

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

JIS C 61000-4-3 : 2022
(IEC 61000-4-3 : 2020)
(JSA)

令和4年11月21日改正

認定産業標準作成機関 作成・審議

(日本規格協会 発行)

C 61000-4-3 : 2022 (IEC 61000-4-3 : 2020)

一般財団法人日本規格協会 電気分野産業標準作成委員会 構成表

	氏名	所属
(委員会長)	岩本光正	東京工業大学名誉教授
(委員)	上野貴由	一般社団法人日本電機工業会
	加藤有利子	一般財団法人電気安全環境研究所
	島村正彦	一般社団法人日本電気計測器工業会
	下川英男	一般社団法人電気設備学会
	菅弘史郎	電気事業連合会
	西原敏之	公益社団法人日本消費生活アドバイザー・コンサルタント・相談員協会
	馬場旬平	東京大学
	藤原昇	一般社団法人電気学会
	南裕二	東芝エネルギーシステムズ株式会社
	若月壽子	主婦連合会

主務大臣：経済産業大臣 制定：平成9.11.20 改正：令和4.11.21

担当部署：経済産業省産業技術環境局 国際電気標準課

(〒100-8901 東京都千代田区霞が関1-3-1)

官報掲載日：令和4.11.21

認定産業標準作成機関：一般財団法人日本規格協会

(〒108-0073 東京都港区三田3-13-12 三田MTビル)

素案作成者：一般社団法人電気学会

(〒102-0076 東京都千代田区五番町6-2 HOMAT HORIZONビル)

審議委員会：電気分野産業標準作成委員会（委員会長 岩本光正）

この規格についての意見又は質問は、上記認定産業標準作成機関又は素案作成者にご連絡ください。

なお、日本産業規格は、産業標準化法の規定によって、少なくとも5年を経過する日までに見直しが行われ速やかに確認、改正又は廃止されます。

目 次

	ページ
序文	1
1 適用範囲	1
2 引用規格	2
3 用語、定義及び略語	2
3.1 用語及び定義	2
3.2 略語	5
4 一般	6
5 試験レベル及び周波数範囲	7
5.1 試験レベルの選択	7
5.2 試験周波数範囲	8
6 試験装置	9
6.1 試験設備	9
6.2 試験設備	9
6.3 均一電界領域（UFA）	10
7 試験セットアップ	17
7.1 一般	17
7.2 卓上型装置の配置	18
7.3 床置型装置の配置	20
7.4 配線の処理	21
7.5 人体装着型装置の配置	22
8 試験手順	22
8.1 一般	22
8.2 試験室の基準条件	22
8.3 試験の実施	22
8.4 周波数ステップの大きさ	24
9 試験結果の評価	24
10 試験報告書	24
附属書 A（参考）デジタル無線サービスからの RF 放射を模擬するために、 イミュニティ試験に正弦波による振幅変調方式を選択した根拠	26
附属書 B（参考）電界発生アンテナ	31
附属書 C（参考）電波無響室	32
附属書 D（参考）電力増幅器の圧縮及びノンリニアリティ	34
附属書 E（参考）製品規格委員会に対する試験レベル選択の指針	38
附属書 F（参考）試験方法の選択	41
附属書 G（参考）ケーブル配置の詳細	43

C 61000-4-3 : 2022 (IEC 61000-4-3 : 2020) 目次

	ページ
附属書 H (参考) 大型で質量のある EUT の試験セットアップの例	45
附属書 I (参考) 複数の信号による試験	50
附属書 J (参考) 試験装置による測定不確かさ	53
附属書 K (参考) 電界プローブの校正方法	56
解説	72

まえがき

この規格は、産業標準化法第16条において準用する同法第14条第1項の規定に基づき、認定産業標準作成機関である一般財団法人日本規格協会（JSA）から、産業標準の案を添えて日本産業規格を改正すべきとの申出があり、経済産業大臣が改正した日本産業規格である。これによって、**JIS C 61000-4-3:2012**は改正され、この規格に置き換えられた。

この規格は、著作権法で保護対象となっている著作物である。

この規格の一部が、特許権、出願公開後の特許出願又は実用新案権に抵触する可能性があることに注意を喚起する。経済産業大臣は、このような特許権、出願公開後の特許出願及び実用新案権に関わる確認について、責任はもたない。

JIS C 61000 規格群（電磁両立性）は、次に示す部で構成する。

- JIS C 61000-3-2** 第3-2部：限度値－高調波電流発生限度値（1相当たりの入力電流が20A以下の機器）
- JIS C 61000-3-100** 第3-100部：限度値－2kHzを超え9kHz以下の周波数帯における電流エミッション限度値
- JIS C 61000-4-2** 第4-2部：試験及び測定技術－静電気放電イミュニティ試験
- JIS C 61000-4-3** 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
- JIS C 61000-4-4** 第4-4部：試験及び測定技術－電気的ファストトランジエント／バーストイミュニティ試験
- JIS C 61000-4-5** 第4-5部：試験及び測定技術－サーボイミュニティ試験
- JIS C 61000-4-6** 第4-6部：試験及び測定技術－無線周波電磁界によって誘導する伝導妨害に対するイミュニティ
- JIS C 61000-4-7** 第4-7部：試験及び測定技術－電力供給システム及びこれに接続する機器のための高調波及び次数間高調波の測定方法及び計装に関する指針
- JIS C 61000-4-8** 第4-8部：試験及び測定技術－電源周波数磁界イミュニティ試験
- JIS C 61000-4-11** 第4-11部：試験及び測定技術－電圧ディップ、短時間停電及び電圧変動に対するイミュニティ試験（1相当たりの入力電流が16A以下の機器）
- JIS C 61000-4-16** 第4-16部：試験及び測定技術－直流から150kHzまでの伝導コモンモード妨害に対するイミュニティ試験
- JIS C 61000-4-20** 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
- JIS C 61000-4-22** 第4-22部：試験及び測定技術－全電波無響室（FAR）における放射エミッション及びイミュニティ試験
- JIS C 61000-4-34** 第4-34部：試験及び測定技術－1相当たりの入力電流が16Aを超える電気機器の電圧ディップ、短時間停電及び電圧変動に対するイミュニティ試験
- JIS C 61000-6-1** 第6-1部：共通規格－住宅、商業及び軽工業環境におけるイミュニティ規格
- JIS C 61000-6-2** 第6-2部：共通規格－工業環境におけるイミュニティ規格
- JIS C 61000-6-7** 第6-7部：共通規格－工業環境における安全関連機能（機能安全）の遂行を意図した装置に対するイミュニティ要求事項

C 61000-4-3 : 2022 (IEC 61000-4-3 : 2020)

白 紙

(4)

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されています。

日本産業規格

JIS

C 61000-4-3 : 2022

(IEC 61000-4-3 : 2020)

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

Electromagnetic compatibility (EMC)—Part 4-3: Testing and measurement techniques—Radiated, radio-frequency, electromagnetic field immunity test

序文

この規格は、2020年に第4版として発行された **IEC 61000-4-3** を基に、技術的内容及び構成を変更することなく作成した日本産業規格である。

なお、この規格で点線の下線を施してある参考事項は、対応国際規格にはない事項である。

1 適用範囲

この規格は、電気・電子装置の放射エネルギーに対するイミュニティ試験要求事項、試験レベル及び必要な試験の手順について規定する。

この規格の目的は、無線周波（RF）電磁界にさらされた場合の電気・電子装置のイミュニティを評価するための共通の基準を確立することである。

この規格は、供試装置（EUT）に近接していないRF放射源からのRF電磁界に対する機器又はシステムのイミュニティを評価するための一貫した試験方法を示す。試験環境は、**箇条6**に示す。

注記1 この規格は、**IEC Guide 107** で記載しているように、製品規格を作成するときに用いる基本 EMC 規格である。また、製品規格委員会は、このイミュニティ試験規格を適用すべきかどうかを決定する責任をもつ。さらに、適用する場合、適切な試験レベル及び性能評価基準を決める責任がある。基本 EMC 規格作成委員会は、それらの製品に対する特定のイミュニティ試験値の評価について、製品規格委員会と協力する用意がある。

注記2 EUTに近接したRF放射源に対するイミュニティ試験は、**IEC 61000-4-39** で定義されている。

特に、デジタル無線電話及びその他のRF発生機器からの放射に対する防護について、配慮している。

注記3 この規格は、電磁放射が関連機器に与える影響を評価するための試験方法を定義している。電磁放射の模擬方法及び測定方法は、当該装置に対する影響について、定量的判定に用いるには必ずしも正確ではない。規定する試験方法は、様々な試験施設での影響の定性的分析に十分な再現性をもたせることを第一の目的としている。

この規格は、独立した試験方法である。この規格への適合性を証明するための代替として、他の試験方法を使用することは不可能である。

注記4 この規格の対応国際規格及びその対応の程度を表す記号を、次に示す。

IEC 61000-4-3:2020, Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-3: Testing and measurement techniques – Radiated, radio-frequency electromagnetic field immunity test (IDT)

なお、対応の程度を表す記号“IDT”は、**ISO/IEC Guide 21-1**に基づき、“一致している”ことを示す。

2 引用規格

次に掲げる引用規格は、この規格に引用されることによって、その一部又は全部がこの規格の要求事項を構成している。この引用規格は、その最新版（追補を含む。）を適用する。

JIS C 60050-161 EMCに関するIEV用語

注記 対応国際規格における引用規格：**IEC 60050-161, International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 161: Electromagnetic compatibility** (www.electropedia.orgで参照可能)

3 用語、定義及び略語

3.1 用語及び定義

この規格で用いる主な用語及び定義は、次によるほか、**JIS C 60050-161**による。

3.1.1

振幅変調、AM (amplitude modulation)

周期的搬送波の振幅が、変調信号の瞬時値の所定の関数（通常は線形）である変調
(出典：**IEC 60050-702:2016, 702-06-17**)

3.1.2

電波無響室 (anechoic chamber)

内面からの反射を低減するために高周波吸収体を張り付けたシールドルーム

3.1.3

全電波無響室 (fully anechoic chamber)

内面を完全に無響材料で張り付けたシールドルーム

3.1.4

半電波無響室 (semi-anechoic chamber)

反射性の床（グラウンド面）を除く、全ての内面に電波吸収体を張り付けたシールドルーム

3.1.5

改良半電波無響室 (modified semi-anechoic chamber)

グラウンド面に追加の電波吸収体を設置した半電波無響室

3.1.6

アンテナ (antenna)

信号源のRF電力を空間に放射するか、又は到来する電界を受信して電気信号に変換する変換器

注釈1 実際には、アンテナの端子、又はアンテナと送受信機との間のインターフェースとみなされる位置を特定する必要がある。

注釈2 送受信機が給電線によってアンテナに接続されている場合、アンテナは給電線の誘導波と空間

内の放射波との間に配置された一種の変換器である。

(出典：**IEC 60050-712:1992, 712-01-01**)

3.1.7

バラン (balun)

不平衡電圧を平衡電圧に、又はその逆に変換するためのデバイス

(出典：**JIS C 60050-161:1990, 161-04-34**)

3.1.8

コモンモード吸収デバイス, CMAD (common mode absorption device)

放射イミュニティ試験で、ケーブル上の共振を減衰させるために、試験セットアップから外に出るケーブルに適用することが可能なデバイス

3.1.9

連続波, CW (continuous wave)

定常状態では、振幅一定で継続的な振動であり、情報を伝達するために断続又は変調を行うことができる正弦波の電磁波

3.1.10

電磁波 (electromagnetic wave)

時間変動する電磁界の伝ば（播）を特徴とする波

注釈1 電磁波は、電荷又は電流の変化によって生成される。

(出典：**IEC 60050-705:1995, 705-01-09**)

3.1.11

遠方界 (far field)

アンテナが点波源とみなせるほど離れており、電界及び磁界が同相で、かつ、それらが伝搬方向と互いに直交している電磁場の領域

注釈1 遠方界では、電磁界の全ての成分がアンテナからの距離に反比例して減少する。

注釈2 波長 λ と比較して大きい最大全体寸法 D をもつブロードサイドアンテナの場合、遠方界は通常、アンテナから最大放射方向に $2D^2/\lambda$ を超える距離に存在する。

(出典：**IEC 60050-712:1992, 712-02-02**, 変更一用語“領域”を用語から削除)

3.1.12

電界強度 (field strength)

所定の点での電界の大きさ

(出典：**IEC 60050-705:1995, 705-08-31**)

3.1.13

周波数帯 (frequency band)

指定された二つの周波数の間にある連続した周波数の範囲

注釈1 周波数帯は、周波数スペクトル内の位置を定義する二つの値、例えば、下限周波数と上限周波数によって特徴付けられる。

(出典：**IEC 60050-702:1992, 702-01-02**)

3.1.14

全面照射法 (full illumination method)

C 61000-4-3 : 2022 (IEC 61000-4-3 : 2020)

EUT が均一電界領域 (UFA) 内に完全に収まる試験方法

注釈 1 この試験方法は、全ての試験周波数に適用してもよい。

3.1.15

人体装着型装置 (human body-mounted equipment)

人体に装着するか、又は人体に近接して保持して使用することを意図した装置

注釈 1 電子補助装置及び人体埋込み装置と同様に、人が持ち運び操作する手持型装置（例えば、携帯機器）も含む。

3.1.16

意図的 RF 放射デバイス (intentional RF emitting device)

意図的に電磁界を放射（送信）する機器

例 デジタル携帯電話及びその他の無線機器

3.1.17

相互変調 (intermodulation)

非直線特性をもつ機器又は伝送媒体において発生し、单一又は複数の入力信号のスペクトル成分が相互に干渉して、入力成分の周波数の整数倍の周波数の線形結合（和及び差）に等しい周波数をもつ新しい成分を生じる現象

注釈 1 相互変調は、单一の非正弦波入力信号から生じる場合、又は複数の正弦波信号又は非正弦波信号が同一又は異なる入力に加えられたときに生じる場合がある。

(出典：JIS C 60050-161:1997, 161-06-20)

3.1.18

等方性電界プローブ (isotropic field probe)

電磁波の伝搬方向及び偏波に依存しない検出特性をもつ電界センサ

(出典：IEC 60050-731:1991, 731-03-08, 変更—電界プローブに適用するために文言を変更)

3.1.19

最大 RMS 値 (maximum RMS value)

変調された RF 信号において、変調の一周期で観測される短期間の RMS 値（実効値）の最大値

注釈 1 短期間の RMS 値は、搬送波の一周期で求める。例えば、図 1 の b)では、最大 RMS 電圧は、次のようになる。 $U_{\text{maximum rms}} = U_{\text{p-p}} / (2 \times \sqrt{2}) = 1.8 \text{ V}$

3.1.20

変調度 (modulation factor)

線形振幅変調では、被変調信号の最大振幅と最小振幅との差、及びこれらの振幅の和に対する比率 [一般にパーセント (%) で表記]

注釈 1 変調度 m は、次の式による（表 2 及び図 1 を参照）。

$$m = 100 \times \frac{U_{\text{p-p,max}} - U_{\text{p-p,min}}}{U_{\text{p-p,max}} + U_{\text{p-p,min}}}$$

(出典：IEC 60050-702:1992, 702-06-19, 変更—式を追加し、注釈を削除)

3.1.21

非定包絡線変調 (non-constant envelope modulation)

搬送波の振幅が搬送波自体の周期と比較して時間的に緩やかに変化する RF 変調方式

例 通常の振幅変調及び時分割多元接続 (TDMA)。

3.1.22

部分照射法 (partial illumination method)

単一のUFAでEUT面を一度に照射できない場合に使用する試験方法

3.1.23

偏波 (polarization)

放射電磁界の電界ベクトルの方向

3.1.24

基準グラウンド面、RGP (reference ground plane)

共通の基準として使用される電位の、平坦な導電性の面

(出典: JIS C 60050-161:1997, 161-04-36)

3.1.25

シールドエンクロージャ、遮蔽された部屋 (shielded enclosure, screened room)

内部と外部との環境を電磁的に分離するために、特殊設計された金属シート又は金属メッシュの部屋

(出典: JIS C 60050-161:1997, 161-04-37)

3.1.26

時分割多元接続、TDMA (time division multiple access)

接続した様々な端末に、送信のために周期的に分割した単位時間を割り当てる多元接続技術

(出典: IEC 60050-725:1994, 725-14-12)

3.1.27

トランシーバ (transceiver, transmitter-receiver)

無線送信機及び受信機を組み合わせて单一の個体とし、送信及び受信の両方に同じアンテナを使用する装置

(出典: IEC 60050-713:1998, 713-08-02)

3.1.28

均一電界領域、UFA (uniform field area)

電界強度の変化が許容できるほど小さい垂直面

注釈1 6.3 参照。

3.2 略語

AE 補助装置 (Auxiliary equipment)

AM 振幅変調 (Amplitude modulation)

CMAD コモンモード吸収デバイス (Common-mode absorption device)

CW 連続波 (Continuous wave)

DECT デジタルコードレス電話規格の名称 (Digital enhanced cordless telecommunications)

EM 電磁 (Electromagnetic)

ERP 実効放射電力 (Effective radiated power)

EUT 供試装置 (Equipment under test)

GSM 移動通信システム規格の名称 (Groupe Special Mobile, Global System for Mobile Communications に

改名された。)

IMD	相互変調ひずみ (Intermodulation distortion)
ISM	工業、科学、医療 (Industrial, scientific, medical)
LTE	移動通信システム規格の名称 (Long-term evolution)
MU	測定不確かさ (Measurement uncertainty)
OFDM	直交周波数分割多重 (Orthogonal frequency division multiplexing)
PA	電力増幅器 (Power amplifier)
PM	電力計 (Power meter)
PVC	ポリ塩化ビニル (Polyvinylchloride)
RF	無線周波 (Radio frequency)
RBW	分解能帯域幅 (Resolution bandwidth)
RGP	基準グラウンド面 (Reference ground plane)
RMS	二乗平均平方根 (Root mean square)
SDH	同期デジタル階層 (Synchronous digital hierarchy)
TDMA	時分割多元接続 (Time division multiple access)
TV	テレビジョン受信機 (Television)
UFA	均一電界領域 (Uniform field area)
UMTS	移動通信システム規格の名称 (Universal mobile telecommunications system)
VRC	電圧反射係数 (Voltage reflection coefficient)
VSWR	電圧定在波比 (Voltage standing wave ratio)
Wi-Fi	無線送受信サービスの名称
WiMAX	無線送受信サービスの名称

4 一般

電子装置は、何らかの形で電磁放射の影響を受ける可能性がある。この電磁放射は、小型の携帯型トランシーバ、ラジオ及びTVの固定放送局、車載無線機及び種々の電磁波を生じる産業用装置など、様々な発信源から頻繁に発生している。これらのサービスの多くは、非定包絡線変調技術を用いている。

意図して発生させる電磁エネルギーのほかに、溶接機、サイリスタ、蛍光灯、誘導負荷の開閉などのデバイスの操作によって引き起こされる放射がある。伝導性の電気的な干渉は、他の **JIS C 61000-4** 規格群又は **IEC 61000-4** 規格群で規定している。電磁界からの影響を防止する方法とは、これらの発生源からの影響を低減することであるといつてもよい。

この規格では、電磁環境は、電界強度で表現する。周囲の構造物又は近くにある装置によって、電磁波が反射する及び／又はひずむことがあるため、電界強度は高性能な測定器なしでは測定が容易ではなく、また、古典的な公式を用いて算出することも、容易ではない。

5 試験レベル及び周波数範囲

5.1 試験レベルの選択

試験レベルは、表1による。

表1-試験レベル

レベル	試験電界強度 V/m
1	1
2	3
3	10
4	30
X ^{a)}	特殊

注^{a)} Xは、上、下、又はその他中間の任意のレベルにする
ことが可能である。レベルは、製品規格で指定する。

この規格は、全周波数帯で一つの試験レベルを適用することを意図していない。試験する周波数範囲、
及び各々の周波数範囲における適切な試験レベルは、製品規格に規定する（附属書E参照）。

表1の試験電界強度は、無変調搬送波信号の電界強度を示す。試験装置が試験に用いる搬送波信号は、
実際の妨害を模擬するため、1kHzの正弦波による80%振幅変調とする（図1及び表2参照）。試験方法の
詳細は、箇条8に示す。

表2-信号発生器出力における振幅変調の特性

振幅変調	内部変調又は外部変調 $m = (80 \pm 10) \%$, 信号発生器の出力で測定 変調度 m : $m = 100 \times \frac{U_{p-p,max} - U_{p-p,min}}{U_{p-p,max} + U_{p-p,min}}$ 1 kHz ± 0.1 kHz の正弦波
------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

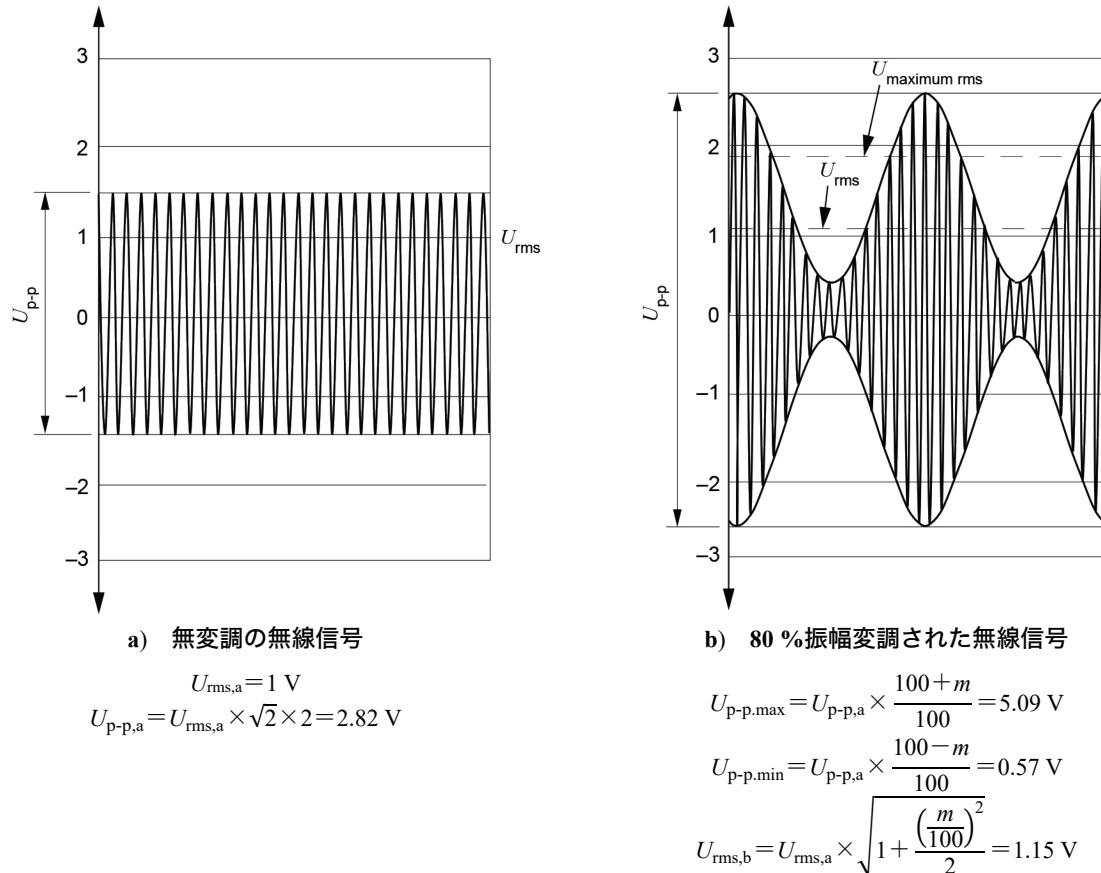


図 1-80 %振幅変調 (AM) の定義
 試験信号及び発生する波形

製品規格委員会は、EUTによって他の変調方式を採用してもよい（附属書A参照）。

5.2 試験周波数範囲

この規格では、80 MHz 以上の周波数での試験を規定しているが、上限は試験装置の機能によって制限される。

他の基本規格で規定されている周波数範囲及び試験方法の選択、並びに 80 MHz 未満でのこの規格の適用の詳細については、附属書Fを参照。

製品規格委員会が試験のために選択する周波数又は周波数範囲は、意図的にRF放射する機器が実際に動作する範囲に限定してもよい。

製品規格委員会は、特定の試験レベル、及び 80 %振幅変調の代わりの変調方式を規定することが可能である。

製品が特定の国の要求事項だけに適合することを目的としている場合、それらの国で携帯電話及びその他の意図的なRF放射機器に割り当てられた特定の周波数帯域だけを試験してもよい。

注記 IEC TR 61000-2-5 及び CISPR TR 31 に、特定の無線サービスの割り当て周波数及び電界強度に関する情報を記載している。

6 試験装置

6.1 試験設備

推奨する試験設備を、次に示す。

- **電波無響室** EUTに対し、十分広い電界均一性が得られる大きさとする。反射を抑制するために必要に応じて電波吸収体を追加してもよい。
- **EMI フィルタ** 接続するフィルタラインに余分な共振現象が発生してはならない。
- **RF 信号発生器** 対象の周波数帯の信号を発生することができ、少なくとも表 2 に規定する振幅変調が可能である。高調波によって生じる問題を避けるために、ローパスフィルタ又はバンドパスフィルタの使用が必要となる場合がある。
- **電力増幅器** 無変調信号及び変調信号を增幅し、必要な電界強度となるようにアンテナに電力を供給する。
- **電界発生アンテナ** バイコニカルアンテナ、ログペリオディックアンテナ、ホーンアンテナ、コンビネーションアンテナ又は周波数要求事項を満たすことができるその他の直線偏波アンテナを用いる（附属書 B 参照）。
- **等方性電界プローブ** 発生する電界強度を測定するために十分な周波数範囲及び感度を備える（電界プローブの校正方法については、附属書 K を参照）。
- **進行波電力の電力測定機器** 方向性結合器及び電力計を使用するか、又は進行波電力検出器若しくは進行波電力モニタを、電力増幅器とアンテナとの間に挿入する。
- **電力レベルを記録及び制御する関連装置** 要求する電界強度を得るために必要な電力レベルを記録する。試験のときに記録した電力レベルの発生を制御する。関連装置は、十分なイミュニティを確保できるように注意しなければならない。

