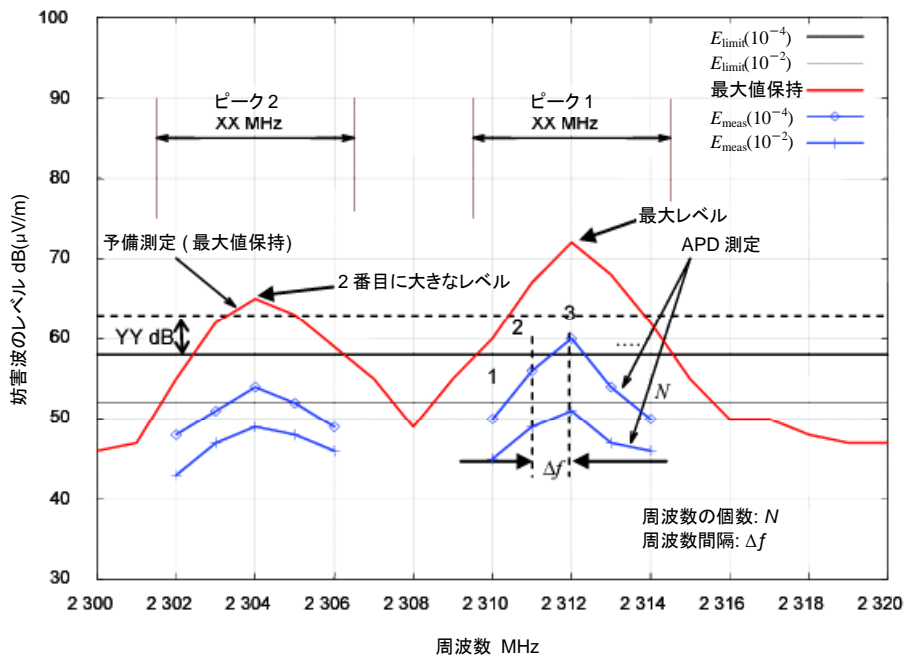


図 C. 1 変動する妨害波の APD 測定 (方法 1) の例

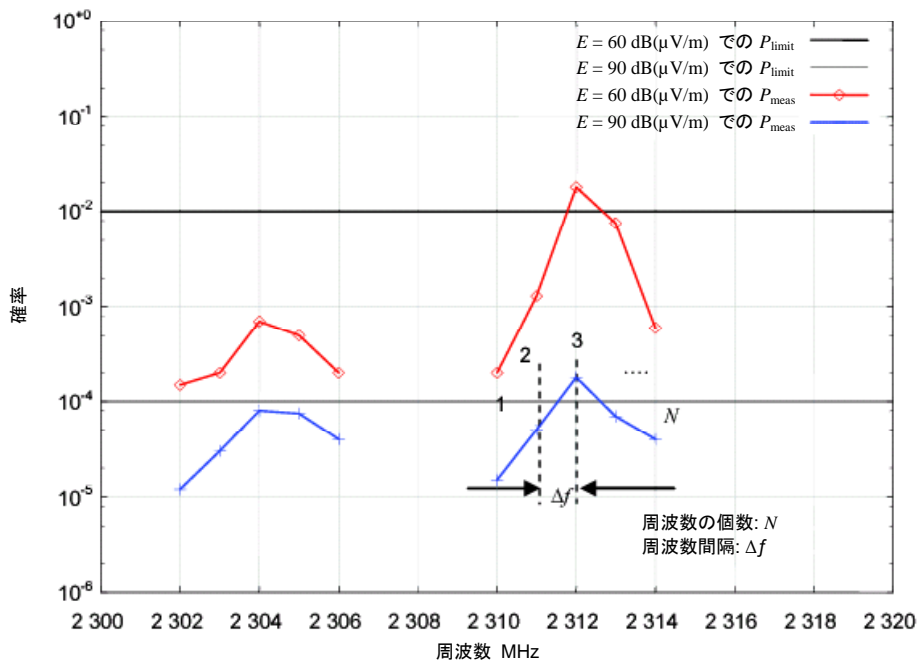


図 C. 2 変動する妨害波の APD 測定 (方法 2) の例

### 参考文献

- (1) JIS C 60050-161:1997 EMCに関するIEV用語
- (2) 情報通信審議会諮問第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、「情報技術装置からの無線妨害波特性の許容値及び測定法」(平成19年度答申)