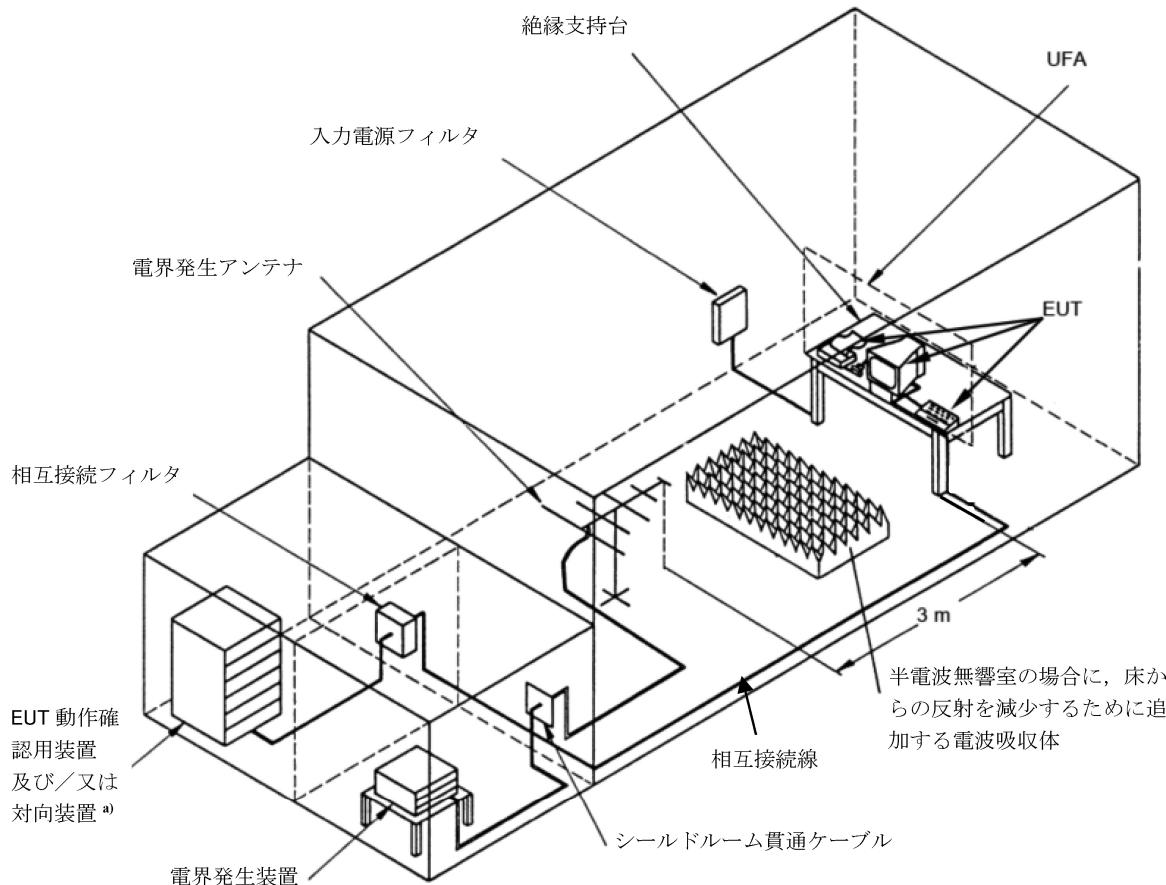
試験装置においても十分なイミュニティ性能を確保しなければならないことに注意する。試験装置による測定不確かさについては、附属書 J を参照。

6.2 試験設備

試験は、発生する電界強度が大きいので、無線通信への干渉を禁止する国内及び国際法に従うために、シールドルームで実施しなければならない。さらに、データを収集するための試験設備は、イミュニティ試験中に発生する電界に敏感に反応するため、シールドルームは、EUTと試験設備との間の必要な“隔壁”となる。シールドルームを貫通する相互接続線は、伝導及び放射雑音を十分に分離し、かつ、EUTの信号及び電力応答の正当性が維持されていることを確認しなければならない。

試験設備は、一般的に EUT を設置したときに電界強度の制御が十分に行える広さの電波吸収体を内張りしたシールドルームをもつ。この試験設備には、電波無響室又は改良半電波無響室を含む。この例を、図 2 に示す。シールドルームの前室には、電界発生装置、モニタ装置及び EUT を動作させる装置を配置することが望ましい。

詳細な指針を、参考として、附属書 C に示す。



注記 壁面及び天井の吸収体は、分かりやすくするために省略している。

注 a) 図中の“EUT動作確認用装置及び／又は対向装置”とは、正常動作確認用のイミュニティ試験関連装置（例えば、EUTのビットエラーレートを測定する装置など）、又はEUTの機能を正常に動作させるために必要な、試験対象外の装置（例えば、相互通信のために必要な装置）である。通常、これらの装置は遮蔽した試験室の外に設置する。

図2－適切な試験設備の例

6.3 均一電界領域 (UFA)

6.3.1 UFA の特性

この規格では、電界の変動が後述する範囲内にある垂直面であるUFA（図3及び図4を参照）の概念を用いる。6.3.2及び6.3.3に示す方法は、試験設備及び試験装置が試験のための均一な電界を生成する機能を実証するために使用する。イミュニティ試験に必要な電界強度を設定するためのデータを取得し、全てのEUTを試験するために使用する。

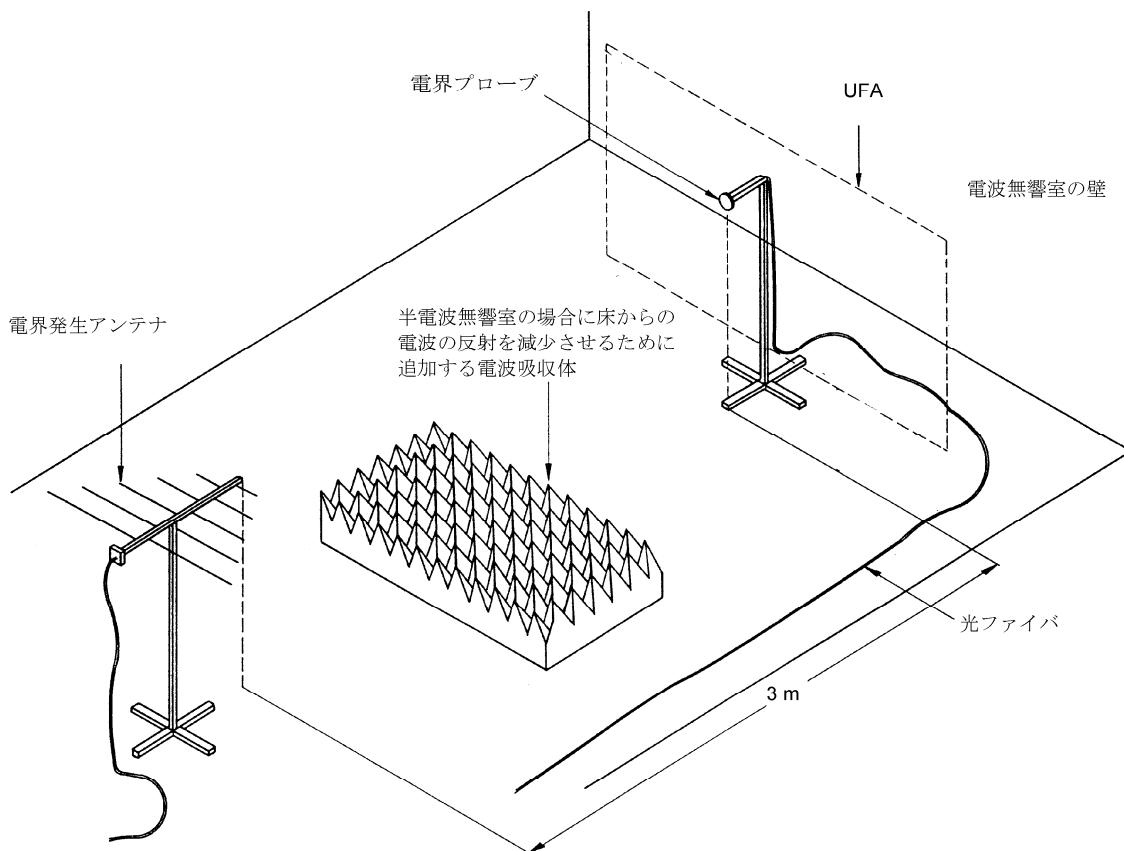


図 3—レベル設定のセットアップ

UFA のレベル設定は、図 3 に示すように EUT のない状態で実行する。この手順の中で、UFA 内の電界強度及びアンテナに供給する進行波電力の関係を決定する。試験中、要求する進行波電力は、この関係及び目標電界強度から計算する。システムの直線性を実証できる場合、実際の試験電界強度 E_T は、レベル設定電界強度 E_L とは異なる場合がある（6.3.2 又は 6.3.3 及び附属書 D を参照）。UFA のレベル設定結果は、試験セットアップを変更なく用いる限り有効である。アンテナ、電波吸収体、ケーブルなどの試験設備の配置の僅かなずれも、特に高周波において電界に大きな影響を与えるため、それぞれの配置を正確に記録することが重要である。

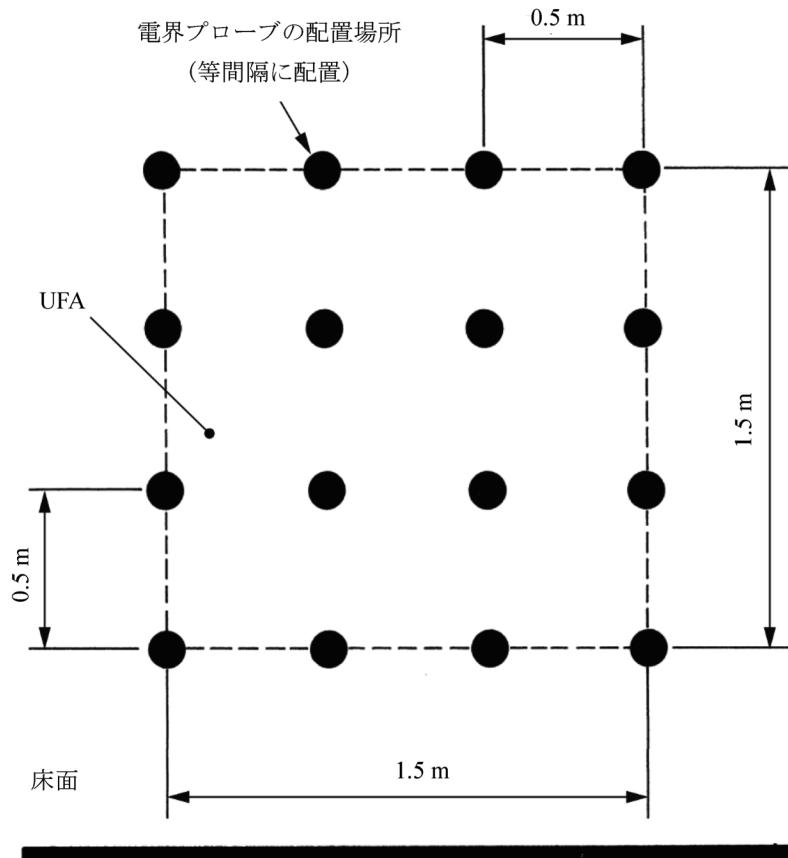


図 4-16 格子点（測定点）の UFA の寸法

この細分箇条の規定を満たすことが可能であれば、UFA の下端は任意の高さに設定してもよい。これは EUT 全面に電界を照射することを意図している。ただし、金属床の近くに UFA を設置することは困難であるため、全ての EUT で全面に照射が可能とは限らない。詳細については、[箇条 7](#) を参照。

UFA のレベル設定は、1年ごとに、又は室内構成を変更（吸収体の交換、領域の移動、装置の交換など）したときに実施することが望ましい。

UFA の要求を満たすように、電界発生アンテナと UFA との間の距離を設定しなければならない。電界発生アンテナと UFA との間の距離は、3 m を推奨するが、最短でも 1 m とする（[図 3](#) 参照）。この距離は、バイコニカルアンテナの中心、又はログペリオディックアンテナ、コンビネーションアンテナ、ホーンアンテナ若しくはダブルリッジウェーブガイドアンテナの先端から測定する。レベル設定で採用した距離を記録し、試験時にも同じ距離を適用しなければならない。

UFA の大きさは、1.5 m × 1.5 m が望ましい。EUT 及びこれに附属する配線（[7.4](#) 参照）が十分に照射される場合は、この寸法よりも小さくてよいが、0.5 m × 0.5 m より小さくしてはならない。0.5 m × 0.5 m の最小 UFA の場合、中心を加えた五つの位置で評価する（[図 5](#) 参照）。

注記 1 UFA 内をより細かな格子で測定することで、電界分布の均一性を検証することが可能である。

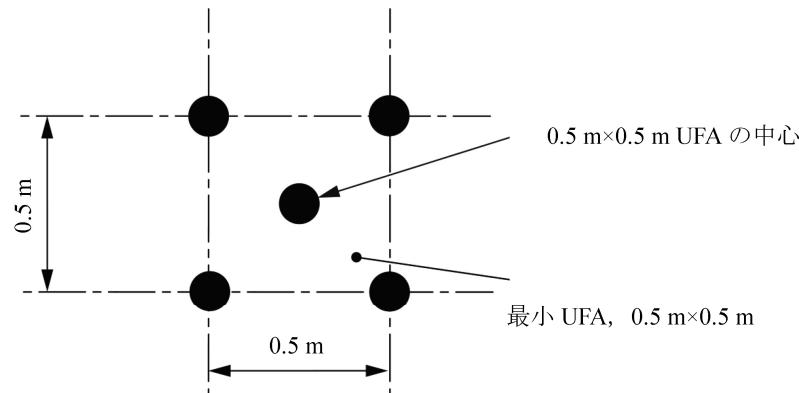


図 5—最小 UFAにおいて中心を加えた五つの位置で評価する場合のプローブ配置

半電波無響室では、床面の反射があるので、金属大地面の近傍に UFA を作ることが難しい。その場合は、金属大地面に吸収体を追加すれば、この問題は解決可能である（図 2 参照）。

レベル設定を行うために、UFA は 0.5 m 間隔の格子に分割する（1.5 m×1.5 m の UFA の例は、図 4 参照）。各周波数において、全ての格子点の 75 % 以上の点において、電界強度が公称値の 0 dB～+6 dB の範囲内にある場合、電界は均一とみなす（例えば、16 測定点中 12 点以上が許容値の範囲内にある）。0.5 m×0.5 m の最小 UFA では、格子の 4 点及び UFA の中心点全てが公称値の 0 dB～+6 dB の範囲内でなければならない。

UFA は、0.5 m×0.5 m 単位の正方形の要素で構成されている。UFA は、正方形である必要はない。選択した UFA の形状は、少なくとも 1 GHz までは使用する。

注記 2 周波数が異なる場合は、許容値の範囲内に入る測定点は異なる場合がある。

電界強度が公称値を下回らないように、許容偏差は 0 dB～+6 dB で表されている。許容偏差 6 dB は、実際の試験設備で達成可能な最小値とみなす。

1 GHz までの周波数範囲において、次の全ての条件を満足する場合は、0 dB～+6 dB の許容範囲を逸脱してもよい。

- 試験周波数全てにおいて、許容値 0 dB を下回らない。
- 試験周波数測定個数の総数のうち、逸脱する個数が 3 % 以下である。
- 許容偏差は、+6 dB を超えて +10 dB 未満である。
- 実際の許容範囲を試験報告書に明記する。

疑義がある場合は、0 dB～+6 dB の偏差値を優先する。

実際の EUT の面の占める領域が 1.5 m×1.5 m よりも大きい場合、かつ、全面照射のための十分な寸法の UFA が実現できない場合、EUT の占める領域で UFA の下端よりも上側の範囲を連続した複数の部分照射で試験してもよい（表 3 参照）。

部分照射は、次のいずれかで行う。

- レベル設定は、EUT の面が占める全領域を覆うように、放射アンテナの位置を変更した複数の UFA を用いて行う。試験は、レベル設定を行ったそれぞれのアンテナ位置で行う。
- EUT の全ての面が、1 回以上は UFA に入るように EUT を移動して試験する。

各アンテナポジションにおいて、完全なレベル設定を行う必要がある。UFA の下端よりも下にある EUT の部分（すなわち、床置型装置が該当する）に対して照射することを意図したものではない。加えて、UFA 下端よりも下の電界分布を記録する場合がある（7.3 参照）。

全面照射及び部分照射の概念を、表 3 に示す。

全ての周波数について全面照射を適用することが望ましい。全面照射が使用できない場合、周波数帯域ごとに一つ以上の代替法を適用してもよい。

表 3－全面照射及び部分照射の適用に関する UFA 要求事項

周波数範囲	要求事項	
	全面照射：EUT 及び附属する配線（7.4 参照） が完全に UFA 内に収まる場合 (推奨)	部分照射：EUT 及び附属する配線（7.4 参照） が完全に UFA 内に収まらない場合
1 GHz 以下	最小 UFA 尺法：0.5 m × 0.5 m UFA 尺法は、0.5 m 格子単位で構成する（例えば、0.5 m × 0.5 m, 0.5 m × 1.0 m, 1.0 m × 1.0 m, 1.5 m × 1.5 m, 1.5 m × 2.0 m, 2.0 m × 2.0 m など）。 レベル設定：0.5 m × 0.5 m 格子単位で行う。	最小 UFA 尺法：1.5 m × 1.5 m UFA 尺法は、0.5 m 格子単位で構成する（例えば、1.5 m × 1.5 m, 1.5 m × 2.0 m, 2.0 m × 2.0 m など）。 レベル設定：0.5 m × 0.5 m 格子単位で行う。 全測定点の 75 %が 0 dB～+6 dB の範囲内。
1 GHz 超	UFA が 0.5 m × 0.5 m を超える場合、全測定点の 75 %が 0 dB～+6 dB の範囲内。 UFA が 0.5 m × 0.5 m の場合、全ての測定点（5 点）が 0 dB～+6 dB の範囲内。	最小 UFA 尺法：0.5 m × 0.5 m UFA 尺法は、0.5 m 格子単位で構成する（例えば、0.5 m × 0.5 m, 0.5 m × 1.0 m, 1.0 m × 1.0 m, 1.5 m × 1.5 m, 1.5 m × 2.0 m, 2.0 m × 2.0 m など）。 レベル設定：0.5 m × 0.5 m 格子単位で行う。 UFA が 0.5 m × 0.5 m を超える場合、全測定点の 75 %が 0 dB～+6 dB の範囲内。 UFA が 0.5 m × 0.5 m の場合、全ての測定点（5 点）が 0 dB～+6 dB の範囲内。

一般的に、レベル設定は、図 6 に示す測定系の構成によって、電波無響室及び半電波無響室で行う場合がある。

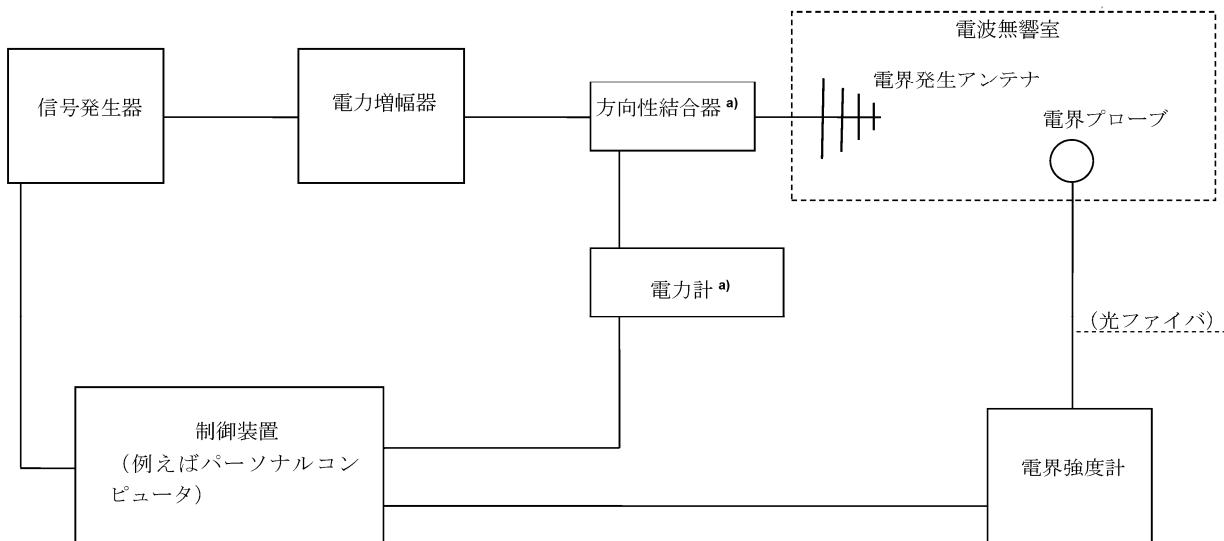
レベル設定は、常に水平及び垂直の両偏波に対して無変調で行う。電力増幅器が試験中の直線性の要求（6.3.2, 6.3.3 及び附属書 D 参照）を満たす範囲で変調信号を再現できることを確認する必要がある。80 % AM 変調の場合、レベル設定時は少なくとも EUT に照射する 1.8 倍の電界強度で実施する。このレベル設定時の電界強度を、 E_L とする。 E_L は、レベル設定時だけに適用する値である。試験に使用する電界強度 E_T は、 $E_L/1.8$ を超えてはならない。

注記 3 “試験に使用する電界強度 E_T は、 $E_L/1.8$ を超えてはならない”は、例えば、 $E_L=8 \text{ V/m}$ のレベル設定を実施した場合、 $E_T=10 \text{ V/m}$ 以下の試験が行えるが、 $E_T=30 \text{ V/m}$ の試験は実施できないことを意図している。

注記 4 80 % AM 変調を使用する場合に試験レベルを 1.8 倍する理由は、試験時に試験信号が飽和せずに出力できることを確認するためである。電力増幅器の飽和が生じていないことを確認するために、別の方針を用いる場合がある（附属書 D 参照）。

80 % AM 変調以外を使用する場合、変調信号のピーク電力に基づいて適切に飽和確認を実施することが望ましい。

例として、1.5 m × 1.5 m の UFA（16 格子点）を用いた二つの異なるレベル設定方法を 6.3.2 及び 6.3.3 に示す。いずれの方法を適用した場合でも、同一の電界均一性が得られるとみなす。



注^{a)} 電力増幅器と電界発生アンテナとの間に挿入する方向性結合器及び電力計は、進行波電力計又は進行波モニタに置き換えててもよい。

図 6－測定系の構成図

6.3.2 電界一定レベル設定法

電界一定レベル設定法は、次による。

- － 周波数ごとに検証する。検証する周波数は、8.4に示す周波数ステップを用いて決定する。
- － UFAの格子点ごとに順次検証する(図4参照)。
- － 進行波電力を、適切に調節することで検証する。
- － 校正された電界プローブを用いて測定する。

選択した電界強度を得るために必要な進行波電力は、図6に従って測定しなければならない。また、16点での測定値を単位デシベルミリワット [dB(mW)]で記録する。

水平偏波及び垂直偏波について、次の手順で行う。

- a) 電界プローブを、16個の格子点(図4参照)の任意の一つに設置する。信号発生器の周波数を、試験する周波数の最低値にする(例 80 MHz)。

注記1 レベル設定の不確かさを低減するために、電界プローブは校正で値付けしたときと同じ方法で各格子点上に配置する。

- b) 測定した(電界プローブの周波数ごとの補正係数を加味した)電界強度が、選択した電界強度 E_L と等しくなるように電界発生アンテナへの進行波電力を調節し、この進行波電力値を記録する。
- c) 篠条8に示すステップ分だけ周波数を増加する。
- d) b)及びc)を繰り返し、周波数が試験周波数範囲を超えた時点でステップを終了する。最終的に、最高周波数(例 1 GHz)において、b)によって測定する。
- e) a)～d)を格子の各点で繰り返す。

各周波数において、次の手順によって均一かどうかの判定を行う。

- f) 16個の進行波電力の数値を、昇順に並べ替える。
- g) 16番目の値を基準として、11個以上の数値(この例では格子数の75%)が-6 dB～0 dBの許容範囲

内かどうかを検証する。

- h) $-6 \text{ dB} \sim 0 \text{ dB}$ の許容範囲に入っている数値が 10 個以下の場合、次に大きい値を基準として検証を繰り返す。ここでは 16 点の UFA を例にしているため、各周波数において、この手順を 5 回まで繰り返してもよい。
- i) 6 dB 以内の数値が 12 個（格子数の 75 %）以上になった時点でこの手順を停止する。これらの数値の中で最大進行波電力が得られたポジションを基準とする。そのときの進行波電力値 P_L を記録する。
- j) 上記の一連の作業が終了した後、試験システム（例えば、電力增幅器）が飽和していないことを確認する。 E_L を E_T の 1.8 倍とし、各測定周波数で次の手順を行う。
 - 1) 上記の手順の中で決定する進行波電力 P_L を設定するために必要とするレベルから、信号発生器の出力を 5.1 dB 減じる (-5.1 dB は、 $E_L/1.8$ と同じとなる。)。
 - 2) アンテナに供給する新しい進行波電力を記録する。
 - 3) P_L から手順 2)で測定した進行波電力を減算する。その値（差）が $3.1 \text{ dB} \sim 7.1 \text{ dB}$ の場合、增幅器は飽和しておらず、試験に十分な試験システムとなる。そうでない場合は、この試験システムは試験に適さない。

注記 2 ある周波数における、 E_L と E_T との比を R (dB) とし、 $R = 20 \log(E_L/E_T)$ とする。この結果、試験電力は、 $P_T = P_L - R$ (dB) となる。 P_L はレベル設定時の電力、 P_T は試験時の電力を表す。

注記 3 手順 j) は、電力増幅器が十分な直線性をもつかを確認する手順である。詳細は、**附属書 D** を参照。

6.3.3 電力一定レベル設定法

電力一定レベル設定法を用いる均一電界強度の測定は、校正された電界プローブを UFA の格子点に順次設置し、**8.4** に示す周波数ステップを用いて進行波電力を調節して行う（**図 4** 参照）。

最初の位置での電界強度を得るために必要な進行波電力は、**図 6** に従って測定及び記録する。同じ進行波電力を、全 UFA の格子点（この例では 16 点）の測定に用いる。この進行波電力によって得られる電界を、全 16 点で記録する。

水平偏波及び垂直偏波について、次の手順で行う。

- a) 電界プローブを、16 個の格子点（**図 4** 参照）の任意の一つに設置する。信号発生器の周波数を試験する周波数の最低値にする（例 80 MHz）。

注記 1 レベル設定の不確かさを低減するために、電界プローブは校正で値付けしたときと同じ方法で各格子点上に配置する。

- b) 測定した（電界プローブの周波数ごとの補正係数を加味した）電界強度が、選択した電界強度 E_L と等しくなるように電界発生アンテナへの進行波電力を調節し、この進行波電力値及び電界強度値を記録する。

- c) **箇条 8** に示すステップ分だけ周波数を増加する。

- d) b) 及び c) を繰り返し、周波数が試験周波数範囲を超えた時点でステップを終了する。最終的に、最高周波数（例 1 GHz）において、b) によって測定する。

- e) 電界プローブをほかの格子点に移動する。a)～d) について、各周波数において、その周波数の b) で記録した進行波電力を供給して、電界強度値を記録する。

- f) e) を格子の各点で繰り返す。

各周波数において、次の手順によって均一かどうかの判定を行う。

- g) 16個の電界強度の数値を、昇順に並べ替える。
- h) 一つの電界強度を基準として選択し、ほかの全ての点について、この基準からの偏差をデシベル(dB)で計算する。
- i) 1番目の値を基準として、11個以上の数値（この例では格子数の75%）が0dB～+6dBの許容範囲内かどうかを検証する。
- j) 0dB～+6dBの許容範囲に入っている数値が10個以下の場合、次に小さい値を基準として検証を繰り返す。ここでは16点のUFAを例にしているため、各周波数において、この手順を5回まで繰り返してもよい。
- k) 少なくとも12個の電界強度値（格子点の75%）が6dB以内であれば、手順を停止し、これらの数値から最小電界強度が得られた位置を基準とする。
- l) 基準位置で、所定の電界強度を生成するために必要な進行波電力を計算する。この順進行波電力を P_L で表す。
- m) a)～l)の手順が終了した後、試験システム（例えば、電力增幅器）が飽和していないことを確認する。 E_L を E_T の1.8倍とし、各測定周波数で次の手順を行う。
 - 1) 上記の手順の中で決定する進行波電力 P_L を設定するために必要とするレベルから、信号発生器の出力を5.1dB減じる（-5.1dBは、 $E_L/1.8$ と同じとなる。）。
 - 2) アンテナに供給する新しい進行波電力を記録する。
 - 3) P_L から手順2)で測定した進行波電力を減算する。その値（差）が3.1dB～7.1dBの場合、增幅器は飽和しておらず、試験に十分な試験システムとなる。そうでない場合は、この試験システムは試験に適さない。

注記2 ある周波数における、 E_L と E_T との比を R (dB)とし、 $R=20\log(E_L/E_T)$ とする。この結果、試験電力は、 $P_T=P_L-R$ (dB)となる。

注記3 手順m)は、電力增幅器が十分な直線性をもつかを確認する手順である。詳細は、**附属書D**を参照。

7 試験セットアップ

7.1 一般

EUTは、実際の設置にできるだけ近い状態に配置して、試験を行う。配線は、取扱説明書に記載されている手順と一致するものとし、特に記載がない限り、装置は、全てのカバー及びアクセスパネルを所定の位置に配置した状態で、体内に収納しなければならない。

金属のグラウンド面は、必要としない。EUTに支持台が必要な場合、支持台は、非金属で非導電性の材料で構成する。ただし、ハウジング又は装置のケースの接地は、取扱説明書に記載されている推奨事項と一致しなければならない。

床置型装置及び卓上型装置で構成したEUTの場合は、相互の正しい位置関係を維持する。

イミュニティ試験中、EUTの照射面はUFAと一致させなければならない。代表的なEUTのセットアップを図7並びに図8のa)及び図8のb)に示す。

絶縁支持台を用いることによって、意図しないEUTの接地及び電界の乱れを防止する。電界の乱れを確

実に防止するためには、絶縁塗装した金属構造物の支持台ではなく、材質全てが非導電性であることが望ましい。

より高い周波数（例えば、1 GHz を超える周波数）では、木材又はガラス繊維強化プラスチック製のテーブル又は支持台は、電磁波を反射する可能性がある。硬質ポリスチレンのような低誘電率材料は、電界の乱れを避け、電界均一性の低下を抑制するため使用するのが望ましい。

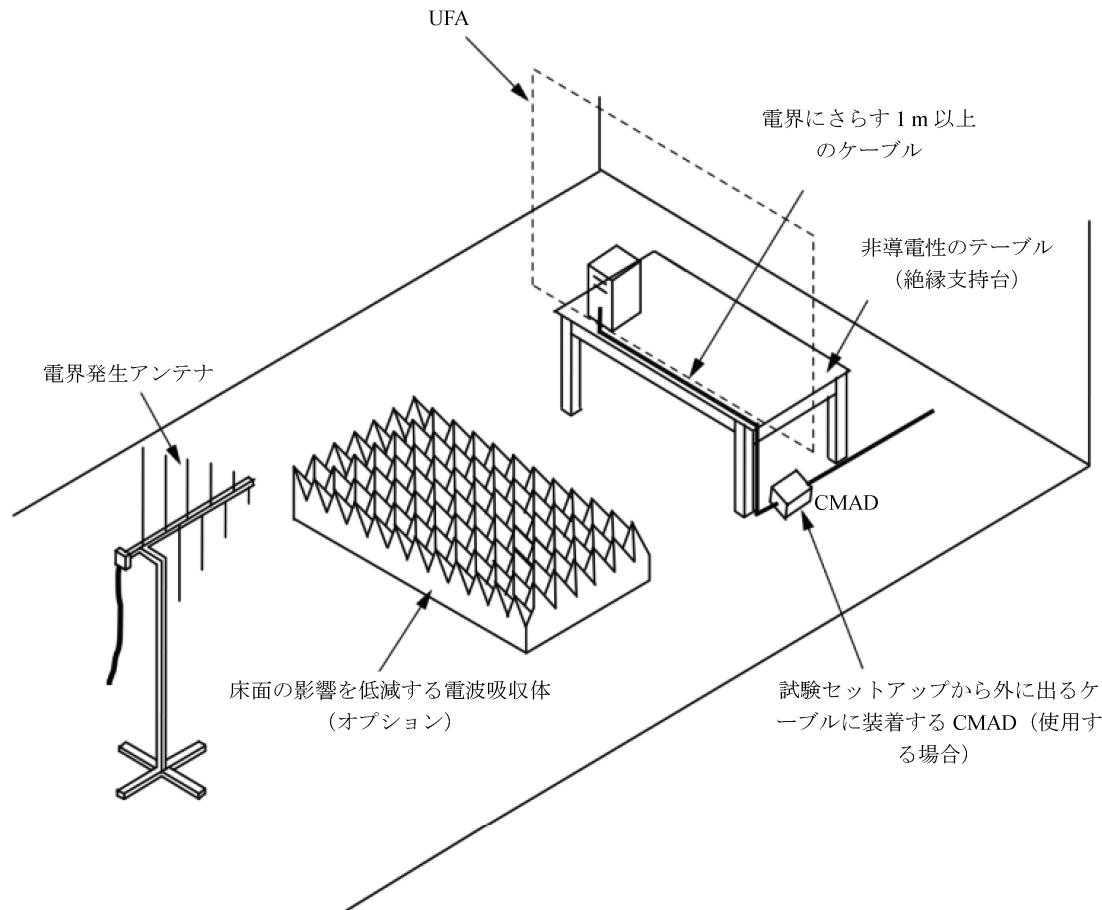
EUT の照射面を UFA と一致させるために、EUT の位置を調整してもよい。

注記 EUT の照射面とは、EUT きょう体面であり、ケーブルは含まれない。したがって、ケーブルが UFA 面よりもアンテナに近づく可能性がある。

7.2 卓上型装置の配置

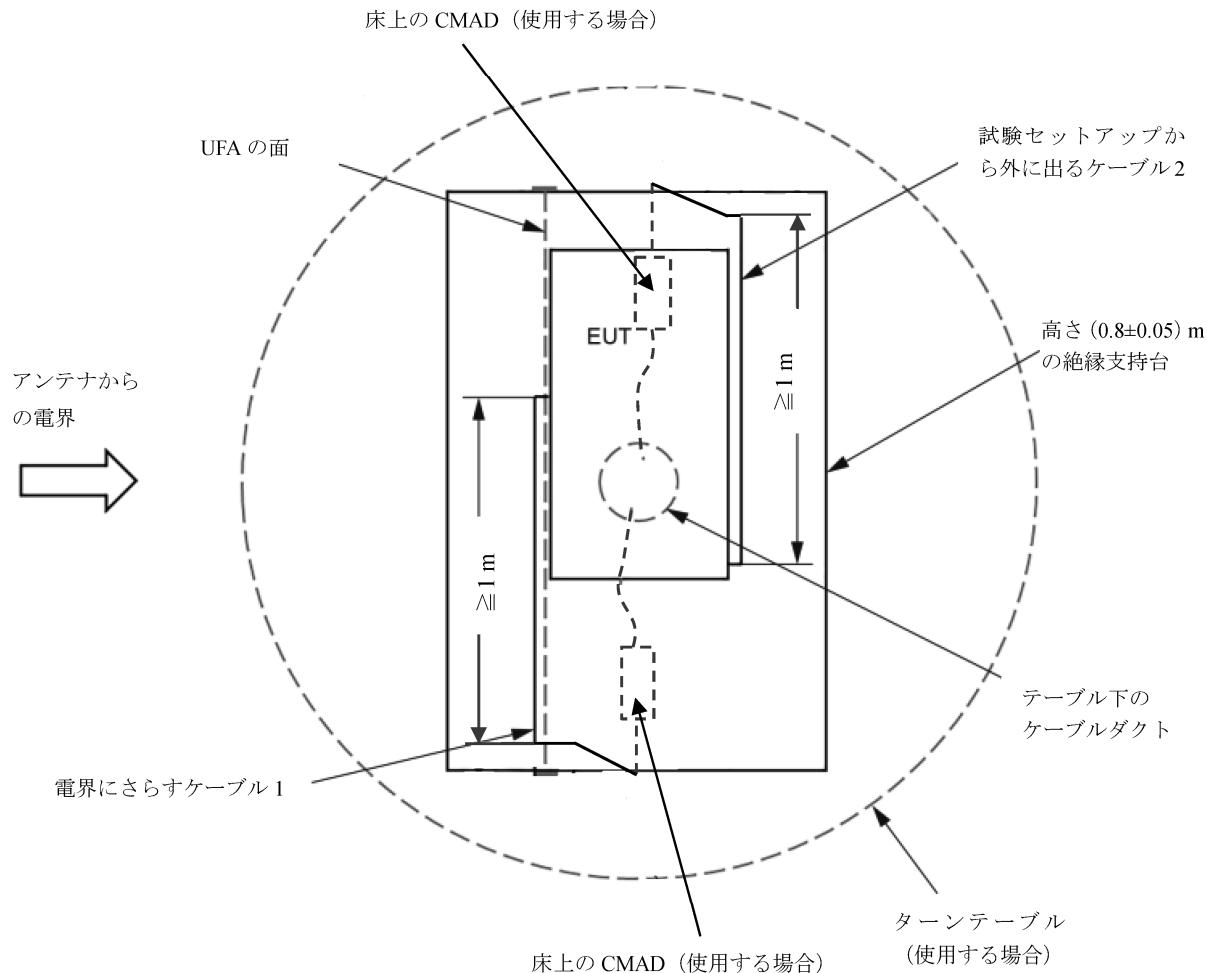
EUT は、試験室内の UFA 内の絶縁支持台上に設置する。UFA の下限の高さが 0.8 m ではない場合でも、絶縁支持台の高さは (0.8 ± 0.05) m とする。

EUT の設置手順書に従って、電源及び信号ケーブルを接続する。



注記 “試験セットアップから外に出るケーブル” とは、一般的に EUT とともに試験で照射する電波の影響を受ける領域から外に出るケーブルのことをいう。

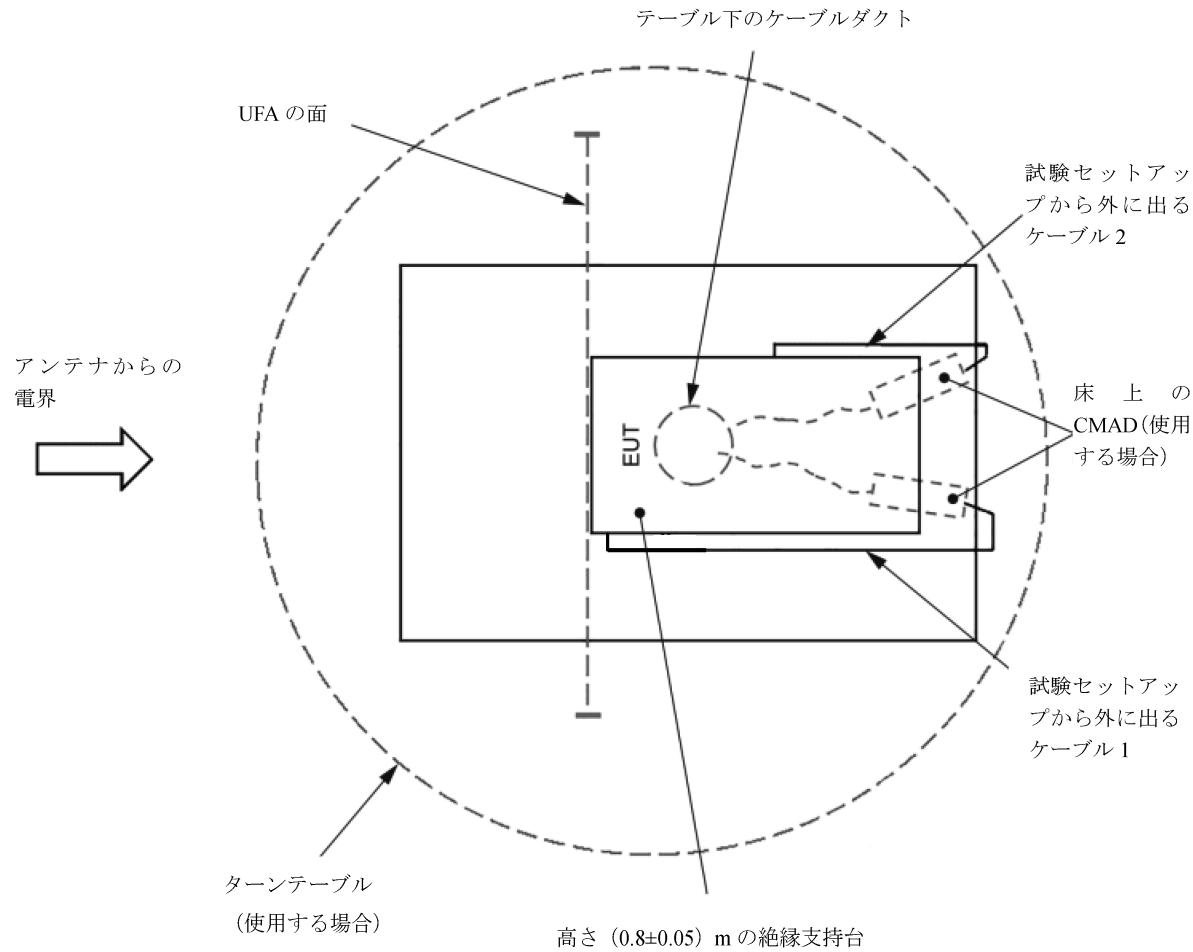
図 7—試験セットアップから外に出るケーブルをもつ卓上型装置の
試験セットアップ及びケーブルの配置の例



a) EUT セットアップ及び試験セットアップから外に出るケーブルをもつ卓上型 EUT のケーブル配置の例

注記 1 セットアップを 180° 回すと、ケーブル 2 が照射される。

図 8-EUT のセットアップ例（上面図）



b) EUT を 90° 回転させて別の面を照射するときのケーブル配置の例

注記 2 EUT の位置は、UFA に合わせて調整されている。

注記 3 この方向では、意図的に現場で照射されるケーブルはない。

図 8—EUT のセットアップ例（上面図）（続き）

7.3 床置型装置の配置

EUT は、高さ 0.05 m 以上の絶縁支持台上に設置することが望ましい。偶発的な EUT の接地及び電界の乱れを防止するために、絶縁支持台を用いる。電界の乱れを確実に防止するために、絶縁塗装した金属構造物の絶縁支持台ではなく、材質全てが非導電性の絶縁支持台とする。

EUT が床置型装置の場合は、UFA 内に配置される面積を最大化するように配置することが望ましい。

質量若しくは体積が大きい、又は安全上の理由から、装置を UFA の高さまで上げることができない場合、又はその輸送用支持台（例えば、出荷用パレット）から取り外すことができない場合は、この変更点を試験報告書に記録しなければならない。EUT が、UFA の下端から 0.5 m 以上下方に延びる場合は、UFA の下端から 50 % の高さにおける電界の大きさ（水平方向に分離した 0.5 m のレベル設定点全てにおいて）をレベル設定記録書に記録し、文書化しなければならない。この高さのデータは、試験設備の適切性及びレベル設定手順のためには考慮されない。

注記 支持台には、非導電性ローラーを使用することが可能である。

大型で重い EUT の設置に関する指針については、**附属書 H** を参照。

その後、装置を関連する設置手順に従って、電源ケーブル及び信号ケーブルに接続する。

7.4 配線の処理

ケーブルは、EUT 製造業者の設置説明書に従って EUT に接続し、試験室に配置し、できる限り典型的な設置及び使用状態を模擬する。

規定の結線タイプ及びコネクタを、使用しなければならない。EUT の接続線を指定していない場合は、非シールド平衡線を用いる。

製品仕様上、配線長が 1 m 以下 の場合は、指定の長さを使用する。指定された長さが 1 m を超える場合、又は指定されていない場合、使用するケーブル長は、一般的な設置方法に従って選択しなければならない。上記の指定がない限り、垂直又は水平のいずれかの一つの向きで、最低 1 m のケーブルを電界にさらす。これから逸脱（例えば、取り回しが困難な重い、又は固いケーブル）を試験報告書に記載しなければならない。UFA に直交して配線されるケーブルは、電界の影響を受けにくく、電界にさらされるケーブルの合計の長さに寄与しない。電界にさらすケーブルは、実用的な範囲で UFA の近くに物理的に配線することが望ましい。

EUT のユニット間を相互接続するケーブルの余長は、ケーブルのほぼ中央で低誘導的に束ねる。これからの逸脱（例えば、取り回しが困難な重い、又は固いケーブル）を試験報告書に記載しなければならない。

各ケーブルは、EUT の各面の照射中に電界にさらす必要はない。しかし、各ケーブルは、UFA に配置する EUT の面のうち、少なくとも一つの面で電界にさらす。電界に意図的にさらさないケーブルは、電界への結合を減らす方法で配線する。このため、試験する面ごとにケーブルの位置を変更してもよい。多数のケーブルを接続している EUT の場合、又は一般的な設置方法では、UFA 内でのケーブルの配置が制限される場合には、接続するケーブルを電界にさらす試みを行うことが望ましい。

ケーブル配置、電界にさらすケーブル及び EUT のセットアップに関する推奨実施方法については、**附属書 G** を参照。

製品規格で余分な長さのケーブルに減結合が必要であると規定する場合（例えば、試験セットアップから外に出るケーブル）は、EUT の動作を損なわないような減結合方法を用いる。

ケーブルへの減結合を行う場合は、CMAD を使用してもよい。CMAD のインピーダンス及び吸収特性は、**CISPR 16-1-4** に規定されている。試験セットアップから外に出るケーブルが放射イミュニティ試験結果に与える影響を低減するために、CMAD を使用することがある。CMAD を使用する場合は、図 7 に示すように、試験セットアップから外に出るケーブルが床面に到達するところで、CMAD に入らなければならない。CMAD は、必ず床に平らに置かなければならぬ。デカップリングする各ケーブルは、個別の CMAD で処理する必要がある。

飽和を避けるために、特にコモンモード電流の大きい電力ケーブル（例えば、インバータの出力ポート）については、CMAD の電流能力を考慮しなければならない。

CMAD を使用する場合は、次を適用する。

- 減結合は、どのようなタイプのケーブル（電源、通信、制御など）にも適用してもよい。
- 試験セットアップから外に出るケーブルが最大 3 本の場合、各ケーブルを CMAD で減結合するのが望ましい。
- 試験セットアップから外に出るケーブルが 3 本を超える場合、電源ケーブルは、第一優先順位として

CMAD で処理する (製品委員会によって特に指定されていない場合)。次に、残りのケーブルに適用する CMAD は、より高感度の信号を含むと想定するケーブルに配置する。合計三つまでの CMAD が使用可能である。CMAD を適用したケーブルは、試験報告書に記録する。

ケーブル配線及び CMAD の詳細については、**附属書 G** を参照。

7.5 人体装着型装置の配置

人体装着型装置 (3.1.15 参照) は、卓上型装置と同じ方法で試験してもよい。しかし、これは、レベル設定及び試験プロセスの間、人体の特性が考慮されないので、過大評価又は過小評価となる場合もある。したがって、製品規格で、適切な誘電特性をもつ人体模擬装置の使用を規定することを推奨する。

8 試験手順

8.1 一般

試験手順には、次の項目を含まなければならない。

- 試験レベル、周波数範囲及び試験変調
- 生成電界強度の事前確認を含む試験室の基準条件の確認
- EUT の正しい操作の予備立証
- 試験の実施
- 試験結果の評価 (箇条 9 参照)

8.2 試験室の基準条件

8.2.1 一般

環境パラメータが試験結果に及ぼす影響を最小限に抑えるため、8.2.2 及び 8.2.3 に規定のとおり、気象条件及び電磁環境条件下で試験を実施しなければならない。

8.2.2 気象条件

共通規格、製品群規格又は製品規格で規定がない限り、試験室の気象条件は、全て、EUT 及び試験装置の動作に関して、それぞれの製造業者が指定する限度内でなければならない。

この規格の対象となる現象の影響が気候条件に影響されることを証明する十分な証拠があると考えられる場合には、この文書に責任をもつ基本 EMC 規格作成委員会に注意を喚起することが望ましい。

8.2.3 電磁環境条件

試験所の電磁環境条件は、試験結果に影響を与えないために、EUT の正しい動作を可能にしなければならない。

8.3 試験の実施

試験は、技術仕様書に指定した EUT の動作の立証を含む試験計画に基づいて実施する。

EUT の試験は、通常の動作状態で行う。

試験計画には、次の情報を含めることが望ましい。

- EUT の寸法
- EUT の代表的な動作条件
- EUT が卓上型、床置型又はこれらの組合せのいずれか
- EUT が床置型装置の場合、支持台の高さ
- 用いる試験設備の種類
- 周波数範囲、滞在時間及び周波数ステップ
- UFA の寸法、形状及び高さ
- 部分照射の使用の有無
- 適用する試験レベル
- 用いる相互接続線及びそれを接続する (EUT の) インタフェースポートの種類及び数
- 許容できる性能基準
- EUT の動作方法の説明

この箇条で規定する試験手順は、**箇条 6** で規定したように、電界発生アンテナを用いる試験法である。

P_L から求められる順方向電力 P_T は、試験電界強度を達成するための基準パラメータとして用いることが望ましい。詳細は、**6.3.2** 及び **6.3.3** の**注記 2** を参照。

試験前に、試験装置又は試験システムが適切に動作していることを確認する。例えば、一つ以上の周波数において、UFA 内の一つ以上の箇所で電界強度を測定することによって確認することが可能である。

最初に、EUT の一つの面を UFA 面に一致させて設置する。部分照射を利用しない限り、EUT 面は UFA に一致させなければならない。部分照射の使用及び電界レベル設定に関しては、**6.3** を参照。

対象とする周波数範囲にわたって、**5.1** に従って変調した信号を掃引する。RF 信号レベルを調節する場合、又は必要に応じて発振器及びアンテナを切り替える場合には、掃引を中断する。周波数を増加して掃引する場合、周波数ステップの大きさは、**8.4** を参照。

各周波数での変調搬送波の滞在時間は、EUT が動作し、反応するのに必要な時間以上とする。ただし、いかなる場合も 0.5 秒間以上とする。

注記 1 滞在時間は、各周波数で試験条件が安定したときから開始される。

試験時間を短縮するために、印加する全ての試験信号が**6.3.2** のステップ **j**)又は**6.3.3** のステップ **m**)の直線性の要求事項を満たしている場合は、単一の滞在時間中に複数の周波数を同時に印加してもよい (複数信号試験)。各信号周波数において、試験レベルは、一度に一つの周波数で試験するためのレベル設定手順から生じるものでなければならない。同じ変調が各信号に同時に適用される。相互変調信号は、高調波のように扱い、その相互変調信号が重大な影響を与えないことを確認する (変調の影響については**附属書 I** を、試験結果の評価については**箇条 9** を参照)。

試験は、EUT のそれぞれの面に対して、電界発生アンテナを用いて行う。機器を異なる向き (例えば、垂直又は水平) で用いる場合、全ての面を照射して試験を行う。技術的に正当化される場合は、より少ない面を電界発生アンテナで照射して試験してもよい。その一方では、例えば、EUT の種類及び寸法、又は試験周波数によって、5 方向上以上照射することが必要な場合がある。

注記 2 電気的サイズが変化すると、EUT の電磁波放射パターンも複雑になる。この電磁波放射パター

ンの複雑さが、最小のイミュニティを決定するために必要な試験面の数に影響することがある。

EUT の各面に対して、アンテナを垂直偏波及び水平偏波のそれぞれで試験を行う。

イミュニティ試験に対して影響の大きい動作モードを事前に選択し、試験中には、その全てを試みなければならぬ。試験中、EUT を動作させるために特別な動作試験プログラム、ツール又はデバイスを使用することが望ましい。

8.4 周波数ステップの大きさ

周波数を増加して掃引する場合、周波数ステップの大きさは、前の周波数の 1 %以下とする。最大の周波数ステップの大きさは、**6.3.2** 及び **6.3.3** のレベル設定手順並びに **8.3** の試験の実施の両方に適用する。

9 試験結果の評価

試験結果は、EUT の機能損失又は性能低下の観点から、その装置の製造業者若しくは試験の依頼者が定義した、又は製品の製造業者と購入者との間の協定で合意した性能レベルと比較して分類する。推奨する分類を、次に示す。

- a) 製造業者、試験の依頼者又は製品の購入者が指定する仕様限度内の正常な性能。
- b) 妨害がなくなった後に消滅する一時的な機能損失又は性能低下。操作者が介在することなく EUT が正常な性能に自己復帰する。
- c) 操作者の介在が必要な、一時的な機能損失又は性能低下。
- d) ハードウェア又はソフトウェアの破壊による修復不可能な機能損失若しくは性能低下、又はデータの損失。

試験結果の評価は、適切な変調を印加している滞在時間中の EUT の性能に基づく。

EUT の性能評価は、単一の原因及び影響の原理に基づくことが望ましい。複数の信号を用いて試験した場合、記録したどの性能低下も単一の試験信号によって生じ、複数の信号によって発生したものではないことを確実にすることに留意することが望ましい。この分類は、共通規格、製品群規格及び製品規格の原案作成委員会で性能基準を規定するときの指針として、又は適切な共通規格、製品群規格及び製品規格が存在しない場合に製造業者と購入者との間で、性能基準に対する合意を行うための枠組みとして用いてよい。

10 試験報告書

試験報告書は、試験を再現するために必要な全ての情報を含む。特に次の事項を記載する。

- 箇条 8 で要求する試験計画によって規定する項目。
- EUT 及び関連装置の識別表示。例えば、商標、製品型式、製造番号。
- 試験装置の識別表示。例えば、商標、製品型式、製造番号。
- 試験を行った特別な環境条件。
- 試験を行うために必要な特別な条件。
- 製造業者と試験の依頼者又は製品の購入者との間で指定する性能レベル。
- 共通規格、製品群規格又は製品規格で規定する性能基準。

- 妨害の印加中又は印加後に観測した EUT への全ての影響、及びこれらの影響が持続した期間。
- 合否判定の根拠（共通規格、製品群規格若しくは製品規格で規定する性能基準、又は製造業者と購入者との間で合意した性能基準に基づく。）。
- 装置の取扱いにおける特定の条件。例えば、適合性を達成するために必要なケーブルの長さ、型式、遮蔽若しくは接地、又は EUT の動作条件。
- UFA の寸法及び位置に関する追加情報。
- **6.3.1** で要求される場合、UFA の許容差に関する追加情報。
- ケーブル及び装置の配置及び向きに関する図及び／又は写真。
- この規格からの変更点。

附属書 A (参考)

デジタル無線サービスからの RF 放射を模擬するために、 イミュニティ試験に正弦波による振幅変調方式を選択した根拠

A.1 検討した変調方式の概要

800 MHz を超える周波数における主な RF 放射の発生源は、非定包絡線変調のデジタル無線電話である。
この規格の作成に当たっては、その電磁界を模擬するものとして、次の変調方式を検討した。

- 1 kHz の正弦波による 80 % 振幅変調。
- 繰返し周波数 200 Hz のデューティサイクル 1 : 2、方形波による 100 % 振幅変調。
- 個々のシステムの特性を近似的に模擬し、パルス変調した RF 信号。例えば、GSM に対しては、繰返し周波数 200 Hz、デューティサイクル 1 : 8 の方形波、DECT 端末に対しては、繰返し周波数 100 Hz のデューティサイクル 1 : 24 など。
- 個々のシステムの特性を正確に模擬し、パルス変調した RF 信号。例えば、GSM に対しては、繰返し周波数 200 Hz の 1 : 8 デューティサイクルに、不連続送信モード (2 Hz の変調周波数)、多重フレーム効果 (8 Hz の周波数成分) などの副次的な変調を加えた変調方式。
- 放送及び無線通信用の OFDM (直交周波数分割多重) 信号。

個々のシステムの特長を、表 A.1 に示す。

表 A.1－変調方式の比較

信号の種類	利点	欠点
正弦波振幅変調	<ul style="list-style-type: none">1 実験では、最大 RMS レベルが同じ場合、様々なタイプの非定包絡線変調方式と妨害との影響が良好な関係を示す場合がある。2 TDMA パルスの立ち上がり時間を規定(及び測定)する必要がない。3 この規格及び JIS C 61000-4-6 で規定している。4 電界発生器及びモニタ装置の入手が容易である。5 アナログ音声装置では、EUT の復調による狭帯域レベルメータで測定できる可聴周波応答が発生する。その結果、バックグラウンドノイズの発生が低減可能である。6 低い周波数で、(例えば、FM、位相変調、パルス変調などの)他のタイプの変調方式の影響の模擬が有効であることが、既に示されている。	<ul style="list-style-type: none">1 TDMA を模擬しない。2 装置によっては、少し過剰な試験となる。3 故障メカニズムを見逃すことがある。
方形波振幅変調	<ul style="list-style-type: none">1 TDMA を模擬する。2 一般に適用可能である。3 (RF 包絡線の大きな変化速度に敏感な) 未知の機能障害の仕組みが、明らかになる可能性がある。	<ul style="list-style-type: none">1 TDMA を正確に模擬しない。2 EUT での復調によって広帯域の可聴周波応答が発生する。この可聴周波応答は、広帯域のレベルメータで測定しなければならないため、バックグラウンドノイズが増大する。3 立ち上がり時間の規定が必要。
パルス RF	<ul style="list-style-type: none">1 TDMA を良好に模擬する。2 (RF 包絡線の大きな変化速度に敏感な) 未知の機能障害の仕組みが、明らかになる可能性がある。	<ul style="list-style-type: none">1 様々なシステム(例えば、GSM、DECTなど)に適合するために、変調の細部を変更する必要がある。2 EUT での復調によって、広帯域の可聴周波応答が発生する。この可聴周波応答は、広帯域のレベルメータで測定しなければならないため、バックグラウンドノイズが増大する。3 立ち上がり時間の規定が必要。
OFDM	<ul style="list-style-type: none">1 デジタル変調を良好に表現する。2 (RF 包絡線の大きな変化速度に敏感な) 未知の機能障害の仕組みが、明らかになる可能性がある。	<ul style="list-style-type: none">1 様々な無線サービス(例えば、LTE、DAB、DVB-Tなど)に適合するために、OFDM のパラメータの細部を変更する必要がある。

A.2 実験結果

妨害信号として用いる変調方式、及びそれによって生じる干渉との間の相関性を評価するに当たり、一連の実験を行った。

調査対象とした変調方式は、次のとおりである。

- a) 1 kHz の正弦波による 80 %の振幅変調
- b) GSM を模擬するパルス変調、繰返し周波数 200 Hz でデューティサイクル 1:8
- c) DECT を模擬するパルス変調、繰返し周波数 100 Hz でデューティサイクル 1:2 (基地局)
- d) DECT を模擬するパルス変調、繰返し周波数 100 Hz でデューティサイクル 1:24 (端末)

それぞれの場合について、DECT を模擬する変調だけを用いる。

表 A.2 及び表 A.3 に、結果を示す。

表 A.2—相対妨害レベル^{a)}

変調方式 ^{b)}		1 kHz の正弦波による 80 %の振幅変調 dB	GSM を模擬するパル ス変調, 200 Hz でデュ ーティサイクル 1:8 dB	DECT を模擬するパル ス変調, 100 Hz でデュ ーティサイクル 1:24 dB
補聴器 ^{c)}	重みなし 21 Hz~21 kHz	0 ^{d)}	0	-3
	A-特性	0	-4	-7
アナログ式電話 ^{e)}	重みなし	0 ^{d)}	-3	-7
	A-特性	-1	-6	-8
無線装置 ^{f)}	重みなし	0 ^{d)}	+1	-2
	A-特性	-1	-3	-7

注^{a)} 妨害波への可聴周波応答は、妨害レベルである。低い妨害レベルは、高いイミュニティレベルを示す。

注^{b)} 妨害信号（ばく露）の最大 RMS 値（3.1.19 参照）が全ての変調を通して同じになるように、搬送波の振幅を調整することが重要である。

注^{c)} 900 MHz の入射する電界を対象とする。DECT を模擬する変調のデューティサイクルは 1:24 ではなく、1:2 である。可聴周波応答は、0.5 m 長の PVC（ビニル）線チューブを経由して接続した人工耳で測定する可聴音声周波数出力である。

注^{d)} この状態を可聴周波応答の基準、すなわち、0 dB とする。

注^{e)} 電話線に重畳する 900 MHz の RF 電流を対象とする。可聴周波応答は、電話線上で測定する可聴周波数電圧である。

注^{f)} 電源線に重畠する 900 MHz の RF 電流を対象とする。可聴周波応答は、マイクロフォンで測定するスピーカからの可聴出力である。

表 A.3-相対的なイミュニティレベル^{a)}

変調方式 ^{b)}		1 kHz の正弦波による80 %の振幅変調dB	GSM を模擬するパルス変調, 200 Hz でデューティサイクル 1:8 dB	DECT を模擬するパルス変調, 100 Hz でデューティサイクル 1:24 dB
装置	応答			
テレビ受像機 ^{c)}	確認可能な妨害	0 ^{d)}	-2	-2
	強い妨害	+4	+1	+2
	画面の消失	~+19	+18	+19
RS232 インタフェースをもつデータ端末 ^{e)}	映像画面への干渉縞	0 ^{d)}	0	-
	データエラー	>+16	>+16	-
RS232 モデム ^{f)}	データエラー(電話インターフェースに重畳時)	0 ^{d)}	0	0
	データエラー(RS232 インタフェースに重畠時)	>+9	>+9	>+9
実験室用安定化電源 ^{g)}	DC 出力電流で2 %エラー	0 ^{d)}	+3	+7
SDH クロスコネクト ^{h)}	ビットエラーのしきい値	0 ^{d)}	0	-

注 a) 表中の数値は、各変調方式で同じ障害を起こすのに必要な（ばく露）妨害信号の最大 RMS 値（3.1.19 参照）の相対測定値である。高いデシベル（dB）値は、高いイミュニティを示す。

注 b) 妨害信号は、各変調方式で同じ反応（障害）を起こすように調整してある。

注 c) 900 MHz の RF 電流を電源ケーブルに重畠し、画面に現れる妨害の程度で判定を行う。干渉パターンは状況によって異なるため、評価はどちらかといえば主観的である。

注 d) この状態をイミュニティレベルの基準、すなわち、0 dB とする。

注 e) RS232 ケーブルに重畠する 900 MHz の RF 電流を対象とする。

注 f) 通信ケーブル又は RS232 ケーブルに重畠する 900 MHz の RF 電流を対象とする。

注 g) DC 出力ケーブルに重畠する 900 MHz の RF 電流を対象とする。

注 h) SDH=synchronous digital hierarchy（同期デジタル階層）。935 MHz の電界を入射する。

次のデジタル装置に対して、正弦波振幅変調及びパルス変調（デューティサイクル 1:2）で電界強度最大 30 V/m までの試験を行う。

- マイクロプロセッサ制御のハンドドライヤ
- 75 Ω 同軸ケーブルを接続している 2 Mb（メガビット）モジュール
- 120 Ω ツイストペアケーブルが接続されている 2 Mb（メガビット）モジュール
- マイクロプロセッサ、ビデオディスプレイ及び RS485 インタフェースをもつ工業用コントローラ
- マイクロプロセッサをもつ列車表示システム
- モジュール出力をもつクレジットカード端末
- デジタルマルチプレクサ 2/34 Mb（メガビット）
- イーサネットリピータ [10 Mb/s（メガビット／秒）]

全ての機能障害は、装置のアナログ機能に起因する。

A.3 副次的変調の影響

デジタル無線電話システムの中で用いる変調を正確に模擬しようとする場合、主変調を模擬するだけではなく、現れることのある副次的変調の影響を考慮することが重要である。

例えば、GSM 及び DCS 1800 は、120 ms ごとのバーストの抑止によって引き起こされる多重フレームの影響がある（これによって、約 8 Hz の周波数成分が発生する。）。さらに、オプションの断続送信 (DTX) モードによる、2 Hz の変調が追加されることがある。

A.4 結論

実験結果では、試験した項目においては、用いる変調方式とは無関係に妨害に応答していることが見られる。異なる変調の影響を比較する場合、用いる妨害信号は、最大 RMS レベルを同じにすることが重要である。

様々な種類の変調の影響に関して、著しい相違が存在する場合、正弦波振幅変調 (AM) は、常に、最も厳しい。

正弦波変調と TDMA とで異なる応答を観察する場合でも、製品規格の判定基準を適切に調整することによって、製品に特有な相違は修正される可能性はある。

まとめとして、正弦波変調は、次の長所をもつ。

- アナログシステムでの狭帯域検出応答が、バックグラウンドノイズ問題を軽減する。
- 汎用的に適用可能。すなわち、妨害源の振る舞いを模擬しないため。
- 全ての周波数において同じ変調。
- 常に、パルス変調と同等以上に厳しい。

上記の理由によって、この規格では 80 %の正弦波振幅変調を標準変調方式とする。ほかの種類の変調を要求する特別な理由がある場合にだけ、製品委員会は、変調方式を変更してもよい。

附属書 B (参考) 電界発生アンテナ

B.1 バイコニカルアンテナ

このアンテナは、バラン及び二つの対称円すい（錐）素子で構成され、送受信の両方に使用可能な広い周波数範囲を備えている。そのコンパクトな大きさによって近接効果が最小になるため、これらのアンテナは、電波無響室のような限定された領域での使用に理想的なものとなっている。

B.2 ログペリオディックアンテナ

ログペリオディックアンテナは、伝送線に接続した異なる長さの対数間隔のダイポール素子を配列したアンテナである。

ログペリオディックアンテナは、広帯域アンテナとしては、比較的高い利得及び低い電圧定在波比(VSWR)をもつ。

B.3 コンビネーションアンテナ

ログペリオディックアンテナ及びバイコニカルアンテナは、組み合わせた使用が可能である。この組合せは周波数範囲を拡大でき、一つのアンテナで 80 MHz 未満から数ギガヘルツまでの周波数が包含可能である。このようなアンテナは、ハイブリッドアンテナ又は類似の名称で呼ばれることがある。

バイコニカルの素子は、通常、ログペリオディックアンテナの先端から離れた位置（アンテナの後部）に配置されるため、ダイポールの素子と EUTとの間の距離は、ハイブリッドアンテナの先端よりも実質的に大きくなり得る。このようなアンテナは、RF 電界を生成するためにアンテナにより多くの電力を必要とし得る。

より高い利得を達成するために、二つのログペリオディックアンテナを組み合わせることも可能である。このようなアンテナは、スタックアンテナ又は類似の名称で呼ばれることがある。

B.4 ホーンアンテナ及びダブルリッジウェーブガイドアンテナ

ホーンアンテナ及びダブルリッジウェーブガイドアンテナは、直線偏波の電磁界を作る。これらは、一般的に 1 000 MHz を超える周波数で用いる。

注記 高利得アンテナは、一般にビーム幅が狭くなる。

附属書 C (参考) 電波無響室

C.1 電波無響室に関する一般的な情報

半電波無響室は、電波吸収体を壁及び天井に貼り付けたシールドルームである。全電波無響室は、床にも電波吸収体が貼り付けてある。

この電波吸収体の目的は、RFエネルギーを吸収し、電波無響室内への反射を防ぐことである。この反射波が直接波と複雑に干渉して、生成された電界の強度に山と谷とを生じさせる。

電波吸収体の反射損失は、一般に入射波の周波数及び垂直面に対する入射角度に依存する。その損失(吸収)は、通常、垂直入射で最大となり、入射角度が増すとともに減少する。

反射を防ぎ、吸収を高めるために、吸収体の形状は、くさび形又はピラミッド形をよく用いる。

半電波無響室では、全周波数領域において必要な電界均一性を得るために、電波吸収体を床に追加する部分的な変更が役立つ。フェライト吸収体付きの電波無響室については、C.2を参照。これら追加する吸収体の最適な材質及び位置は、実験によって求める。

追加する吸収体は、アンテナからEUTまでの直接波照射経路に配置するのではなく、レベル設定手順と同一の位置及び方向に配置して試験することが望ましい。さらに、電界発生アンテナを傾けたり上げたりすると、床上に設置した吸収材料への直接照射を防ぐことが可能である。これは、特に、床置型装置の配置に関しては重要であり、大型及び質量のあるEUTの配置に関する指針については、7.3及び附属書Hも参照。

反射波が全て非対称になるように、電界発生アンテナを電波無響室の軸(必要に応じて、水平方向及び垂直方向)からずらして設置することによっても、電界均一性が向上する。

C.2 フェライトを貼った電波無響室の1GHzを超える周波数での使用

C.2.1 フェライトを貼った電波無響室を1GHzを超える周波数で放射電界イミュニティ試験に用いることによって生じる問題点

吸収体としてフェライトだけを使用した電波無響室は、1GHz以下の周波数で用いるように設計している。例えば、フェライトを貼った小型電波無響室では、次のような問題が起こることがある。

1GHzを超える周波数では、フェライト板は、通常、吸収体としてよりも、むしろ反射体として働く。電波無響室の内壁からの多重反射のため、1GHzを超える周波数で1.5m×1.5mの領域全体で均一な電界を得るのは、極めて困難である(図C.1参照)。

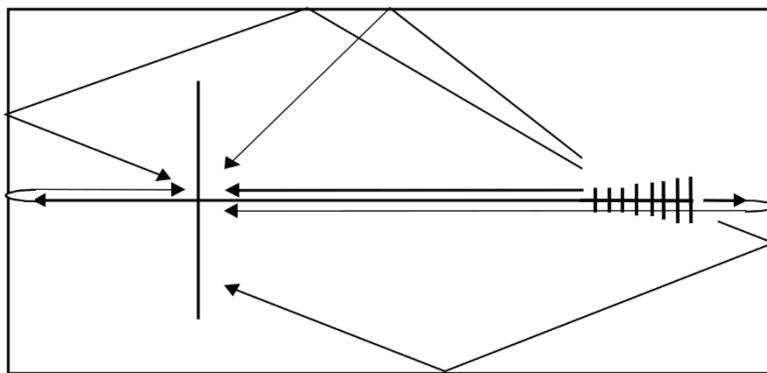


図 C.1—小型電波無響室での多重反射

特に波長が 0.2 m よりも短い周波数では、結果の再現性は、電界発生アンテナ及び電界プローブ、又は EUT の位置決めに対して非常に敏感になる可能性がある。

C.2.2 反射を減らすための解決策

反射の影響は、次の方法で減らすことが可能である。

- 後方への電界放射を減少させるために、ホーンアンテナ又はダブルリッジウェーブガイドアンテナを使用する。同様に、これらのアンテナはビーム幅が狭いため、電波無響室の側壁からの反射も減少する。
- 側壁からの反射を最小限にするように、電界発生アンテナと EUT との距離を短くする（電界発生アンテナと EUT との距離は、1 m まで短くし得る。）。
- 直接反射を取り除くために、電界発生アンテナから見て、EUT の後ろの壁にカーボン電波吸収体を貼り付ける。こうすることによって、EUT とアンテナとの配置によって試験結果が左右されることが少なくなる。また、1 GHz 未満の周波数における電界均一性も改善されることがある。

注記 1 GHz 未満の周波数での電界均一性に対する要求事項を満たすために、既存のフェライト電波吸収体とともに働くように、カーボン電波吸収体の特性を指定することがある。

これらの手順に従うことで、反射波の大部分が抑制される（図 C.2 参照）。

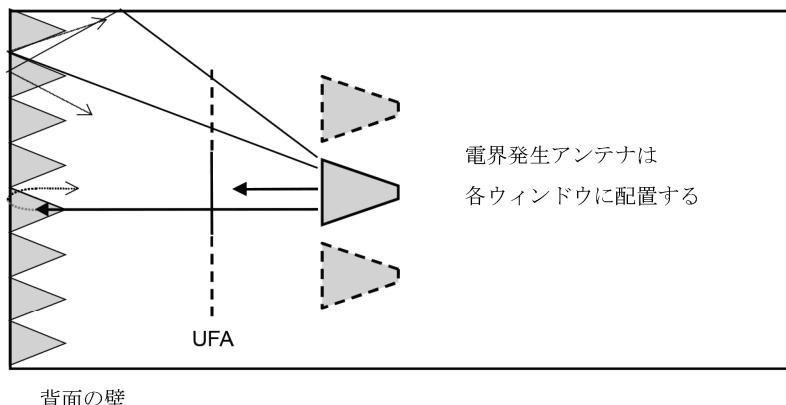


図 C.2—反射波抑制の例（上面及び側面図に適用）

附属書 D (参考)

電力増幅器の圧縮及びノンリニアリティ

D.1 電力増幅器のひずみを制限する目的

増幅器のノンリニアリティは、EUTに加わる妨害信号の不確かさの要因となり得る。電界強度の値の不確かさに影響を与えないように、電力増幅器のノンリニアリティを十分に低く保持することを目的とする。この附属書は、試験所が電力増幅器のひずみを理解及び抑制（制限）することを支援するためのものである。

D.2 高調波及び飽和が原因として考えられる問題点

電力増幅器を飽和状態で用いた場合は、次のような結果が生じることがある。

- a) 高調波は、レベル設定中に得た測定値に大きく影響を及ぼすことがある。広帯域電界プローブは、基本波及びその高調波を測定するため、意図した周波数での電界強度は不正確な測定となる。
- b) EUTが意図する基本周波数に対しては影響を受けないが、高調波周波数に対しては強い影響を受ける場合、高調波がEUTの誤動作の原因となる可能性がある。誤動作は不正確に記録され、誤った誤動作対策につながる可能性がある。
- c) 特別な状態で高調波が非常によく抑えられている場合でも、高調波が試験結果に影響を及ぼすことがある。例えば、900 MHzの受信機を試験する場合、300 MHzの信号の高調波が十分微弱に抑えられても、受信機の入力で過負荷になるときがある。似たような現象は、信号発生器が高調波に無関係な信号を出力している場合にも起こることがある。特殊なローパスフィルタ又はノッチフィルタは、感度の高いEUTの保護に用いることが可能である。
- d) 測定できる高調波がない場合にも、飽和が内在することがある。これは、電力増幅器が高調波を抑制するためのローパスフィルタをもつ場合、及び／又は内部回路及び複合技術で帯域端部の高調波を抑制するように働いている場合に発生する。このような状態でも、次の誤った結果を導くことがある。
 - 1) レベル設定中にこの種の飽和が発生した場合、6.3.2又は6.3.3に規定したアルゴリズムはリニアリティを前提として用いるため、間違ったレベル設定データが導出される。
 - 2) 試験中にこの種の飽和が発生した場合、不正確な変調度及び変調周波数（通常、1 kHz）の高調波が生じることがある。

D.3 電界の高調波成分の制限

電界の高調波成分は、電力増幅器の出力端子において、調整可能型、トラッキング型又は同調型ローパスフィルタを用いて制限し得る。

電力増幅器の出力で高調波が生じる場合の全ての周波数に対して、電力増幅器の出力信号における高調波は、電界の高調波が、基本波よりも少なくとも6 dB小さくなるように十分に低くすることが望ましい。これは、D.2のc)で検討した概要を除いて、適切であるとみなせる。

基本信号と高調波信号との間の位相関係に依存して、電界強度誤差は、基本電界強度の10%以上になる可能性がある。例えば、広帯域で測定した10 V/mは、基本波9 V/m及び高調波4.5 V/mから生じる結果で

ある。

しかし、実際の試験システムは、標準信号発生器、電力増幅器、アンテナ及びそれらの機器を接続する同軸ケーブルで構成するため、電力増幅器の出力端において、基本波に対して 6 dB 低い高調波であっても、使用するアンテナの利得によっては、不十分であることに注意することが望ましい。

出力端子に固定ローパスフィルタをもつ電力増幅器では、基本周波数の上限は、電力増幅器の仕様上の最高周波数の約 1/3 となる。

飽和した電力増幅器の高調波をローパスフィルタで抑制している場合、どのような状況（例えば、変調時の最悪周波数、最大電界強度）でも電力増幅器の 2 dB 圧縮点を超えないことが望ましい。2 dB 圧縮点で、最大電圧振幅は 20 % 減少する。

D.4 イミュニティ試験に関するリニアリティ特性の影響

D.4.1 一般

イミュニティ試験の結果に影響を及ぼす問題は、電力増幅器のリニアリティ特性、高調波及び飽和である。

使用する電力増幅器がレベル設定時の電界強度又は計算によって求めた低い電界強度において、正しい電界強度を生成することを保証するために、電力増幅器のリニアリティを確認することが望ましい。

D.4.2 リニアリティ特性の評価方法

D.4.2.1 評価レベル範囲

電力増幅器のリニアリティ特性は、試験に使用する電力増幅器の振幅範囲以上の評価をすることが望ましい。これには、変調による減少分を含む最小レベルから変調による増加分を含む最大レベルまでの範囲を含む。

最大レベルは変調によるレベルの増加分を考慮し、連続波 (CW) 信号の最大レベルを 5.1 dB 増加する。

色々な試験電界強度レベルを計算する場合、UFA の中の一つの点に対するレベル設定結果に基づいて、リニアリティの評価範囲は、試験に用いる電力増幅器出力の最小から最大までの範囲でなければならない。例えば、10 V/m のレベル設定から得たデータを用いて 3 V/m の試験をする場合、リニアリティ評価範囲は、電力増幅器出力で必要とする 1.67 V/m～18 V/m の電界強度を達成するようにする。

D.4.2.2 評価手順

電力増幅器のリニアリティの評価には、実際の試験の配置及びアンテナ、電波無響室、EUT 試験に使用する試験システムのような設備などを使用することが大切である。試験配置を、図 D.1 に示す。

電力増幅器のリニアリティは、少なくとも増幅器の利用可能な範囲の最低、中間及び最高周波数で評価することが望ましい。しかし、周波数応答及び増幅器の圧縮動作によっては、圧縮動作のより詳細な分析が必要になることがある。例えば、80 MHz～1 GHz の周波数範囲をもつ増幅器は、少なくとも 80 MHz, 500 MHz 及び 1 GHz で評価することが望ましい。増幅器の周波数範囲が幾つかの周波数帯域に分割されている場合は、各周波数帯域ごとにこの評価を適用することが望ましい。

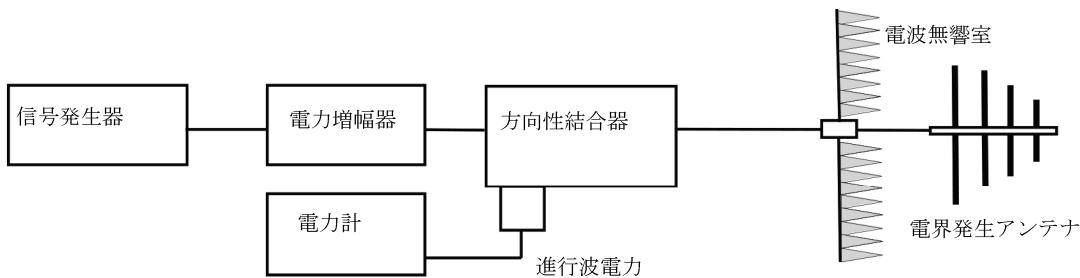


図 D.1 増幅器のリニアリティ測定セットアップ

リニアリティ測定は、上記で定義した周波数ごとに、次の手順に従って行う。

- 適切な試験セットアップに対して、信号発生器の最小及び最大レベルの両方を発生させるために必要な設定を決定する (D.4.2.1 参照)。
- 信号発生器を a)で決定した最小値に設定し、信号発生器の出力及び電力増幅器の進行波電力を記録する。
- 信号発生器の設定を 1 dB 増加し、そのときの信号発生器の出力及び電力増幅器の進行波電力を記録する。
- a)で決定した信号発生器の最大設定値に達するまで、c)を繰り返す。

D.4.2.3 リニアリティの基準

D.4.2.2 で求めた結果については、測定した電力増幅器出力のレベル範囲にわたって利得誤差が±1 dB を超えてはならない。図 D.2 及び図 D.3 の例を参照。

D.4.2.2 で規定した手順に従って求めた測定データが、±1 dB の規定を満たしている場合、試験所が使用している電力増幅器は、リニアリティの基準を満たしている。

データがリニアリティ規定に満たない場合は、D.4.2.4 を適用する。

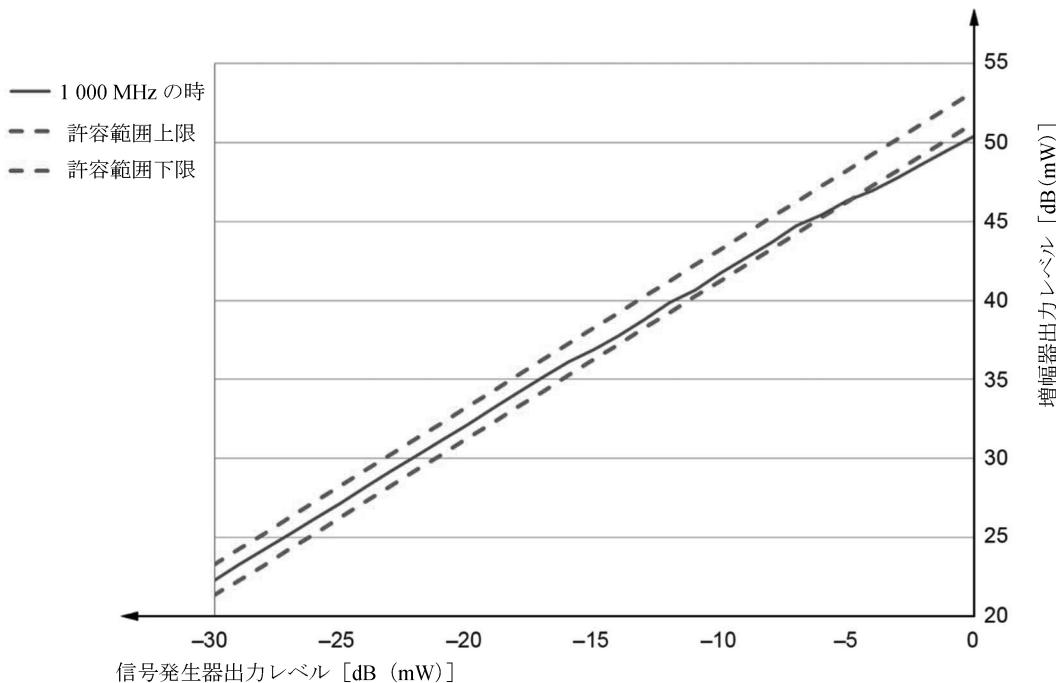


図 D.2 リニアリティ特性の例

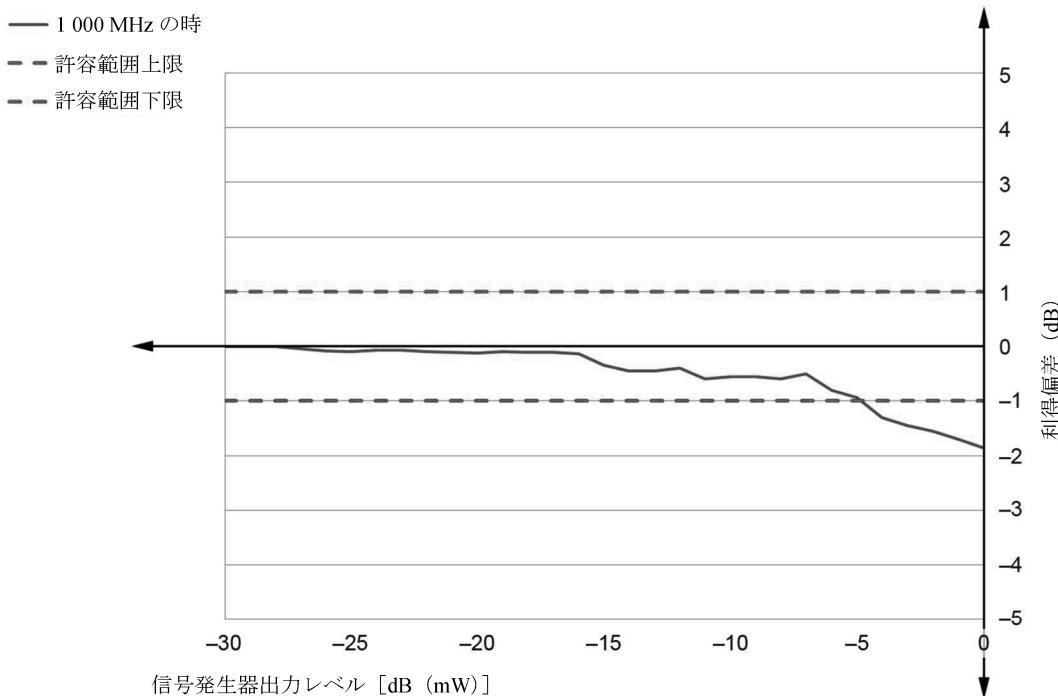


図 D.3－利得偏差の例

注記 図 D.2 及び図 D.3 は、单一周波数での増幅器出力に基づいて $\pm 1 \text{ dB}$ の許容範囲を規定した例を示す。この例における信号発生器出力は、最小値の $-30 \text{ dB} (\text{mW})$ と最大値の $0 \text{ dB} (\text{mW})$ との間の変化を示している。この例では、電力増幅器は許容範囲を超えている。

D.4.2.4 電力増幅器のリニアリティ特性が基準を満たさない場合のイミュニティ試験

D.4.2.3 の評価によってリニアリティの判定基準が $\pm 1 \text{ dB}$ を満たさない場合には、実際の EUT 試験中に次の方法で進行波電力を調整する必要がある。

一つの方法は、フィードバック付きのシステムであり、このシステムは電力計を用いて電力増幅器からの進行波電力を監視する方法である。

注記 変調したままのレベルでフィードバックする場合は、変調信号の測定が可能なパワーセンサを用いる必要があることに注意する。

別のある方法は、フィードバックのなしのシステムであり、進行波電力レベルの設定は、必要な試験レベルごとに行う。

附属書 E (参考)

E.1 一般

無線送信機の送信電力は、半波長ダイポールを基準としたERPで規定することが多い。したがって、遠方界で発生する電界強度は、次のダイポールの式(E.1)によって直接得られる。

$$E = k \frac{\sqrt{P}}{d} \quad \dots \dots \dots \quad (\text{E.1})$$

ここで、
 E ： 電界強度 (RMS 値) (V/m)
 k ： 遠方界での自由空間伝搬定数。ここでは、7 (半波長ダイポール)
 P ： ERP (W)
 d ： アンテナからの距離 (m)

近傍の反射及び吸収体で、電界の強さは変化する。

注記 特定の無線サービスに割り当てられている周波数及び電力レベルについての詳しい情報は、IEC TR 61000-2-5 に記載されている。

E.2 一般的な試験レベル

試験レベル及び周波数帯は、EUT を最終設置するときにさらされる電磁放射環境に従って選択する。適用する試験レベルを選択するとき、誤動作となった事例を考慮することが望ましい。誤動作となった事例が深刻な場合、より高い試験レベルを検討することが望ましい。

特定の地域だけに設置するようなEUTの場合は、その地域の無線周波数の発生源を調査することで、発生し得る電界強度を算出することが可能である。発生源の出力が分からない場合、当該場所で実際の電界強度を測定してもよい。

様々な地域に設置する装置に適用する試験レベルを選択する場合には、次の指針を用いてもよい。

箇条5に規定するレベルに関連し、対応するレベルを選択するに当たって、一般的と考えられる指針を次に示す。

- － クラス 1：低レベル電界放射環境。1 km 以上離れている地域のラジオ及びテレビ局によって、又は低出力送受信機によって代表されるレベルである。
 - － クラス 2：中位の電界放射環境。低出力携帯型トランシーバ（通常、定格 1 W 以下）を使用する場合であるが、装置の近傍での使用には制限がある。
 - － クラス 3：厳しい電界放射環境。携帯型トランシーバ（定格 2 W 以上）を、1 m 以上離れて、装置の比較的近くで使用する場合である。高出力の放送用送信機及び／又は ISM 装置が近くに配置されている場合もある。
 - － クラス 4：携帯型トランシーバを 0.2 m を超え 1 m 未満の距離で使用する装置。1 m 未満の距離で装置に重大な障害を与える他の無線発生源がある。
 - － クラス X：X はオープンレベルで、協議の上、製品規格又は装置仕様に規定する。

EUT から 0.2 m 以内で使用する送信機は、IEC 61000-4-39 (附属書 F 参照) に従った試験を考慮することが望ましい。

注記 IEC TR 61000-2-5 には、様々な通信サービス及び周波数範囲の異なる電磁環境での適応する試験レベルについてのより詳細な情報が記載されている。

E.3 デジタル無線電話からの RF 電界放射に対する保護に関する試験レベル

試験レベルは、無線電話機の出力及び放射アンテナと EUT との間の距離などを考え、予想される電界に従って選択することが望ましい。通常、移動局は、基地局よりも潜在的に感受性の高い装置に近い場所に置かれる傾向にあるため、基地局よりも厳しい要求になる。

適用する試験レベルを選択するときには、要求されるイミュニティを確立するためのコスト及び障害の深刻度の両方に留意する必要がある。より高いレベルは、誤動作による影響が大きい場合にだけ選択することが望ましい。

確率は低いが、選択した試験レベルよりも高いレベルの電界にさらされることもある。そのような場合に許容できない誤動作を避けるために、より高いレベルでの二次試験を実施し、あらかじめ定義した性能低下を許容してもよい。

表 E.1 は、試験レベル、性能評価基準、関連する保護距離の例を示している。保護距離とは、規定した試験レベルで試験を行うとき、許容できるデジタル無線電話との最小距離である。この距離は、式(E.1)で、 $k=7$ を使用し、試験が正弦波による 80 % の AM 変調で行われると仮定して計算した。

表 E.1—試験レベル、関連した保護距離及び性能評価基準の例

試験 レベル	搬送波 電界強度 V/m	最大電界 強度 (RMS 値) V/m	保護距離						性能評価基準 ^{a)}	
			GSM 8 W m	GSM 2 W m	DECT 0.25 W m	LTE/UMTS 0.2 W m	WiMAX 1.26 W m	Wi-Fi 1 W m	例 1 ^{b)}	例 2 ^{c)}
1	1	1.8	11	5.5	1.9	1.7	4.4	3.9	—	—
2	3	5.4	3.7	1.8	0.6	0.6	1.5	1.3	A	—
3	10	18	1.1	0.6	~0.2 ^{d)}	~0.2 ^{d)}	0.4	0.4	B	A
4	30	54	0.4	~0.2 ^{d)}	~0.1 ^{d)}	~0.1 ^{d)}	~0.1 ^{d)}	~0.1 ^{d)}	—	B

注^{a)} 関連する製品委員会によって定義された性能評価基準
注^{b)} 障害の結果が問題にならない装置
注^{c)} 障害の結果が問題になる装置
注^{d)} これ以下の距離では、遠方界の式(E.1)は正確ではない。送信機を EUT から 0.2 m 以下の距離で使用するとき、IEC 61000-4-39 (附属書 F 参照) に従った試験を考慮する。
A 性能クラス a (箇条 9 参照)
B 性能クラス b (箇条 9 参照)

表 E.1 の作成には、次の項目を考慮した。

- GSM/LTE 携帯装置、今日市場に出ているほとんどの端末は、クラス 4 である（最大 ERP は、2 W）。実際に動作中の携帯端末の大多数は、クラス 3 及びクラス 2（最大 ERP は、それぞれ 5 W 及び 8 W）である。GSM 端末の ERP は、基地局との接続が良好でない地域を除いて、多くの場合、最大値よりも低い。
- 屋外の伝搬条件と比較して、屋内の複数の障害物（壁、天井など）の存在による減衰によって送信装置は、通常、通信の接続を最適化するために ERP を調整する（最大送信電力まで増加する可能性がある）。

る)。被害を受ける可能性のある装置のほとんどが屋内にも集中し、これは、EMC の観点からは最悪の状況となる。

- 附属書 A に記載しているように、装置の個々のイミュニティレベルは、変調波の最大 RMS 値と強い相関がある。この理由によって、保護距離を計算するために、式(E.1)では、搬送波電界の代わりに最大 RMS 値の電界を用いている。
- 安全動作のために見積る最小距離（保護距離ともいう。）は、式(E.1)を用いて $k=7$ として計算しており、壁、床及び天井からの反射による ±6 dB 程度の電界強度の統計的な変動を考慮していない。
- 表 E.1 及び式(E.1)による保護距離は、デジタル無線電話の実効放射電力に依存し、その動作周波数には依存しない。

E.4 固定送信機に対する特別な試験

この附属書の情報によって得られる試験レベルは、定義された設置場所の一般的な値を示したものであり、通常の環境では、これを超えることは極めて少ない。例えば、レーダ施設、高出力送信機又は同一建物内にある ISM 装置の近傍では、試験レベルを超える場合がある。このような場合、全ての装置についてそのようなレベルに耐力をもたせるよりも、部屋又は建物を遮蔽し、装置に接続する信号線及び電源線にフィルタを入れることが望ましい。

附属書 F (参考) 試験方法の選択

この附属書の目的は、製品規格委員会及び製品仕様作成者に EUT の設計及び型式に基づいた再現性を確保するための最も適切な試験方法の選択の指針を示すものである。

次について、考慮することが望ましい。

- EUT の機械的寸法に相当する放射電界の波長。
- EUT のきょう体及び配線の相対的な寸法。
- EUT を構成する配線及びきょう体の数。
- 妨害源から EUT の距離。
- 妨害源の種類、例えば、送信機又は不均一な磁界。
- 妨害源の周波数。

少なくとも次の六つの規格は、RF妨害に対するイミュニティ試験に用いることが可能である。

これらの規格は、模擬する妨害現象又は試験方法が異なる。

この規格と **JIS C 61000-4-6** とで、150 kHz 以上の周波数範囲をカバーする。**JIS C 61000-4-6** は、適用する結合デバイスを用いて、EUT のケーブルに RF の試験信号を注入することを規定している。指針として、80 MHz を境に伝導性 RF 妨害の試験が終了し、アンテナからの放射電界の試験が開始する。

この規格は、80 MHz を超える周波数に最適化している。EUT から少なくとも 1 m 離れた距離に配置した放射アンテナを用いて試験を実施する。

いずれの規格にも、規定されている試験方法を使用できる周波数範囲がある。230 MHz までは、**JIS C 61000-4-6** で規定した試験方法を用いることが可能である。この規格で規定した試験方法は、26 MHz まで用いることが可能である。周波数が低い場合、さらすケーブルの長さ、試験距離及び UFA の寸法を増やすことが必要な場合がある。

この規格は、近傍で動作しない RF 妨害源を模擬する試験を目的としている。試験の距離は、通常 3 m であり 1 m 以下にはしない。これとは逆に **IEC 61000-4-39** は、近傍で使う装置からの RF 電磁界による放射妨害がある場合の放射妨害源（磁界又は電界）を模擬する。この場合の周波数範囲は 9 kHz～6 GHz であり、試験距離は 10 cm 以下である。

次の三つの規格は、様々な試験装置及び試験方法で用いる RF 妨害のイミュニティ試験で用いることが可能である。

JIS C 61000-4-22 は、全電波無響室（FAR）での放射イミュニティ法で、この規格と類似しているが、等価ではない。

JIS C 61000-4-20 は、ケーブルがない又は非常に少なく、小さい EUT に用いる。試験装置は、目的に合わせて最適な TEM（横方向電磁界）構造にしている。この試験方法は、直流から数ギガヘルツまで適用可能である。

IEC 61000-4-21 は、大きな EUT 及び複雑な EUT を非常に強い電界で試験する場合に有益な規格である。
IEC 61000-4-21 は、反射箱を用いた試験方法の規格であり、この規格で規定している決定論的アプローチ
とは全く異なる統計的アプローチを使用する。**IEC 61000-4-21** の試験方法で使用可能な周波数範囲は、試
験設備の大きさ及び特性によって制限される。

附属書 G (参考) ケーブル配置の詳細

G.1 放射イミュニティ試験のための EUT のセットアップの意図

最終的な設置では、EUT 及びそれに接続されたケーブルは、電界放射源からの照射にさらされる。電界は、接続されたケーブル及び EUT 自身に信号を誘導する。試験の目的は、ケーブルを介した妨害信号の誘導及び／又は結合、並びに EUT の電子回路への直接の誘導及び／又は結合の両方を模擬することである。

ケーブルは、電界照射からの信号を確実に受信できるように、各ケーブルが他のケーブルの近くに配置されないように、かつ、各ケーブルが金属部品の近くに配置されないようにケーブルを配置する必要がある。

EUT に対する電界の結合は、EUT の各面で異なる場合がある。そこで、EUT は様々な方向からの電界にさらされるため、EUT の各面を順番に試験する。EUT の形状によっては、最大 6 面の試験が必要となる場合がある。ケーブルは、少なくとも一つの明確に指定された配置で試験されているため、EUT を他の方向に向けるときに、ケーブル配置を同じように明確に決める必要はない。電界にさらされるように適切にケーブルが配置されている場合、ケーブルを介した信号の誘導が確立されているため、通常はケーブルを再配線する必要はない。

G.2 電界中のケーブル

この規格では、各ケーブルの最低 1 m を電界にさらすよう配置すると規定している。1 m は、最小の試験周波数である 80 MHz の波長 (1/4 波長 = 93.75 cm) の 1/4 にほぼ等しい。誘導信号は、1/4 波長以上の長さのケーブルによって電界から非常に簡単に受信される。より高い周波数では、波長が短くなり、信号をより簡単に受信する。約 300 MHz では、EUT への直接的な電界の浸透も大きな影響を与えるため、ケーブルは、EUT への誘導信号の主要な入力経路ではなくなる可能性がある。

G.3 試験セットアップ外のケーブル

7.4 では、試験セットアップから外に出る最大 3 本のケーブルで CMAD の利用を許容しているが、これは必須ではない。ただし、試験所では、ケーブルが床に最初に到達するところで、1 本ごとに CMAD を配置して使用することを推奨する。CMAD のインピーダンス及び吸収特性は、**CISPR 16-1-4** で規定されている。

典型的な状況では、CMAD は共振を減衰させる。製品委員会は、採用された試験レベルが特定の状況に適切であるかどうかを評価するために、この現象を考慮してもよい。

G.4 EUT の回転

EUT を回転させることによって、EUT の内部への電界の直接誘導を確実にする。敏感な電子回路は、回路基板及び組立部品に直接放射される可能性があるため、これは必須である。

ケーブルを大幅に再配置せずに EUT の回転を行うことが可能な場合は、ケーブルを以前のように配置したまま、各 EUT を回転させることが可能である。ケーブル配置の少なくとも一つの構成が**箇条 7**のケーブル配線規定に従っている場合は、EUT を回すたびにケーブルを再配置する必要はない。試験所は、試験装置の配置に関する全体的な規則に従う限りにおいて、例えば、回転対称性を保ち、自動ターンテーブルを用いて EUT を回転させることができるように試験装置を配置、又は各面の照射の際に EUT を手動で回転させることができるように配置してもよい。

附属書 H (参考)

大型で質量のある EUT の試験セットアップの例

H.1 床下に敷設するケーブルを備えた EUT

底部から床下に敷設する信号ケーブル及び電力ケーブルをもつ EUT の試験セットアップ方法の例を、**図 H.1** に示す。EUT は、厚さ 0.05 m 以上の絶縁パレット又はその他の絶縁支持台の上に置くことが望ましい。大型で質量のある EUT では、一般的な非導電性のキャスターを絶縁パレット又は絶縁支持台の代わりに使用可能である。大型の EUT のケーブルは、一般に非常に太く、剛性があり、曲げにくく、地上に配線するように設計されていない。したがって、これらのタイプのケーブルを露出することは、実際には非常に困難である。実際の設置では、これらのケーブルは EUT のきょう体によって遮蔽され、直下に敷線する。これらの地中ケーブルは、実際の設備の性質上、電界にさらす必要はない。

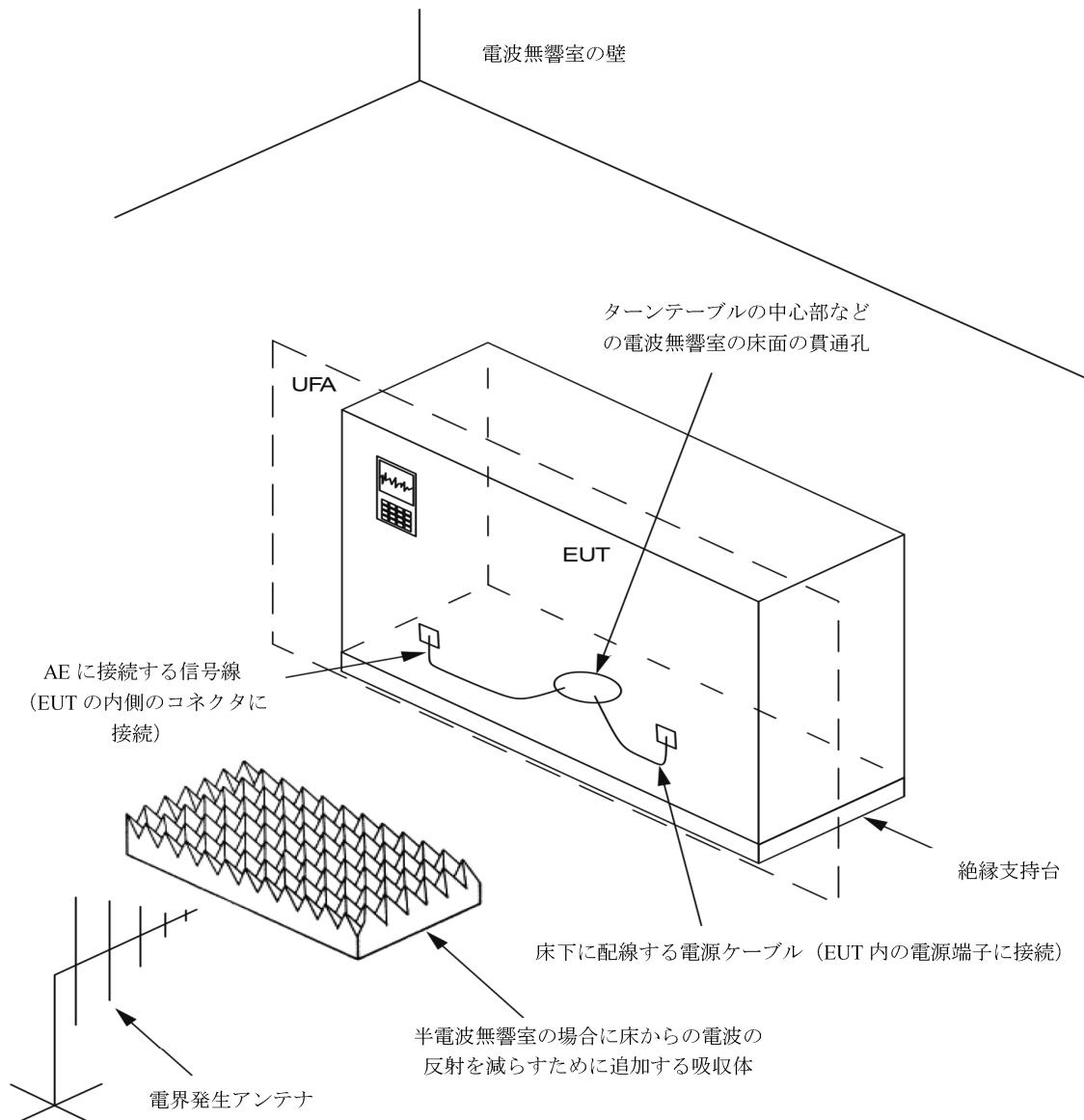
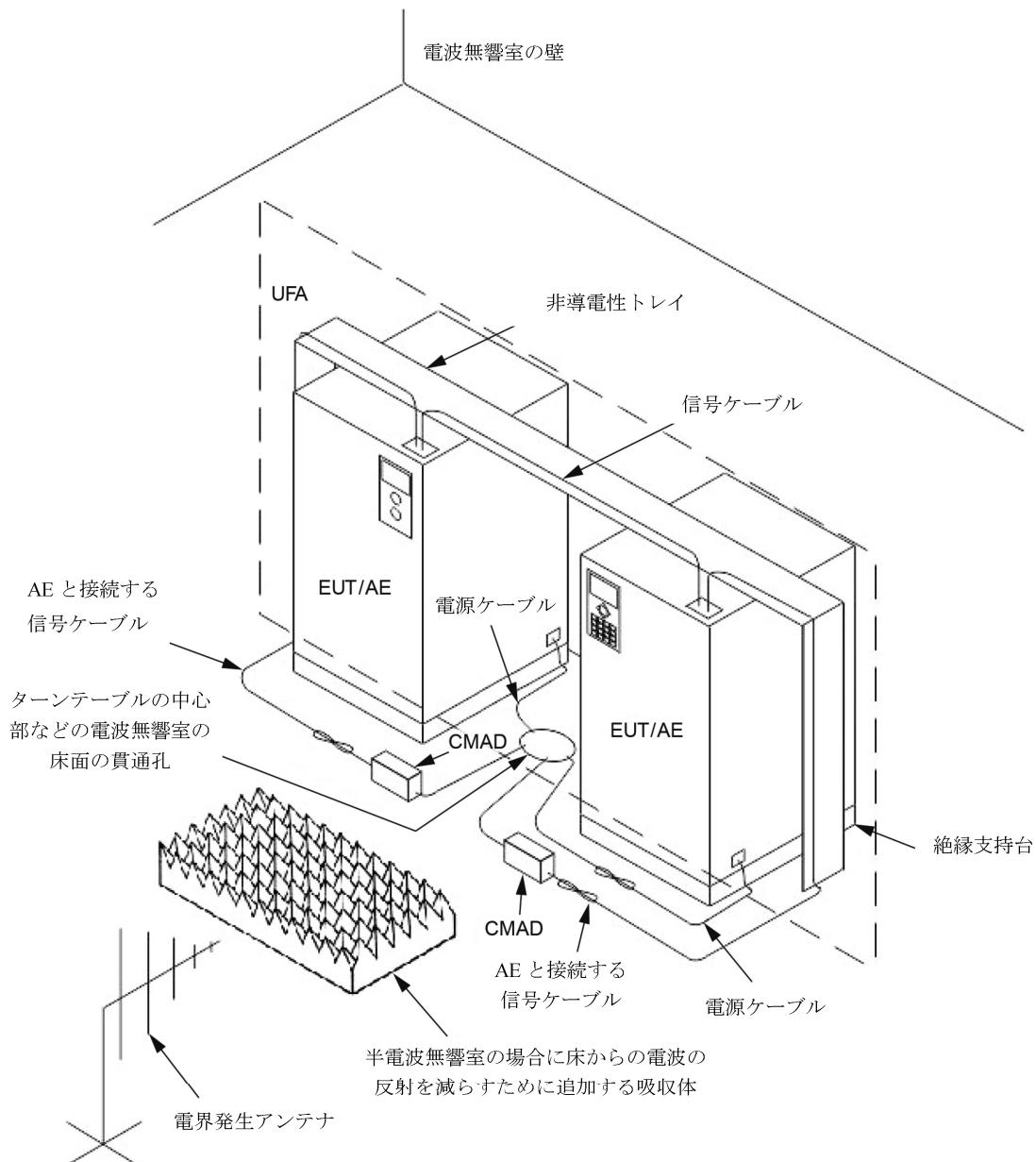


図 H.1—底部から床下に敷設する信号ケーブル及び電力ケーブルをもつ EUT の
試験セットアップ方法の例

H.2 配線が上部引込みの EUT

データセンタのサーバのような、設置の際に配線が上部引込みの EUT の信号ケーブル及び電力ケーブルのセットアップ例を、図 H.2 に示す。EUT の設置の一部として導電性又はシールドケーブルトレイが指定されている場合には、試験セットアップにおいても使用することが望ましい。可能であれば、EUT の相互接続ケーブルの余長分は、ケーブルのほぼ中央で低誘導になるように束ねることが望ましい。

EUT が UFA に収まらないほど大きい場合は、上部に配線するケーブルを含む EUT が総合的に UFA に覆われるよう、一つの UFA の試験の後に EUT に沿って UFA を移動させて複数回試験することが望ましい。



注記 1 UFA は、ケーブルを含めた EUT の大きさと合っている例を示している。

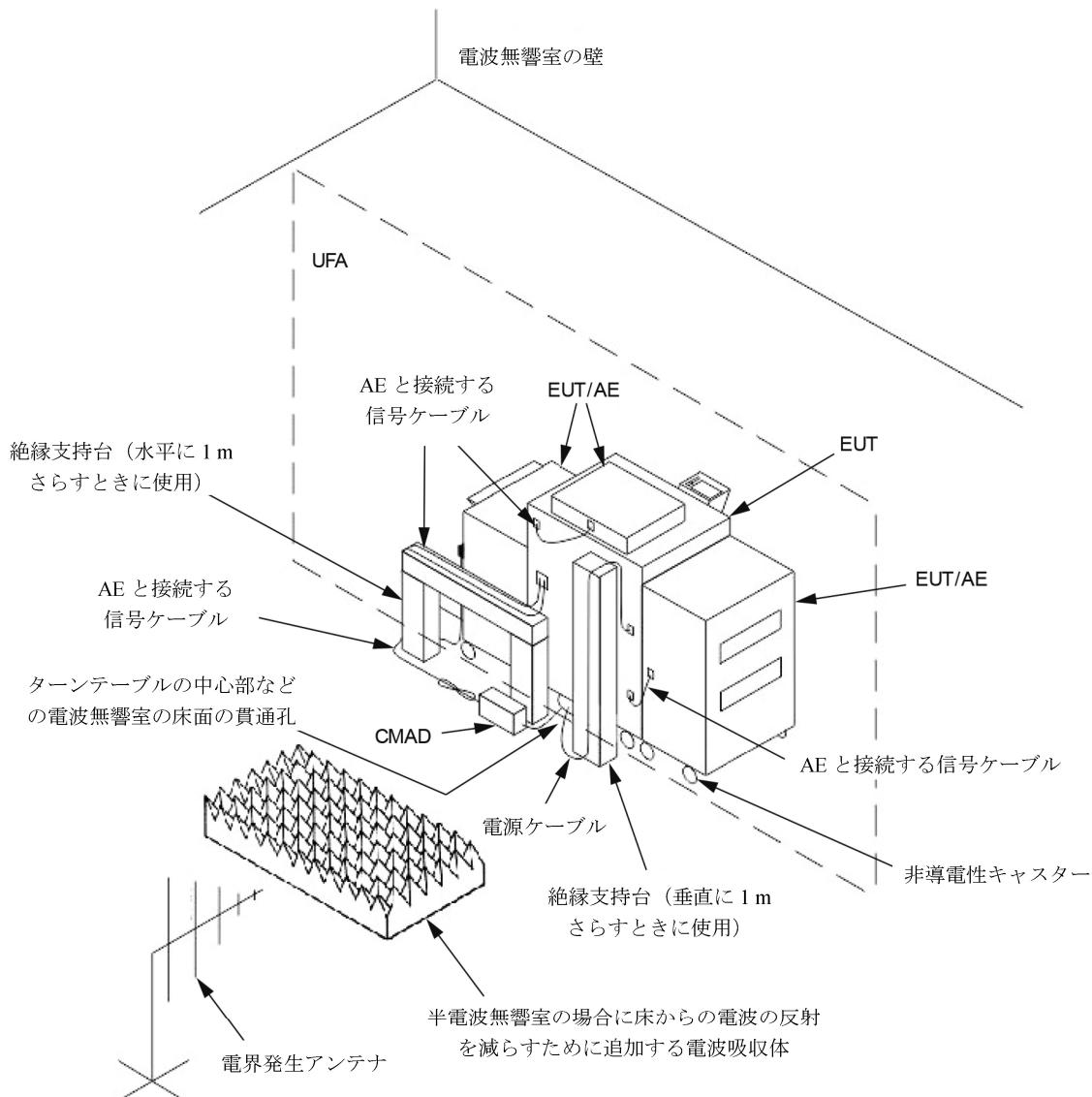
注記 2 CMAD を使用する場合の例。ただし、この例では太すぎるなどの理由のため、電源ケーブルには使用していない。

図 H.2—配線が上部引込みの EUT

H.3 複数のケーブル及び AE を備えた EUT

床置型多機能プリンターのように、複数の AE との間に種類及び長さの異なったケーブルが接続されている EUT の信号ケーブル及び電源ケーブルの配置例を、図 H.3 に示す。水平又は垂直に 1 m さらすのに十分な長さのケーブルだけ電界にさらすことが望ましい。EUT と AE との間のケーブルが短くて固定長の場合、この推奨事項に従ってケーブルをさらすことができない場合がある。その場合は、ユーザマニュアルに従って配置することが望ましい。指定されていない場合、長いケーブルは垂直又は水平方向にさらすために、絶縁支持台を使用して、図 H.3 に示すように配置することが望ましい。可能であれば、EUT のユ

ニットを接続するケーブルの余長分は、ケーブルのほぼ中央で低誘導になるように束ねることが望ましい。



注記 CMADを使用する場合の例。ただし、この例では電源ケーブルには使用していない。

図 H.3—複数のケーブル及び AE を備えた EUT

H.4 配線が側面引込みで複数の UFA が必要な大型 EUT

配線が側面引込みで複数の UFA が必要な大型 EUT の試験セットアップ例を、図 H.4 に示す。外部側面給電ケーブルを含む EUT を UFA が完全にカバーするように、一つの UFA の試験の後に EUT に沿って UFA を移動させて複数回試験することが望ましい。アンテナ及び追加の電波吸収体は、EUT 全体が UFA でカバーされるまで、図 H.4 に示すように移動させることが望ましい。試験セットアップから外に出るケーブルの余長分は、ケーブルのほぼ中央で低誘導になるように束ねることが望ましい。

注記 複数の UFA を適用するには、6.3.1 に示す方法が適用可能である。

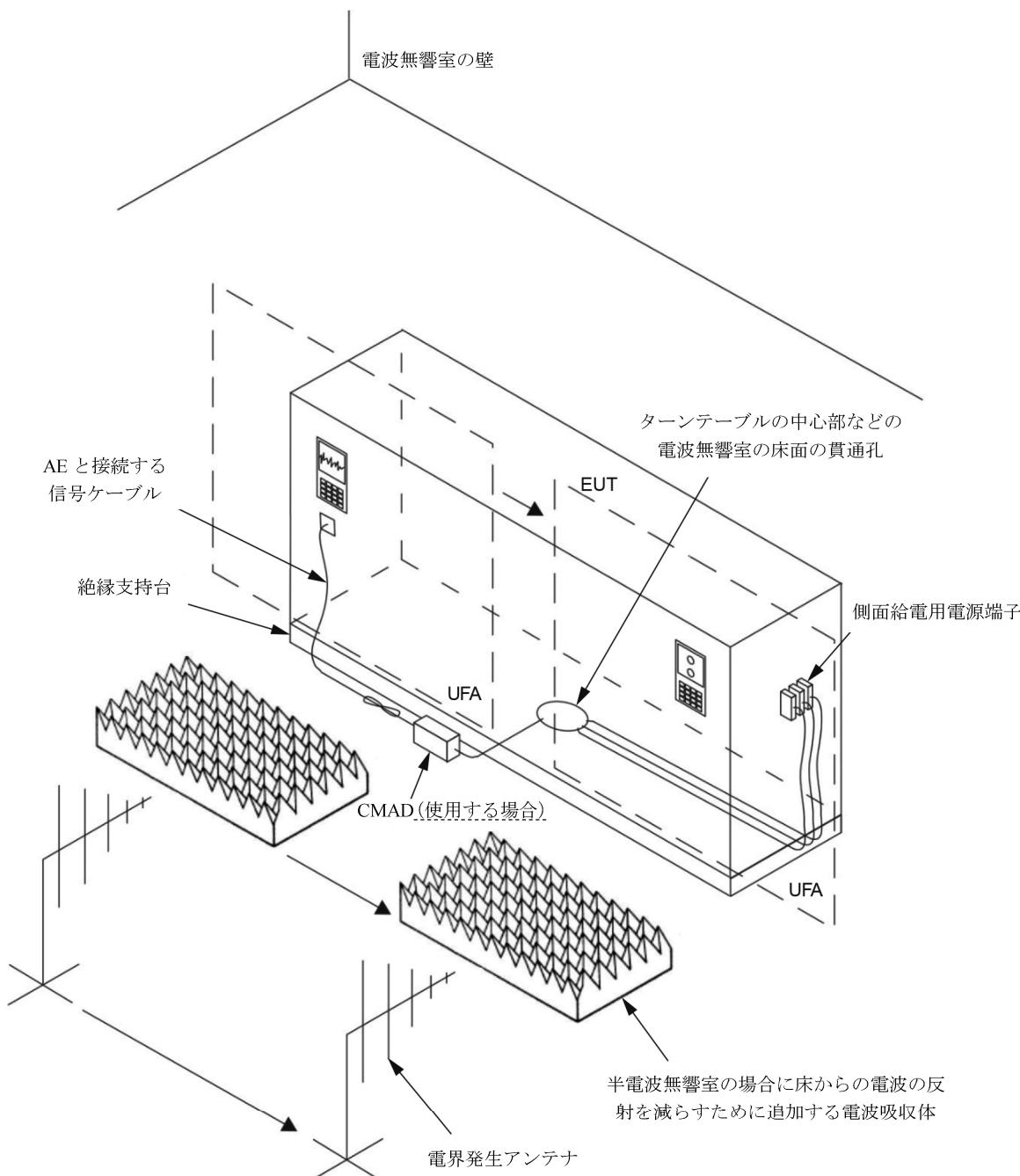


図 H.4－側面給電ケーブルを備え複数の UFA で測定が必要な大型 EUT

附属書 I (参考) 複数の信号による試験

I.1 一般

この附属書は、総合的な試験時間を短縮するために、EUT に対し一つの滞在周期中に複数の信号で実施する試験に関する情報を提供するものである。ここでは、複数の信号によって生成される相互変調の影響、複数の信号を発生させるために必要な電力、レベル設定要求事項、直線性及び高調波の確認、及び複数の信号による EUT の性能基準に関する情報を提供する。

I.2 相互変調

リニアリティをもたないシステムでは相互変調が発生することがある。各周波数成分間の相互変調は、いずれかの高調波周波数（整数倍）だけでなく、元の周波数の和及び差の周波数、及びそれらの和及び差の周波数の倍数の周波数において、付加的に信号を形成する。

この相互変調の結果、側波帶（基本周波数及び高調波の周波数を中心として）の形で試験に不要な信号（以下、不要信号という。）が生成される。

これらの不要信号がイミュニティ試験の質に著しく影響しないことを確実にするために注意しなければならない。そのためには、これらの不要信号は高調波として扱い、試験信号と比較して、電界が -6 dB 以下であることが望ましい。

相互変調ひずみの例は、図 I.1 及び次の式で表される。

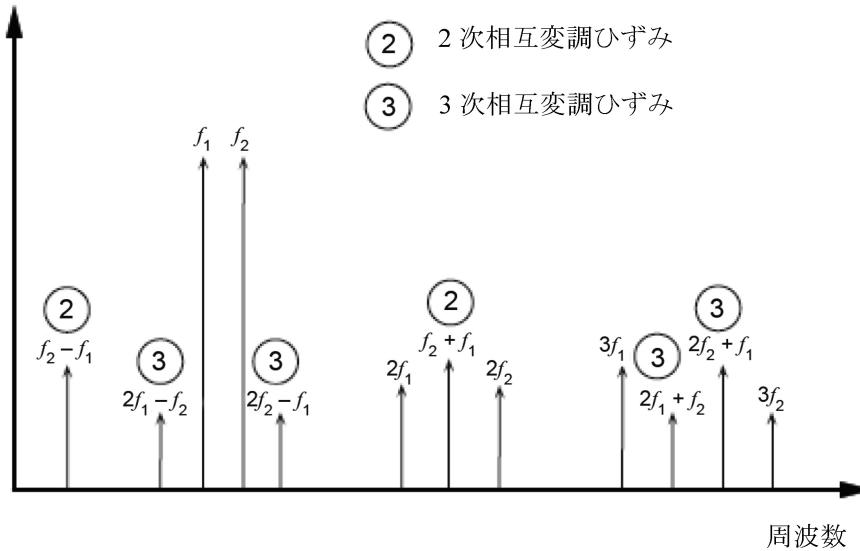


図 I.1—試験周波数 f_1 及び f_2 並びに 2 次及び 3 次の相互変調周波数

$$v_{\text{Out}} = a_1 v_i + a_2 v_i^2 + a_3 v_i^3 + \dots \quad (\text{I.1})$$

ここで、 a_1, a_2, a_3 : 1 次、 2 次、 3 次高調波の伝達関数

v_i は、式(I.2)で表される。

高次の電圧は、式(I.3)及び式(I.4)を用いて計算する。

$$v_i(t)^2 = \frac{1}{2}(1 + \cos(4\pi f_1 t)) + [\cos(2\pi(f_1 - f_2)t) + \cos(2\pi(f_1 + f_2)t)] + \frac{1}{2}(1 + \cos(4\pi f_2 t)) \quad \cdot \cdot \cdot (I.3)$$

$$v_i(t)^3 = \left(\frac{3}{4} + \frac{3}{2}\right) \cos(2\pi f_1 t) + \left(\frac{3}{4} + \frac{3}{2}\right) \cos(2\pi f_2 t) + \frac{3}{4} (\cos(4\pi f_1 t - 2\pi f_2 t) + \cos(4\pi f_1 t + 2\pi f_2 t)) + \dots \quad \text{(I.4)}$$

$$\frac{3}{4} (\cos(4\pi f_2 t - 2\pi f_1 t) + \cos(4\pi f_2 t + 2\pi f_1 t)) + \frac{1}{4} \cos(6\pi f_1 t) + \frac{1}{4} \cos(6\pi f_2 t)$$

I.3 必要とする電力

複数の信号を発生するために必要な電力は、ピーク及び平均の両方で定義することが可能である。各信号の電力が同じ場合、次の式を適用する。

$$P_{\text{MSAVG}} = P_{\text{SSAVG}} \times N \dots \dots \dots \quad (\text{I.5})$$

$$P_{\text{MSPK}} = P_{\text{SSPK}} \times N^2 \dots \dots \dots \quad (\text{I.6})$$

ここで、 P_{MSAVG} ：複数の信号の平均電力
 P_{MSPK} ：複数の信号のピーク電力
 P_{SSAVG} ：単一の信号の平均電力
 P_{SSPK} ：単一の信号のピーク電力
 N ：信号の数

全てのひずみを除去するためには、ピーク電力を使用すれば、特定の増幅器で発生可能な信号の数を計算することが可能である。しかし、個々の信号は周波数が異なるため、その相対的な位相は常に変化している。ピーク電力レベルに到達するのは、全ての信号が同相である場合だけである。これは比較的短い時間だけ発生することであり、大部分の時間においては、必要電力の推定には平均電力がより適した値である。

平均電力を使用し、ピーク電力は必要電力に到達できない場合、ひずみが発生する。一般的に、このひずみは、増幅器の線形動作範囲だけで使用することが、このひずみを最小にすることを可能とする。

必要な増幅器電力は、直線性及び高調波の要求事項と同様に、レベル設定要求事項によって決まる。

I.4 レベル設定に対する要求事項

6.3.2 及び **6.3.3** のレベル設定手順では、周波数選択性のない、複数の信号の解析及び測定ができない等方性電界プローブを使用することを規定している。したがって、レベル設定手順は、単一周波数を用いて行なうことが望ましい。

複数の信号を使用するためには、**6.3.2** 及び **6.3.3** の手順に加えて、追加のレベル設定手順を実行する必要がある。これは、異なった種類の試験装置、例えば、複数の信号源又はベクトル信号発生器及び周波数選択電力測定装置（シグナルアナライザ、スペクトラムアナライザ、ネットワークアナライザ、測定用受信機など）を用いることで実行が可能となる。ただし、試験装置の選択とは無関係に、相互変調と增幅器の飽和とを考慮することが重要である。レベル設定手順では、**6.3.2** 及び **6.3.3** (AM 変調時の試験レベルを確保するために必要な電力) の結果を使用して、増幅器を飽和させたり、又はひずみを大きくしたりせず

に使用できる信号の数を決定する。**6.3.2 のステップ j), 6.3.3 のステップ m)**又は**附属書 D**のリニアリティ及び高調波の確認は、試験で現在使用している全ての信号を同時に出力させて、リニアリティ及び高調波の一方又は両方の要求を満たさなくなるまで、新しい信号を追加するたびに実行することが望ましい。このとき、要求を満たさなくなる直前の信号の数がこの試験システムで同時に使用できる信号の最大数となる。

I.5 リニアリティ及び高調波の確認

6.3.2 のステップ j)及び 6.3.3 のステップ m)で規定したリニアリティ確認手順は、各々の試験信号を同時に出力して確認することが望ましい。試験システム内の個々の信号に対する信号発生器のレベルは、同時に 5.1 dB 減少させることが望ましい。全ての試験信号は存在するが減少した状態で、個々の出力信号を測定し、それが少なくとも 3.1 dB 減少することを確認することが望ましい。

附属書 Dで記載した高調波確認手順は、全ての不要信号（高調波、相互変調、スプリアスなど）を含むように変更することが望ましい。これらの不要信号は、アンテナに供給する電力で測定するか、又は受信アンテナを使用して直接電界強度で測定することが可能である。ただし、電力測定値は、電界に関連付けるためアンテナ利得を補正することが望ましい。全ての不要信号は、試験信号と比較して電界が -6 dB 以下であることが望ましい。

注記 高出力用の低域通過フィルタを各増幅器出力に使用すると、高調波及び相互変調の成分を増幅器の及び／又は測定装置（方向性結合器、シグナル／スペクトラムアナライザ）の動作帯域幅の上限以内に制限することが可能である。

I.6 複数の信号による試験の EUT 性能基準

滞在時間中に複数の信号を用いて試験すると、EUT はこの規格が要求する以上のエネルギーにさらされる。この過度の露出によって、EUT が機能を喪失したり、単一の周波数にさらされることに起因しない性能低下を経験したりする可能性がある。

この規格の要求事項は、单一周波数試験用であるため、性能低下の原因となった複数の信号セットの個々の周波数を用いて再試験する必要がある。その場合、個々の周波数による試験の結果が優先される。

附属書 J (参考) 試験装置による測定不確かさ

J.1 一般

この附属書は、本体に規定する試験方法の特定の必要性に従って、試験レベル設定の測定不確かさ (MU) に関する情報を与える。更なる情報は、[1]及び[2]を参照。

この附属書は、レベル設定を基にして、不確かさのバジェットをどのようにして作るかの例を示す。変調周波数、変調度、及び増幅器によって作られる高調波のような、バジェットの例にはない妨害量の他の要因は、試験所によっては、適切な方法で考慮が必要な場合がある。この附属書に示す方法は、妨害量の全ての要因に適用可能であるとみなす。

電界の均一性に対する不確かさを含む試験所の影響については、現在検討中である。

J.2 レベル設定のための不確かさバジェット

J.2.1 測定量の定義

測定量は、**6.3.2** のステップ a) 及び **6.3.3** のステップ a) に従って選択した UFA の測定点における、EUT を設置しない場合の仮想試験電界強度である。

J.2.2 測定量の MU への寄与

図 J.1 の要因図は、レベル設定への影響の例である。この要因図は、レベル設定及び試験手順の両方に適用するが、全ての要因を網羅していないと理解するのがよい。要因図からの最も重要な寄与を、不確かさバジェットの例として**表 J.1** 及び**表 J.2** に示す。異なる試験場所又は試験所の比較可能なバジェットを得るために、少なくとも**表 J.1** 及び**表 J.2** に記載した寄与成分を不確かさの計算に用いる。MU の計算において、試験所によっては、特定の環境の下で追加の寄与成分を追加してもよいことに注意する。

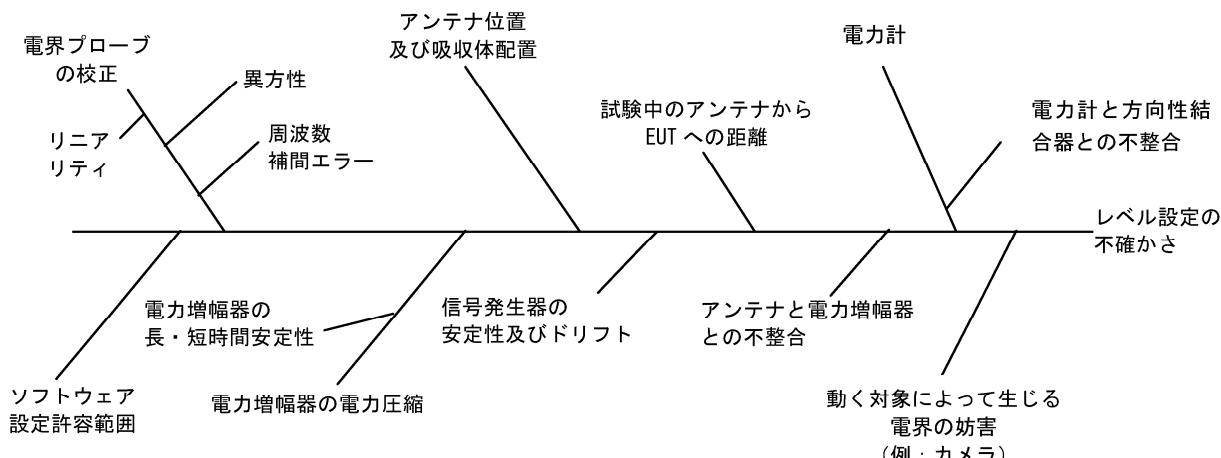


図 J.1—レベル設定への影響の例

J.2.3 拡張不確かさのための計算例

レベル設定での寄与成分と試験での寄与成分とは、異なることがある。この結果、各々の手順に対して、異なる不確かさのバジェットが必要になる。

この規格では、試験室の電界は、EUTに対する試験の前にレベル設定をする。試験のセットアップによっては、幾つかの寄与成分が MU を計算するときの要因とならないことがある。例えば、電力増幅器の出力電力がレベル制御によって補償される場合、レベル設定と試験との間でセットアップが変化しない（例えば、アンテナと電力増幅器との間の不整合）場合などがある。

電界プローブ及び電力モニタは、レベル設定時に利用するが、実際の試験では利用しない場合があるため、電力増幅器の出力電力のレベル制御には含まれない。したがって、測定精度又はリニアリティよりも、むしろ繰返し再現性が重要である。これらの寄与成分は、MU を評価するときに考慮する。

この規格の不確かさバジェットの例を、表 J.1 及び表 J.2 に示す。不確かさのバジェットは、レベル設定手順における不確かさ（表 J.1）及び試験手順における不確かさ（表 J.2）の二つの部分からなる。

表 J.1－レベル設定手順における不確かさバジェットの例

記号	不確かさの要因 X_i	$U(x_i)$ dB	分布	除数	$u(x_i)$ dB	c_i	$u_i(y)$ dB	$u_i(y)^2$ dB
FP	電界プローブの校正	1.7	正規 $k=2$	2	0.85	1	0.85	0.72
PM_c	レベル設定時の電力計	0.3	一様（方形）	1.73	0.17	1	0.17	0.03
PA_c	レベル設定時の電力増幅器の短時間利得変動	0.2	一様（方形）	1.73	0.12	1	0.12	0.01
SW_c	レベル設定時のソフトウェア設定許容範囲	0.6	一様（方形）	1.73	0.35	1	0.35	0.12
						$\Sigma u_i(y)^2$		0.88
						$\sqrt{\Sigma u_i(y)^2}$		0.94
						拡張不確かさ $U(y)$ (CAL) $k=2$		1.88

表 J.2－試験手順における不確かさバジェットの例

記号	不確かさの要因 X_i	$U(x_i)$ dB	分布	除数	$u(x_i)$ dB	c_i	$u_i(y)$ dB	$u_i(y)^2$ dB
CAL	レベル設定（表 J.1）	1.88	正規 $k=2$	2.00	0.94	1	0.94	0.89
AL	アンテナの位置及び吸収体の配置の変動	0.38	$k=1$	1	0.38	1	0.38	0.14
$PM_t^a)$	試験時の電力計	0.3	一様（方形）	1.73	0.17	1	0.17	0.03
PA_t	電力増幅器の短時間利得変動	0.2	一様（方形）	1.73	0.12	1	0.12	0.01
SW_t	レベル設定時のソフトウェア設定許容範囲	0.6	一様（方形）	1.73	0.35	1	0.35	0.12
SG	信号発生器の安定性	0.13	一様（方形）	1.73	0.08	1	0.08	0.01
						$\Sigma u_i(y)^2$		1.20
						$\sqrt{\Sigma u_i(y)^2}$		1.10
						拡張不確かさ $U(y)$ $k=2$		2.19

注 ^{a)} 電力計を基に信号発生器の出力レベル調節を行わない場合は、表の要素から PM_t を削除する。この場合は、電力増幅器及び信号発生器の安定性及びドリフトを考慮しなければならないが、この例では、電力増幅器は、電力増幅器出力調節の一部分であることから、不確かさのバジェットの要因としていない。したがって、この場合は、電力計の寄与成分を考慮することで十分である。

J.2.4 記号に関する説明

X_L : 影響量

Ux_i : x_i の見積もり量

$u(x_i)$: x_i の標準不確かさ

c_L : 感度係数

y : 有意な系統的影響のために修正した測定量の見積もり

$u(y)$: y の標準測定不確かさ

$U(y)$: 拡張測定不確かさ

FP : 校正の不確かさ、電界プローブの不平衡（異方性）、電界プローブの周波数特性及び温度感受性の組合せ。通常、この値は、電界プローブの校正証明書から得られる。

PM_c : センサを含む電力計の不確かさ。製造業者の仕様（一様分布）又は校正証明書（正規分布）から得られる。レベル設定及び試験で同じ電力計を使う場合は、電力計の再現性及びリニアリティに要因を限定することが可能である。**表 J.1** 及び**表 J.2** は、この条件の例を適用している。

PA_c : レベル設定時の電力增幅器が安定状態に達した後の、利得の短時間変化による不確かさ。

SW_c : 周波数発生器の離散的なステップサイズと、レベル設定中のレベルの設定に対する目標値周辺の上限及び下限の間の許容範囲から導出される不確かさ。これらの許容差は、通常、試験機関で調節することが可能である。ソフトウェアの設定許容範囲とは、目標値を中心とした上限及び下限の間の許容範囲である。

CAL : レベル設定手順に関する拡張不確かさ。

AL : アンテナ及び電波吸収体の除去及び置換えに起因する不確かさ。**ISO/IEC Guide 98-3** では、アンテナ位置変化及び電波吸収体の配置は、タイプ A として分類され、それらの不確かさは一連の測定の統計分析によって評価が可能である。通常、タイプ A は、測定装置の不確かさの要因ではない。ただし、これらの要因は、測定装置に対して重要性が高く関係が深いため考慮している。

PM_t : センサを含む電力計の不確かさ。製造業者の仕様（一様分布）又は校正証明書（正規分布）から得られる。レベル設定及び試験で同じ電力計を使う場合は、電力計の再現性及びリニアリティに要因を限定することが可能である。**表 J.1** 及び**表 J.2** は、この条件の例を適用している。

試験中に電力計を用いた電力增幅器出力の調節をしない測定セットアップを使う場合は、この要因は省略が可能である。この場合、信号発生器及び電力增幅器の不確かさを見直す必要がある。

PA_t : 試験時の電力增幅器が安定状態に達した後の、利得の短時間変化による不確かさ。

SW_t : 試験中にレベルを設定する信号発生器及びソフトウェアの設定許容範囲の離散的な刻み幅（分解能）に起因する不確かさ。通常、試験所は、ソフトウェアの設定許容範囲の調節をすることは可能である。

SG : 滞在時間中の信号発生器の信号発生中のドリフト。

J.3 応用

計算による拡張不確かさは、例えば、製品規格の要求事項、又は試験所認定のために利用することがある。この計算結果は、試験実施中に EUT に適用する試験レベルを調節するために使うことを意図していない。

附属書 K (参考) 電界プローブの校正方法

K.1 概要

この規格では、広帯域周波数範囲及び大きなダイナミックレンジをもつ電界プローブを、レベル設定の手順に用いる。一方、電界プローブ校正方法の品質は、放射イミュニティ試験の不確かさに直接影響を与える。

一般に、電界プローブを異なる校正機関で校正する場合、異なった校正結果を示すことがある。したがって、電界プローブ校正のための環境及び方法を規定する必要がある。

この附属書は、電界プローブの校正に関する情報を提供する。

6.3 に記載するレベル設定手順の間、電界プローブは比較的低い電界強度、例えば、1 V/m～30 V/m にさらされる。電界プローブの校正は、対象とする周波数及びダイナミックレンジを考慮しなければならない。

数百メガヘルツから数ギガヘルツまでの周波数においては、電波無響室内において標準ゲインホーンアンテナを使用した標準電界を作る方法は、電界プローブを校正するために最も広く用いられている方法の一つである。しかし、電界プローブ校正を利用する電波無響室の試験環境の妥当性確認のための確立した方法は整備されておらず、多くの変数を考慮する必要がある。

この周波数範囲では、報告されている測定不確かさを超えて、校正機関の間で差異が観測されている。

通常、TEM 導波管を用いて行う 80 MHz から数百メガヘルツまでの電界プローブ校正は、一般的に再現性がよいことが確認されている。

この附属書は、電波無響室内における標準ゲインホーンアンテナを用いた、包括的な電界プローブ校正手順の改善に重点を置いている。

K.2 電界プローブ校正

K.2.1 一般

UFA レベル設定手順に用いることを目的とした電界プローブの校正は、次の事項を満足する必要がある。

K.2.2 校正周波数範囲

周波数帯域は、少なくとも試験に必要な周波数範囲とする。

K.2.3 周波数ステップ

異なる校正機関との間で試験結果を比較することができるよう、校正のために次に示す固定した周波数群を使うことを推奨する。より少ないか、又は異なる周波数を使用する場合は、技術的に正当化する。

- 80 MHz～1 GHz の場合：電界プローブの校正は、次の周波数で実施する（80 MHz を除き、50 MHz のステップ幅）。

80 MHz, 100 MHz, 150 MHz, 200 MHz, ..., 950 MHz, 1 000 MHz

- 1 GHz～6 GHz の場合：電界プローブの校正は、次の周波数で実施する（200 MHz のステップ幅）。

1 000 MHz, 1 200 MHz, 1 400 MHz, ..., 5 800 MHz, 6 000 MHz

- 6 GHz を超える場合：検討中。

注記 1 GHzにおいて、2回校正することを意図していない。

K.2.4 電界強度

電界プローブ校正に使用する電界強度は、イミュニティ試験で利用する電界強度に基づくことが望ましい。UFA のレベル設定には、EUT に適用する電界強度の少なくとも 1.8 倍の強度を適用するため、電界プローブ校正は、試験電界強度の 2 倍で実行することを推奨する（表 K.1 参照）。電界プローブを異なる電界レベルで使う場合、電界プローブのリニアリティに従って、少なくとも最小レベル及び最大レベルの複数の電界レベルで校正しなければならない（K.3.3 参照）。

注記 校正は、無変調の CW 信号を使用して実行する。

表 K.1—校正電界強度レベル

試験レベル	校正電界強度 V/m
1	2
2	6
3	20
4	60
X	Y

試験レベル X 及び校正電界強度 Y は、オープンレベルであり、レベル 1～レベル 4 以外の高い又は低いレベルを使用することが可能である。このレベルは、電界プローブの仕様書又は試験機関が指定してもよい。

K.3 校正測定器

K.3.1 一般

K.3.2～K.3.4 に、電界プローブの校正を実行するために必要な機器の事項を示す。

K.3.2 高調波及びスプリアス信号

電力増幅器からの高調波又はスプリアス信号は、搬送周波数の 20 dB 以下とする。これは、校正及びリニアリティ確認中の全ての電界強度レベルに要求される。電力増幅器の高調波成分は、通常、電力レベルが高くなると悪化するので、高調波測定は最も高い電界強度校正だけで実施してもよい。高調波測定は、減衰器を経由した電力増幅器出力又は方向性結合器を経由して、校正済みのスペクトラムアナライザを使用して実施が可能である。

校正機関は、増幅器からの高調波及び／又はスプリアス信号が全ての測定セットアップの要求事項を満たすことを確認するために、測定を実施する。これは、スペクトラムアナライザを方向性結合器のポート 3 に接続する（電力計をスペクトラムアナライザ入力と交換する。図 K.2 参照）ことによって実施してもよい。

注記 1 アンテナは、高調波成分に異なる影響を与える可能性があり、別に確認が必要な場合がある。

注記 2 減衰器を使用することで、電力レベルがスペクトラムアナライザの最大許容入力電力を上回らないようにすることが可能である。

周波数範囲は、実際の校正周波数の少なくとも第3次高調波を包含しなければならない。妥当性測定は、最も高い意図された電界強度を生成する電力レベルで実行する。

高調波抑制フィルタを、電力増幅器のスペクトル純度を改善するために用いてもよい(附属書D参照)。

K.3.3 電界プローブのリニアリティ確認

K.4.2.6 によって電波無響室検証手順のために使う電界プローブのリニアリティは、要求するダイナミックレンジの、理想的な線形応答から±0.5 dB以内とする(図 K.1 参照)。電界プローブに、複数の範囲又は利得設定がある場合、リニアリティは全ての意図された設定範囲で確かめる。

一般に、電界プローブのリニアリティは、周波数によって著しく変化しない。リニアリティの確認は、実際に使用する周波数範囲の中心付近のスポット周波数で、かつ、電界プローブの周波数応答が比較的平らなところで実施可能である。選択されたスポット周波数は、校正証明書に記載する。

電界プローブのリニアリティを測定する電界強度は、電波無響室の検証の間、十分に小さいステップ幅(例えば、1 dB)で±6 dBの電界強度の範囲を測定することが望ましい。表 K.2 に、20 V/m の適用の確認をするための電界強度レベルの例を示す。

表 K.2—プローブリニアリティ確認に対する例

信号レベル dB	校正電界強度 V/m
-6.0	13.2
-5.0	14.4
-4.0	14.8
-3.0	15.2
-2.0	16.3
-1.0	18.0
0	20.0
1.0	22.2
2.0	24.7
3.0	27.4
4.0	30.5
5.0	34.0
6.0	38.0

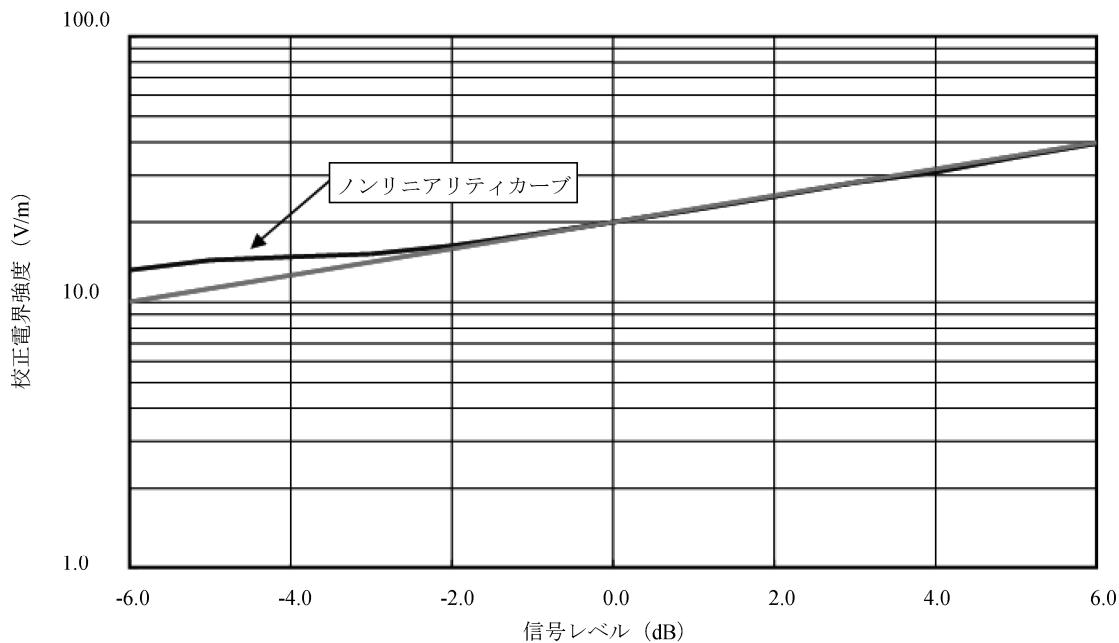


図 K.1—電界プローブのリニアリティの例

K.3.4 標準ゲインホーンアンテナの利得の決定

標準ゲインホーンアンテナの遠方界利得は、極めて正確に決定が可能である ([4]では、不確かさ 0.1 dB 未満が報告されている)。遠方界利得は、一般的に、 $8D^2/\lambda$ よりも大きな距離に有効である (ここで、 D は標準ゲインホーンアンテナの開口面の最大寸法、 λ は自由空間での波長)。このような距離での電界プローブの校正は、大きな電波無響室及び大電力増幅器が必要であるため、実用的ではない場合がある。電界プローブは、一般的に、送信アンテナの近傍界領域で校正する。標準ゲインホーンアンテナの近傍界利得は、[5]に示すような式を用いて決定する。利得は、標準ゲインホーンアンテナの物理的寸法に基づき、かつ、ホーン開口で二次位相分布を仮定することによって計算している。

[5]に示す式は、ホーンの開口部で反射が発生せず、開口部に入射する電界が TE_{10} モードであるが開口部全体に二次位相分布があると仮定し、開口面分布法を使用して導出された。近傍形式の結果を得るために、積分において幾つかの近似が適用されている。ホーンの端からの多重反射などのその他の影響、及び開口での高次モードは、考慮していない。周波数及びホーンの設計によって、誤差は一般的に ±0.5 dB 程度となるが、より大きくなることもある。この方法で決定された利得は、電波無響室の VSWR 測定及びその後の電界プローブ校正の実行に使用するには不十分である。

精度を高めるために、フルウェーブ積分を用いた数値計算法の使用が可能である。例えば、数値計算法で計算した利得での不確かさは、5 %未満に低減可能である ([6]参照)。

標準ゲインホーンアンテナの利得は、実験的に決定することも可能である。例えば、利得は、[7]で説明しているような外挿法による距離を減少した 3 アンテナ法、又はこれから派生した幾つかの方法で決定することが可能である。

標準ゲインホーンアンテナと供試電界プローブとの間の距離は、校正において $0.5 D^2/\lambda$ 以上とすることが望ましい。利得を決定するときの大きな不確かさは、距離に起因する可能性がある。アンテナと電界プローブとの間の定在波は、特に大きなプローブ及び／又は金属散乱面を備えたプローブでは、距離が近いほど大きくなる可能性があり、これも校正において大きな測定不確かさとなる。

K.4 電波無響室での電界プローブ校正

K.4.1 校正環境

電界プローブ校正は、全電波無響室、又は K.4.2.1 の事項を満足する基準グラウンド面上に吸収体をもつ半電波無響室で行うことが望ましい。

全電波無響室を用いる場合、電界プローブ校正を行うための最小の全電波無響室内部の作業空間は、奥行 5 m、幅 3 m、高さ 3 m が望ましい。

注記 80 MHz から数百メガヘルツのようにより低い周波数では、電波無響室の使用は、実用的ではなく、不確かさが大きくなる可能性がある。したがって、これらの低い周波数では、TEM 導波管などの他の方法を使用して不確かさを改善することが可能である。

代わりに、電界は、トランスファプローブを用いて作ることが可能である (K.5.5 参照)。電界プローブ校正に用いるシステム及び環境は、K.4.2 の要求事項を満足することが必要である。

K.4.2 電界プローブ校正のための電波無響室の検証

K.4.2.1 一般

電界プローブ校正の測定は、自由空間環境と仮定する。試験電界プローブを用いる電波無響室の VSWR 測定は、引き続いて実施する電界プローブ又はセンサ校正が許容できるかどうかを判断するために行う。この検証方法によって、電波無響室及び吸収体の性能が明らかになる。

それぞれの電界プローブは、例えば、バッテリケース及び／又は回路基板のように、一定の体積及び物理的寸法をもつ。ほかの校正手順では、球状のクワイエットゾーンは、校正容積で保証する。この附属書の特定の記載事項は、アンテナビーム軸にある試験点に対する VSWR 測定に適用する。

試験のための固定ジグ及びその影響（電界ばく露を受けて校正を妨害する可能性がある電界プローブを保持するための固定ジグなど）は、完全に評価することが不可能である。固定ジグの影響を評価するためには、個別の試験が必要である。

K.4.2.2 方向性結合器を用いた送信装置の正味電力測定

送信装置に供給した正味電力は、4 ポートの双方向性結合器、又は背中合わせに接続された二つの 3 ポートの單一方向性結合器（いわゆる双方向性結合器）で測定可能である。双方向性結合器を用いた、送信装置への正味電力を測定するための共通セットアップを、図 K.2 に示す。

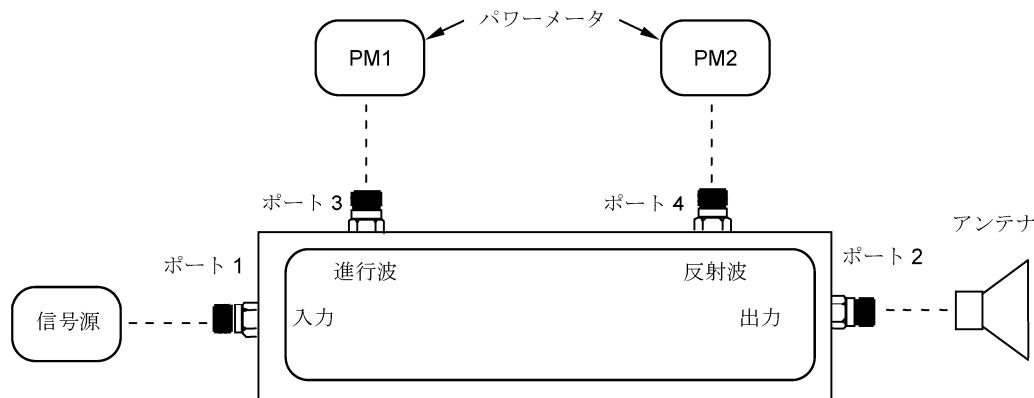


図 K.2—送信装置への正味電力を測定するための双方向性結合器のセットアップ

整合した負荷及び整合した信号源を、各ポートに接続した場合、順結合 C_{fwd} 、逆結合 C_{rev} 及び伝送結合 C_{trans} は、次の式で定義する。

$$C_{\text{fwd}} = \frac{P_3}{P_1}$$

$$C_{\text{rev}} = \frac{P_4}{P_2}$$

$$C_{\text{trans}} = \frac{P_2}{P_1}$$

ここで、 P_1, P_2, P_3, P_4 ：方向性結合器の各々のポートの電力

送信装置に供給する正味電力 P_{net} は、次の式で表す。

$$P_{\text{net}} = \frac{C_{\text{trans}}}{C_{\text{fwd}}} PM_1 - \frac{PM_2}{C_{\text{rev}}}$$

ここで、 PM_1, PM_2 ：リニアスケールでの電力計の読み値

アンテナの VSWR が既知の場合、単一の 3 ポート結合器の使用が可能である。例えば、アンテナが 1.5 の VSWR をもつ場合、電圧反射係数 (VRC) 0.2 と等価となる。

精度は、主に結合器の方向性及びその整合インピーダンスの影響を受ける。方向性は、順信号と逆信号とを分離する結合器の能力の指標である。よく整合した送信装置の場合、逆電力は、順電力よりもかなり小さくなる。このため、方向性の影響は、反射率の適用よりも重要性が低い。

送信装置に供給する正味電力は、次の式で表す。

$$P_{\text{net}} = C_{\text{fwd}} PM_1 (1 - VRC^2)$$

K.4.2.3 標準ゲインホーンアンテナを用いた標準電界の生成

標準ゲインホーンアンテナの利得は、K.3.4 に記載する方法によって決定する。アンテナビーム軸上の電界 E (単位: V/m) は、次の式で決定する。

$$E = \sqrt{\frac{\eta_0 P_{\text{net}} g}{4\pi} \frac{1}{d}}$$

ここで、 η_0 ：377 Ω (自由空間における波動インピーダンス)
 P_{net} ：K.4.2.2 に記載する方法によって決定する正味電力 (W)
 g ：K.3.4 によって決定するアンテナの絶対利得
 d ：アンテナ開口部からの距離 (m)

K.4.2.4 電波無響室検証試験の周波数範囲及び周波数ステップ

電波無響室の VSWR 測定は、想定する電界プローブの校正周波数範囲に適用し、かつ、K.2.3 に示すのと同じ周波数ステップを用いる。

VSWR 測定は、それぞれのアンテナの動作周波数の下限及び上限で電波無響室で行う。例えば、フェライトのような狭帯域吸収体を用いる場合、より多くの周波数点を測定する必要が生じことがある。そのような電波無響室は、VSWR 判定に適合する周波数範囲だけ電界プローブ校正に用いることが望ましい。

K.4.2.5 電波無響室の検証手順

電界プローブ校正に用いる電波無響室は、次の手順で検証する。ただし、電波無響室の物理的条件で使用することができない場合を除く。このような場合、K.4.2.8 の代替方法の適用が可能である。

電界プローブは、図 K.3 及び図 K.4 に従って、低誘電率をもつ支持材料（例えば、発泡スチロール）を用いて測定位置に配置する。

電界プローブは、校正に用いる場所に配置する。標準ゲインホーンアンテナのボアサイトに沿った電界プローブの偏波及び位置は、電波無響室の VSWR を決定するために変える。送信アンテナは、電波無響室の VSWR 測定及び電界プローブ校正の両方で同一でなければならない。

標準ゲインホーンアンテナ及び電波無響室内の電界プローブの配置を、図 K.3 に示す。電界プローブ及び標準ゲインホーンアンテナは、アンテナ開口面から電界プローブ中心までの測定した離隔距離 L と同一の水平軸上に設定する。

いずれの場合も、電界プローブは、標準ゲインホーンアンテナの正面中心軸上に配置する。

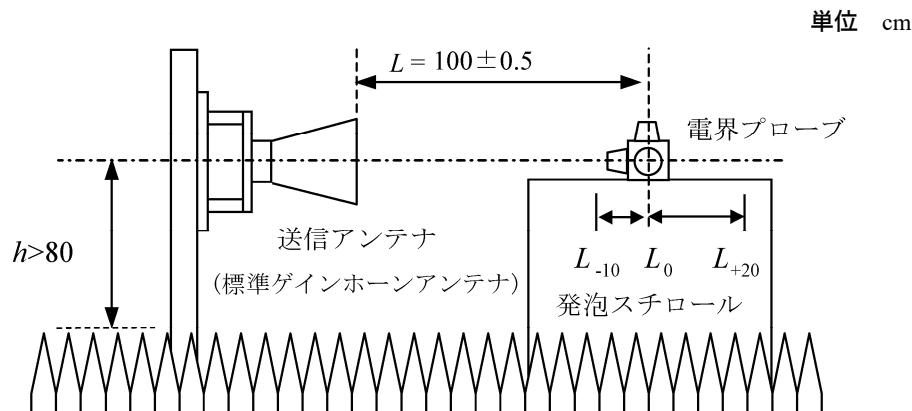


図 K.3-電波無響室検証試験セットアップ

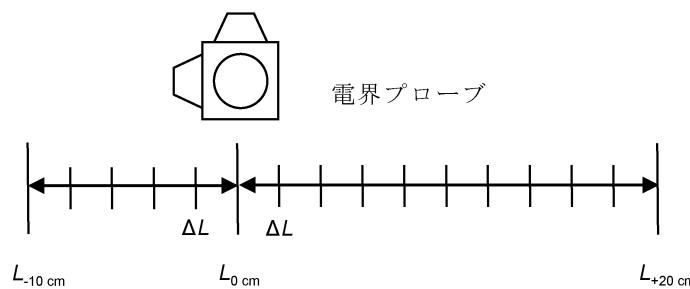


図 K.4-測定位置 ΔL の詳細

電界プローブの配置を、図 K.3 及び図 K.4 に示す。図中の $L_{-10 \text{ cm}} \sim L_{+20 \text{ cm}}$ は、標準ゲインホーンアンテナの開口面から電界プローブの中心までの測定距離であり、電界プローブの校正位置を示している。 L_0 は、基準位置 0 を示している。

その位置は、 $L_{-10 \text{ cm}}, L_{-8 \text{ cm}}, L_{-6 \text{ cm}}, \dots, L_{0 \text{ cm}}, L_{+2 \text{ cm}}, L_{+4 \text{ cm}}, \dots, L_{+20 \text{ cm}}$ となり、測定間隔 ΔL は 2 cm である。

電界プローブを標準ゲインホーンアンテナの近傍（距離 $<2D^2/\lambda$ 。Dは標準ゲインホーンアンテナの開口面の最大寸法, λ は自由空間での波長）に設置した場合は、標準ゲインホーンアンテナの利得は一定ではないことがあるため、それぞれの位置で利得の決定が必要な場合がある。

1 m の距離で特定の電界強度（例えば、20 V/m）を生成するための一定の電力を全ての電界プローブ位置で適用する。最初に、標準ゲインホーンアンテナ及び電界プローブの双方を垂直偏波に設定し、全ての周波数において全ての位置の電界プローブの読み値を記録する。次に、標準ゲインホーンアンテナ及び電界プローブ双方を水平偏波にして測定を繰り返す。

全ての測定値は、K.4.2.6 の要求事項を満足しなければならない。

K.4.2.6 VSWR 許容基準

VSWR 測定結果は、次の手順に従って比較する。電界強度の計算方法は、K.4.2.3 を参照。

- a) **電界強度の計算** 離隔距離 90 cm～120 cm ($L_{-10\text{cm}} \sim L_{+20\text{cm}}$) の間での空間領域の電界強度は、2 cm 間隔 (ΔL) で各々の周波数について計算する。この計算は、検証に用いる離隔距離 1 m の位置 $L_{0\text{cm}}$ の電界強度を基準としている。
- b) **データ補正** VSWR 測定に用いる電界プローブは校正済みとは限らず、測定値と計算した電界強度とが同じにならないことがあるため、測定値を次の手順で補正する。
 - 離隔距離 1 m における電界プローブの電界強度の測定値を、離隔距離 1 m での計算値に置き換える。電界プローブの測定値と計算値との偏差を補正值 k として、90 cm～120 cm の全てのデータに適用する。

例えば、離隔距離 1 m での測定値 V_{mv} (例: 21 V/m) 及び計算値 V_{cv} (例: 20 V/m) の比較では、補正值 k は、 $V_{cv} - V_{mv} = -1 \text{ V/m}$ である。

 - 90 cm～120 cm の測定位置で観測された測定値に補正值 k を加える (図 K.5 参照)。
 - 測定した全ての周波数の全ての測定値に対し、同様の計算を適用する。上記の例の場合、 $k = -1 \text{ V/m}$ を全ての電界プローブ測定値に加算する。

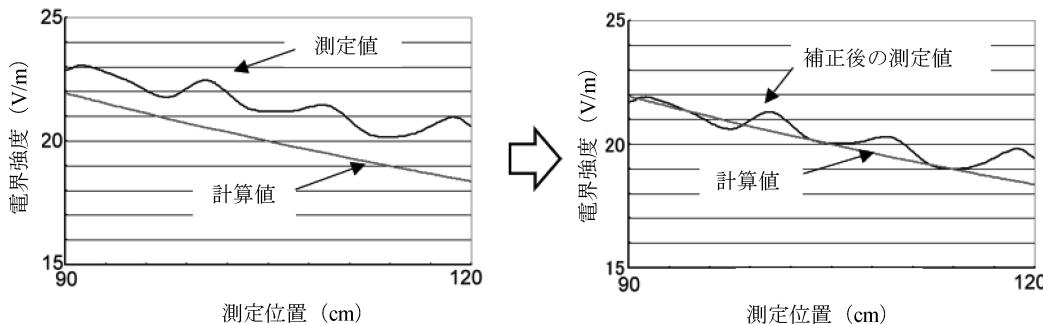


図 K.5—測定値の補正例

- c) **測定値と計算値との比較** 計算値と測定値との差が、いずれかの測定位置で $\pm 0.5 \text{ dB}$ を超える場合、その電波無響室を電界プローブ校正に使用してはならない。

注記 0.5 dB の許容基準は、測定不確かさバジェットに従って決定した。この値は、電界プローブの校正を利用する国家校正機関を含む、既存の複数の電波無響室で検証された結果である。

電界プローブは、バッテリ又は回路基板を収納した金属箱又は支柱をもっていることがある。これらのプローブは、特定の距離及び周波数において、反射による誤差を生じることがある。これらの電界プローブを使う場合は、例えば、電界プローブを回転させるか、又は方向を変えることで反射の影

影響を最小にする。

K.4.2.7 電界プローブ固定ジグの検証

電界プローブ固定ジグは、電界プローブ校正時に電界の反射の原因となることがある。したがって、固定ジグが校正結果に与える影響の有無を事前に確認する。

次に記載する検証手順は、使用する全ての新しい電界プローブ固定ジグに対して行う。

- a) 比誘電率 1.2 未満かつ誘電正接 0.005 未満の材質でできた基準台に、電界プローブを設置する。電界プローブの位置は、校正の設定と同一とする。基準固定ジグは、可能な限り小さい方が望ましい。その他のいかなる支持構造体も、電磁波に対してできるだけ影響を与えることなく、かつ、影響を受けない物質とし、電界プローブのセンサ部分から 50 cm 以上離す。支持構造体を電界プローブの前（アンテナと電界プローブとの間）又は背後に配置しない。
- b) 校正位置において、電界プローブのダイナミックレンジの範囲内にある基準電界を発生させる。
- c) 全ての校正周波数点に対する電界プローブ指示値を記録する。全ての校正配置に対して、必要に応じて電界プローブの回転又は再配置を行い、手順 a)及び手順 b)を繰り返す。3軸等方性電界プローブでは、各軸を別々に配置して、測定することが必要な場合がある。各方向における、電界プローブ指示値を記録する。
- d) 基準固定ジグを取り除き、同じ位置に検証する校正用固定ジグに置き換えて、手順 b)及び手順 c)を繰り返す。
- e) 手順 c)及び手順 d)による結果を比較する。同一の電界プローブ配置及び向きに対する二つの固定ジグの測定値の差は、 $\pm 0.5 \text{ dB}$ とする。

K.4.2.8 電波無響室の代替検証手順

この代替検証手順は、K.4.2.5 の検証手順が適用できない場合に使用する。

検証用の電界プローブは、実際の電界プローブ校正に使用する位置に設置する。電波無響室の VSWR を決定するために、標準ゲインホーンアンテナの軸上に沿った位置及び偏波に変更する。標準ゲインホーンアンテナは、電波無響室の VSWR 測定及び電界プローブ校正の双方で同一のものを用いる。

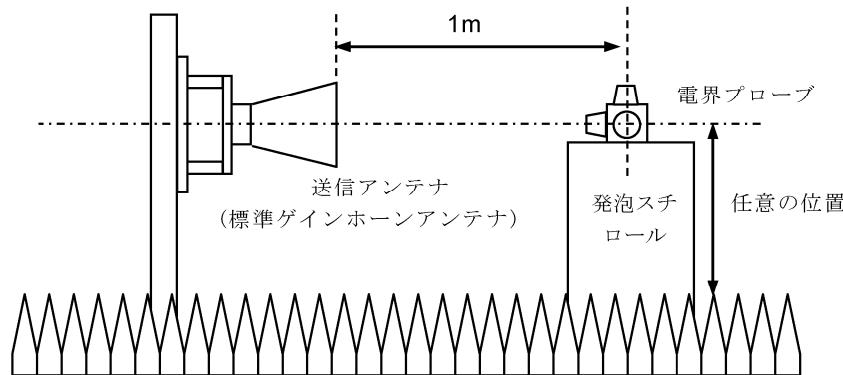


図 K.6—アンテナ及び電界プローブの試験配置の例

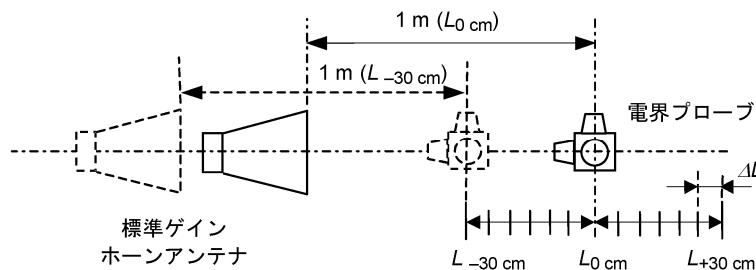


図 K.7—電波無響室検証試験配置

試験配置を、図 K.6 及び図 K.7 に示す。電界プローブ校正における距離、すなわち、標準ゲインホーンアンテナの開口面から電界プローブの中心までの離隔距離は、固定距離 1 m を保つ。

測定に対する影響を避けるために、電界プローブ固定ジグに低誘電率の材料を使用することが望ましい。電界プローブ校正に使用するための固定ジグは、別々に評価しなければならない (K.4.2.7 参照)。

電界プローブの位置は、 $L_{-30\text{ cm}}$, $L_{-25\text{ cm}}$, $L_{-20\text{ cm}}$, ..., $L_{0\text{ cm}}$, $L_{+5\text{ cm}}$, $L_{+10\text{ cm}}$, ..., $L_{+30\text{ cm}}$ で、測定間隔 ΔL は 5 cm とする。

一定の電界強度、例えば、20 V/m を全ての位置で発生させる。発生させた電界強度は、電界プローブのダイナミックレンジの範囲内とする。最初に、標準ゲインホーンアンテナ及び電界プローブの双方を垂直偏波として、全ての周波数において電界プローブ指示値を記録する。次に、標準ゲインホーンアンテナ及び電界プローブの双方を水平偏波にして、試験を繰り返す。

各周波数で、26 個の独立した電界プローブ指示値 (13 位置×2 偏波、図 K.8 参照) が存在する。各周波数で、測定値の最大偏差は ±0.5 dB とする。

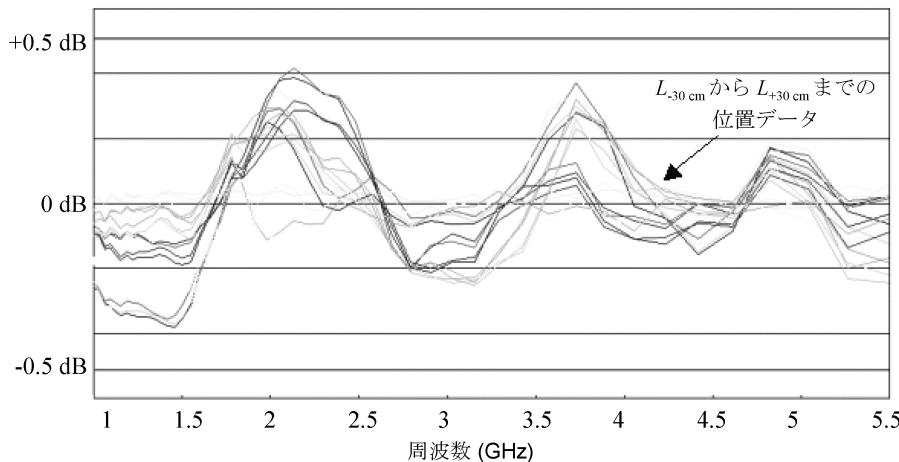


図 K.8—電波無響室代替検証結果の例

K.4.3 電界プローブ校正手順

K.4.3.1 一般

電界プローブの多くは、リニア応答になるように、内部に校正係数をもっている。校正機関は、電界プローブの応答特性が理想的な値から ±0.5 dB となるように、校正中に電界プローブ係数を調整することができる。このような調整を行う場合、校正機関は、調整前及び調整後の双方の応答特性を記録することが望ましい。

リニアリティの確認過程を、被校正電界プローブに適用することが望ましい。校正システムのリニアリティの影響については、**K.3.3** を参照。

注記 電界プローブを調整できない場合には、電界均一性校正を実行するとき、いかなるノンリニアリティも使用者が補正することがある。

電界プローブ校正を行うときは、**K.4** の事項を満足する測定システム及び環境を用いる。

K.4.3.2 電界プローブ校正のためのセットアップ

K.4.2.7 に従って完全に検証していない固定ジグは、大きい測定不確かさを生じる可能性がある。したがって、**K.4.2.7** に従って検証した電界プローブ固定ジグを使用する。

電界プローブの校正は、等方性及びプローブ応答に関する製造業者の仕様に従うことが望ましい。この配置・方向は、等方性による影響を最小限とするために試験機関でも使用する。電界プローブの配置・方向を製造業者がデータシートに明記していない場合、電界プローブの“通常使用”と考えられる配置・方向、又は電界プローブを使用する試験機関が定義した配置・方向に従って校正を行うことが望ましい。いずれの場合も、校正報告書に校正を行った電界プローブの配置・方向を記載する。

校正セットアップの例を、**図 K.9** 及び**図 K.10** に示す。

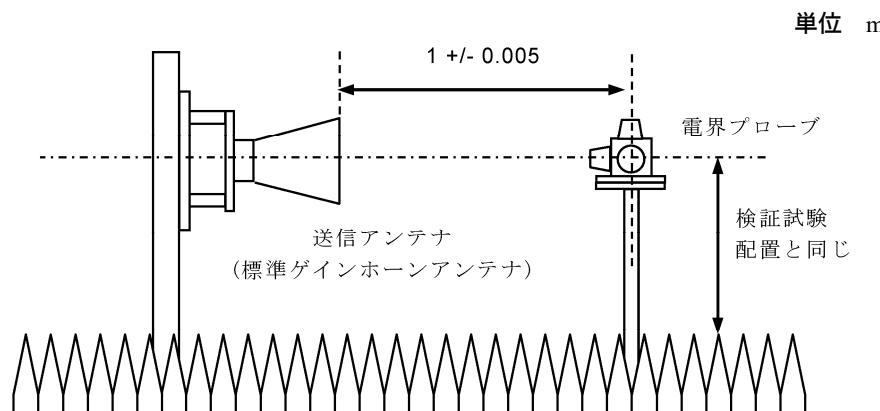


図 K.9-電界プローブ校正配置（側面図）

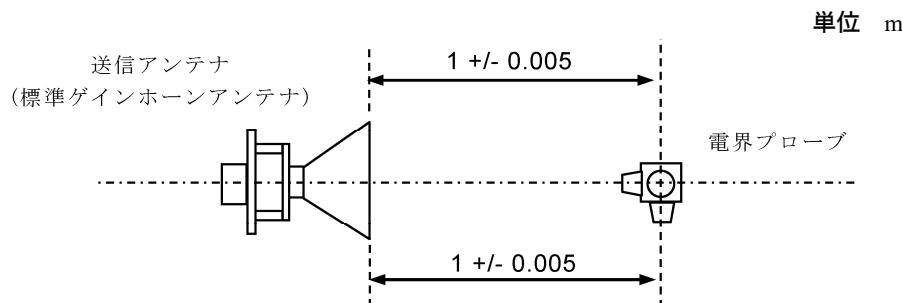


図 K.10-電界プローブ校正配置（上面図）

K.4.3.3 校正報告書

K.4.3.2に基づいて得られた測定結果を、校正報告書として報告する。

この校正報告書には、少なくとも次の事項を記載する。

- a) 校正環境
 - b) 電界プローブ製造業者名
 - c) 型式名称
 - d) 製造番号
 - e) 校正日
 - f) 温度及び湿度
 - g) 校正データの詳細
 - 周波数
 - 適用した電界強度 (V/m)
 - 電界プローブの読み値 (測定値) (V/m)
 - 電界プローブの配置・方向
 - h) 測定不確かさ

注記 [5]には、電界プローブ校正測定不確かさのためのガイダンスの記載がある。

K.5 その他の電界プローブ校正環境及び方法

K.5.1 一般

この細分箇条では、低周波数領域における校正に必要な他の校正試験環境、例えば、TEM導波管の環境要求事項について説明する。

校正は、この規格で規定する EUT 試験環境とは異なる環境で実施されることがある。イミュニティを試験する EUT と対照的に、電界プローブは概して小さく、通常、導電線を備えていない。

K.5.2 TEMセルを用いた電界プローブ校正

TEM セルは、電界プローブ校正のための標準電界を作るために使うことが可能である。TEM セルを利用できる上限周波数は、**JIS C 61000-4-20:2014** の **5.2** で規定した方法で決定が可能である。TEM セルの上限周波数は、通常は数百メガヘルツである。TEM セルにおける隔壁（セパタム）と上部板との間、又は隔壁（セパタム）と下部板との間の中心の電界強度は、次の式で計算する。

ここで, E : 電界強度 C

Z_0 : TEM セルの特性インピーダンス (通常, $50\ \Omega$)

P_{net} : K.4.2.2 に従って決定する正味電力 (W)

h : 隔壁(セプタム)と上部板、又は隔壁(セプタム)と下部板との間隔(m)

TEM セルの VSWR は、測定不確かさを最小にするために、例えば、1.3 未満にすることが望ましい。

P_{net} 測定の代替方法として、低い VSWR 値をもつ校正された減衰器及び電力計を、TEM セルの出力端子に接続して測定してもよい。

K.5.3 導波管室 (waveguide chamber) を用いた電界プローブ校正

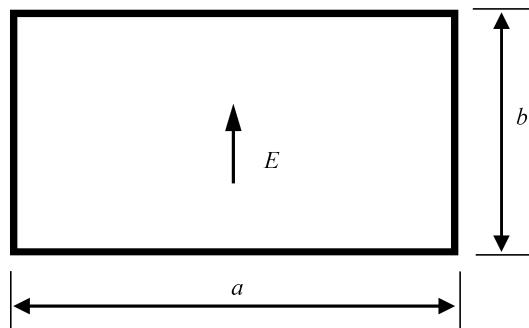


図 K.11—導波管室の断面図

校正機関は、導波管室が支配的な TE₁₀ モードで機能することを確実にしなければならない。高次モードを励起する可能性のある周波数を避けなければならない。導波管製造業者は、通常支配的なモードだけが存在することができる周波数範囲を指定する。これは、導波管の寸法から決定することもある。一般的な寸法の電界プローブを導波管室で校正する場合は、おおむね 300 MHz～1 000 MHz に限定される。

$a(\text{m}) \times b(\text{m})$ ($a > b$) の内部寸法をもった導波管室（図 K.11 参照）の支配的な TE_{10} モードのカットオフ周波数を、次の式で示す。

$$(f_c)_{10} = \frac{1}{2a\sqrt{\mu\varepsilon}} \quad \dots \dots \dots \quad (K.2)$$

ここで、 $(f_c)_{10}$ ： TE₁₀ モードのカットオフ周波数 (MHz)

μ ：導波管中間の透磁率

中空導波管では、 $\mu = \mu_0 = 400 \pi \text{ nH/m}$

ε : 導波管中間の誘電率

中空導波管では、 $\epsilon = \epsilon_0 = 8.854 \text{ pF/m}^{-1}$

中空導波管のカットオフ周波数を、次の式で示す。

導波管中央の電界 RMS 値を、次の式で示す。

$$E = \sqrt{\frac{2\eta_0 P_{\text{net}}}{ab \sqrt{1 - \left(\left(f_c\right)_{10}/f\right)^2}}} \text{ (V/m)} \quad \dots \dots \dots \text{(K.4)}$$

ここで, f : 操作周波数 (MHz)

η_0 : 中空導波管の場合, 377Ω (自由空間波動インピーダンス)

P_{net} ：導波管に伝送された正味電力 (W)。K.4.2.2 で示した方法によって決定する。

導波管室の内側の電界が、TEM波でない点に注意する。電界は、側壁でゼロに先細りになる正弦波の分布をもち、導波管の中心で最も大きい。電界プローブは、電界分布が他の場所よりも均一で比較的変化が少ない導波管中心で校正することを推奨する。

他のモードに関するカットオフ周波数の計算方法を含む導波管に関する詳細は、[8]を参照。

K.5.4 切放し導波管を用いた電界プローブ校正

切放し導波管の近傍界利得の理論的及び経験的解は、[9]に記載されている。切放し導波管の近傍界利得の単純な理論的解決策はないため、切放し導波管の近傍界利得は、フルウェーブ解析法か、又は[7]に記載されている測定法によって求めることが望ましい。

切放し導波管の近傍界利得が決定できたとき、校正は、K.4.3に記載した手順に従う。

K.5.5 利得伝搬法による電界プローブの校正

トランスファプローブを使用して、電界発生デバイスの中に標準電界を生成することが可能である。トランスファプローブの応答は、理論計算（ダイポールなどのプローブの場合）で求めるか、又は K.5.2 若しくは K.5.3 に示す方法で校正して求めることが可能である。ギガヘルツ TEM セルなどの実用標準デバイスの変換係数は、トランスファプローブから求めることが可能である。実用標準デバイスの中の電界分布は、トランスファプローブで実測することが望ましい。すなわち、電界分布は、試験容積内の電界均一性を評価するために必要な数の点を測定しなければならない。実用標準デバイスの変換係数が分かり、実用標準デバイスがリニアリティを示す性能をもっている場合、電界プローブ校正を他の電力レベルで実施することが可能である。校正する電界プローブは、トランスファプローブと同じ場所に置く。

注記 1 トランスファプローブとは、仲介（測定）装置測定標準を比較するために仲介として用いる装置をいう。

注記 2 実用標準とは、測定器又は測定システムを校正又は検証するために、日常的に用いる測定標準をいう。

許容できる不確かさをもつために、次の条件を満たすことが必要である。

- トランスファ手順と校正手順との間でセットアップが変わらない。
- 測定中の電界プローブ位置が再現される。
- 伝送電力が同じ状態を維持する。
- 試験対象の電界プローブが、構造（サイズ及び要素設計）においてトランスファプローブに類似している。
- 電界プローブと読み出し装置などを接続するケーブルが電界を乱さず、かつ、誘導しない。
- 実用標準デバイスは、大部分が無反射である。

[10]及び[11]に、この方法の詳細が記載されている。

参考文献

JIS C 61000-4-6 電磁両立性－第4-6部：試験及び測定技術－無線周波電磁界によって誘導する伝導妨
害に対するイミュニティ

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

JIS C 61000-4-22 電磁両立性－第4-22部：試験及び測定技術－全電波無響室（FAR）における放射エミ
ッション及びイミュニティ試験

IEC 60050-702, International Electrotechnical Vocabulary (IEV)－Part 702: Oscillations, signals and related
devices

IEC 60050-705, International Electrotechnical Vocabulary (IEV)－Part 705: Radio wave propagation

IEC 60050-712, International Electrotechnical Vocabulary (IEV)－Part 712: Antennas

IEC 60050-713, International Electrotechnical Vocabulary (IEV)－Part 713: Radiocommunications: transmitters,
receivers, networks and operation

IEC 60050-725, International Electrotechnical Vocabulary (IEV)－Part 725: Space radiocommunications

IEC 60050-731, International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 731: Optical fibre communication

IEC TR 61000-2-5, Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 2-5: Environment – Description and classification
of electromagnetic environments

IEC 61000-4 (all parts), Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4: Testing and measurement techniques

IEC 61000-4-21, Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-21: Testing and measurement techniques –
Reverberation chamber test methods

IEC 61000-4-39, Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-39: Testing and measurement techniques –
Radiated fields in close proximity – Immunity test

IEC Guide 107, Electromagnetic compatibility – Guide to the drafting of electromagnetic compatibility
publications

CISPR 16-1-4, Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 1-4:
Radio disturbance and immunity measuring apparatus – Antennas and test sites for radiated disturbance
measurements

CISPR TR 31, Database on the characteristics of radio services

- [1] **IEC TR 61000-1-6**, Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 1-6: General – Guide to the assessment of
measurement uncertainty
- [2] UKAS, M3003, Edition 4, 2019, The Expression of Uncertainty and Confidence in Measurement, free
download on www.ukas.com
- [3] **ISO/IEC Guide 98-3**, Uncertainty of measurement – Part 3: Guide to the expression of uncertainty in
measurement (GUM:1995)
- [4] electric field sensors for radiated-susceptibility testing. Frequenz 53 (1999) 9-10, Page 190-194 STUBENRAUCH,
C., NEWELL, C. A. C., REPJAR, A. C. A., MacREYNOLDS, K., TAMURA D. T., LARSON, F. H.,
LEMANCZYK, J., BEHE, R., PORTIER, G., ZEHREN, J. C., HOLLMANN, H., HUNTER, J. D., GENTLE,
D. G., and De VREEDE, J. P. M. International Intercomparison of Horn Gain at X-Band. IEEE Trans. On
Antennas and Propagation, October 1996, Vol. 44, No. 10
- [5] **IEEE 1309**, Calibration of Electromagnetic Field Sensors and Probes (Excluding Antennas) from 9 kHz to 40
GHz
- [6] KANDA, M. and KAWALKO, S. Near-zone gain of 500 MHz to 2.6 GHz rectangular standard pyramidal horns.
IEEE Trans. On EMC, 1999, Vol. 41, No. 2
- [7] NEWELL, Allen C., BAIRD, Ramon C. and WACKER, Paul F. Accurate measurement of antenna gain and
polarization at reduced distances by extrapolation technique. IEEE Trans. On Antennas and Propagation, July
1973, Vol. AP-21, No. 4
- [8] BALANIS, C. A.. Advanced Engineering Electromagnetics. John Wiley & Sons, Inc., 1989, pp 363-375
- [9] WU, Doris I. and KANDA, Motohisa. Comparison of theoretical and experimental data for the near field of an
open-ended rectangular waveguide. IEEE Trans. On Electromagnetic Compatibility, November 1989, Vol. 31,
No. 4
- [10] GLIMM, J., MÜNTER, K., PAPE, R., SCHRADER, T. and SPITZER, M. The New National Standard of EM
Field Strength, Realisation and Dissemination. 12th Int. Symposium on EMC, Zurich, Switzerland, February
18-20, 1997, ISBN 3-9521199-1-1, pp. 611-613
- [11] GARN, H., BUCHMAYR, M., and MULLNER, W. Precise calibration of electric field sensors for radiated-
susceptibility testing. Frequenz 53 (1999) 9-10, Page 190-194

JIS C 61000-4-3 : 2022
(IEC 61000-4-3 : 2020)

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 解説

この解説は、規格に規定・記載した事柄を説明するもので、規格の一部ではない。

この解説は、日本規格協会が編集・発行するものであり、これに関する問合せ先は日本規格協会である。

1 制定時の趣旨及び今回の改正までの経緯

この規格は、IEC 61000-4-3:1995 を基に、電気・電子装置の放射エネルギーに対するイミュニティ試験の要求事項、試験レベル及び試験手順について規定するため、1997年に制定された。その後、2004年、2005年、及び2012年の改正（以下、旧規格という。）を経て今回の改正に至った。

なお、旧規格は、IEC 61000-4-3 が2010年にAmendment 1（2007年11月）及びAmendment 2（2010年3月）を盛り込んだ合本版（Consolidated）が発行されたのを受けて、これを基に技術的内容及び構成を変更することなく作成した。

今回、認定産業標準作成機関である一般財団法人日本規格協会は、電気分野産業標準作成委員会の下に、JIS 素案作成委員会 [一般社団法人電気学会 JIS 原案作成委員会 (JIS C 61000-4-3)] を設置し、所定の手続きを経て JIS 案を作成した。

2 今回の改正の趣旨

旧規格発行後、我が国の無線通信技術は飛躍的な進歩を遂げ、新たな無線通信システムが運用されるようになり、第4版として2020年に発行されたIEC 61000-4-3（以下、対応国際規格という。）に、“6GHzを超える無線通信システムの適用”などが盛り込まれた。そこで、この規格を、最新の国際規格に整合させるために改正を行った。

改正は、次の方針に従って実施した。

- a) この規格は、対応国際規格の内容に基づいて改正したが、我が国のインフラストラクチャーの違いによる不整合については、インフラストラクチャーの変更を求めるような議論は行わないことを原則とし、次の内容について追加・変更を行った。
 - 旧規格では、本来の校正以外の意味で“校正（Calibration）”が多く使用されていた。これらを次の方針に従って、本文全体を見直した。
 - イミュニティ試験前に行う目的の電界を得るための測定の場合は、“レベル設定”を使用する。
 - 電界プローブの校正は、本来の校正の意味であるため、“校正”を使用する。
 - 旧規格では、図は本文の最後にまとめて配置していたが、本文の説明に近い最適な位置に図を配置した（本体全体）。

- IEC 61000-4-39:2017 (近接電磁界イミュニティ試験) の発行に伴い、この規格との区別を明確にする注記を追加した (箇条 1)。
 - EUT の試験セットアップ及び配線の処理方法について、具体的に記載した (箇条 7 及び附属書 H)。
- b) 文章表現を、JIS Z 8301:2019 (規格票の様式及び作成方法) に合わせて見直した。

3 主な改正点

主な改正点は、次のとおりである。

a) 試験レベル及び周波数範囲 (箇条 5)

- 1) 図 1 のグラフの電圧表示は数値だけでなく、その計算式を追加した (5.1)。
- 2) 振幅変調における変調度のトレランスについて、従来のパワーアンプのノンリニア領域の使用を見込んだ値 (60 %～90 %) を削除し、信号発生器の出力における値として、表 2 に±10 %と記載した (5.1)。
- 3) この規格で規定する周波数範囲について、旧規格で規定した上限周波数 6 GHz を削除し、“80 MHz 以上”と下限だけ規定した (5.2)。
- 4) 旧規格にあった“80 MHz～1 000 MHz の周波数で切れ目なく実施する”という記載、及び“1.4 GHz～6.0 GHz までの周波数範囲全体にわたって、連続して試験を行うことを意図していない”という記載を削除し、試験する周波数範囲、及び各々の周波数範囲における適切な試験レベルは、製品規格に規定することとした (5.1)。
- 5) 製品規格委員会は、EUT によって振幅変調以外の他の変調方式を選択してもよいことを明記した (5.1)。

b) 試験装置 (箇条 6) 試験装置に関する改正点を、次に示す。

- 1) UFA の下端の高さは、床上から 80 cm という原則を削除し、6.3.1 の規定に適合していれば“UFA の下端は任意の高さに設定してもよい。”とした (6.3.1)。
- 2) UFA の下端の高さを規定しないことは、床置型装置を EUT としたときにも完全に電界にさらすことを意図したものであるが、現実的には困難な場合があるため、“金属床の近くに UFA を設置することは困難であるため、全ての EUT で全面に照射が可能とは限らない。詳細については、箇条 7 を参照。”とした (6.3.1)。
- 3) UFA を最小ウインドウ 0.5 m×0.5 m とした場合、従来の四つの角に中心位置を加えた 5 ポジションについて、これらの電界が“0 dB～+6 dB の範囲内でなければならない”とした (6.3.1)。
- 4) レベルセッティング時の飽和チェック手順において、レベル変化量のトレランスを旧規格の“3.1 dB～5.1 dB”から“3.1 dB～7.1 dB”とした (6.3.2)。

c) 試験セットアップ (箇条 7) 試験セットアップに関する改正点を、次に示す。

- 1) 図 8 に EUT の正面及び側面を試験するときのケーブル配置の例を追加した (7.1)。
 - 2) 最低 1 m を電界にさらすことのできないケーブルについて、“重い又は固い”と具体例を挙げ、さらに無理に 1 m さらすのではなく、試験報告書に記載することを明記した (7.4)。
 - 3) “ケーブルへの減結合を行う場合は、CMAD を使用してもよい。”とし、CMAD を使用する際の注意事項とともに記載した (7.4)。
- d) 試験手順 (箇条 8) 試験時間を短縮するために、複数の周波数を同時に印加して試験してもよいことを、条件及び注意点とともに記載した。この複数信号試験方法の結果の評価については箇条 9 に、試験法の詳細及び影響については附属書 I に記載した。これらによって、この規格は EUT の単一の妨害

C 61000-4-3 : 2022 (IEC 61000-4-3 : 2020) 解説

- 信号による影響を試験することであり、单一の周波数による試験結果が優先されることを明確にした。
- e) デジタル無線サービスからの RF 放射を模擬するために、イミュニティ試験に正弦波による振幅変調方式を選択した根拠（附属書 A）妨害信号として検討された方に、近年の放送及び無線通信に使用している OFDM 信号を追加した。
 - f) 電界発生アンテナ（附属書 B）近年の傾向に合わせてコンビネーションアンテナに関する記載を追加した。
 - g) 電力増幅器の圧縮及びノンリニアリティ（附属書 D）全文を書き換え、JIS C 61000-4-6:2017 の附属書 J と整合させた。
 - h) ケーブル配置の詳細（附属書 G）旧規格の“無線通信方式の説明”は、IEC TR 61000-2-5 を参照することとして削除し、EUT に接続するケーブルの試験時の配置方法の具体的な説明を記載した。
 - i) 大型で質量のある EUT の試験セットアップの例（附属書 H）旧規格の“1 GHz を超える周波数での代替照射法（独立ウインドウ法）”は、部分照射法として整理したため削除し、大型で質量のある EUT を試験する場合のセットアップの具体的な説明を記載した。
 - j) 複数の信号による試験（附属書 I）旧規格の“電界プローブの校正方法”は、附属書 K に移動し、試験時間短縮を目的として、EUT に複数の信号を同時に照射する試験法を“参考”として記載した。

4 その他の解説事項

- その他の解説事項は、次のとおりである。
- a) この規格で用いる、対応国際規格で使用している用語（英語）の日本語訳を、次のように統一した。
 - Field generating antennas : 電界発生アンテナ
 - Anechoic material : 電波吸収体
 - Non-conductive support : 絶縁支持台
 - Air-filled waveguide : 中空導波管
 - b) 試験レベルの選択（5.1）図 1 の $U_{p-p,min}$ の計算式の分母は、原文では“m”となっているが、これは明らかに誤りであり、正しい値“100”に修正した。次回の IEC 規格改訂時に、修正提案する予定である。
 - c) UFA の特性（6.3.1）“0.5 m × 0.5 m の最小 UFA の場合、中心を加えた五つの位置で評価する”は、対応国際規格では“Shall”ではないが、五つの位置に対して、電界の偏差が 0 dB～+6 dB の範囲内であることを規定しているため、要求事項の表現を用いた。
 - d) UFA の特性（6.3.1）“レベル設定は、常に水平及び垂直の両偏波に対して無変調で行う。”の“レベル設定”は、対応国際規格では“Characterization”と表現し、レベル設定で得られる UFA の均一特性に関する記載の場合に使用されている。しかし、実施するのはレベル設定であり、この語を“レベル設定”としても理解しやすく、別の測定のような誤解を招くことを防ぐために“レベル設定”に統一した。
 - e) 試験セットアップの一般（7.1）“EUT の照射面を UFA と一致させるために、EUT の位置を調整してもよい。”は、EUT の照射面にケーブルが接続されるときのケーブルの配置に関する説明がないため、ケーブルは UFA 面より前面に出る旨の注記を追加した。
 - f) 配線の処理（7.4）対応国際規格の“cables leaving the test area”は、この規格では“test area”的領域を定義していないため、“cable that leaves the test setup”と同様に“試験セットアップから外に出るケーブル”とした。

- g) **気象条件 (8.2.2)** 対応国際規格の “The committee responsible for this document” の日本語訳をどう表現するのが適切か審議し、該当する委員会を “この文書に責任をもつ基本 EMC 規格作成委員会” とした。
- h) **電力増幅器のリニアリティ特性が基準を満たさない場合のイミュニティ試験 (D.4.2.4)** パワーセンサには、無変調正弦波の電力の測定を前提とした機種があるため、変調したまま電力増幅器の出力レベルをパワーセンサで測定する場合は、変調信号測定に対応したパワーセンサを使用するように注記を追加した。
- i) **電波無響室の検証手順 (K.4.2.5)** 対応国際規格の “boresight” は、送信アンテナが受信アンテナ（ここでは、電界プローブを指す。）と正対する角のことであるが、適切な日本語がないため、“ボアサイト” と片仮名を用いた。
- j) 旧規格の解説に記載していた事項で、この規格でも重要と思われる事項を次に示す。
- 1) **試験設備 (6.2)** 図2に半電波無響室の外からケーブルを通してEUTに接続した機器が記載されているが、対応国際規格では “EUT measuring instrumentation” となっていた。表現の誤解を避けるため “EUT動作確認用装置及び／又は対向装置” とし、図の注^{a)}にEUT動作確認用装置及び／又は対向装置の説明を追加した。
 - 2) **電界プローブの校正方法 (附属書 K)** UFA測定を利用する電界プローブの校正方法が国際規格として存在していなかったことから、校正機関ごとに校正結果が異なるという問題を回避するため、**附属書 K (参考)**として作成された。この附属書は、電界プローブを電波無響室、特に全電波無響室で校正する場合の環境評価法及び電界プローブの校正方法を記載しているため、通常、試験所がこの附属書を使用することはない。しかし、試験所が使用する電界プローブの校正方法の指針を与えるものである。
 - 3) **試験装置による測定不確かさ (附属書 J)** 測定装置が試験に与える測定不確かさの情報を示すため、**附属書 J**として作成された。実際の試験所における測定不確かさは、この附属書に記載された情報だけでは不十分であるため、更なる不確かさ要因の抽出及び算入が必要である。

5 JIS 素案作成委員会の構成表

JIS 素案作成委員会 [一般社団法人電気学会 JIS 原案作成委員会 (JIS C 61000-4-3)] の構成表を、次に示す。

JIS 原案作成委員会 (JIS C 61000-4-3) 構成表

	氏名	所属
(委員長)	石上 忍	東北学院大学
(幹事)	中村 哲也	株式会社東陽テクニカ
(委員)	石田 武志	株式会社ノイズ研究所
	井上 博史	一般社団法人日本電機工業会
	吳 奕鋒	国立研究開発法人情報通信研究機構
	植田 修	アズビル株式会社
	大塙 修二	株式会社リコー
	瀧谷 昇	(元) 拓殖大学
	登坂 俊英	一般財團法人電気安全環境研究所
	平田 真幸	富士フィルムビジネスイノベーション株式会社
	谷口 文彬	株式会社東陽テクニカ
	輪嶋 榮	学識経験者
(関係者)	池田 和浩	経済産業省商務情報政策局情報産業課

C 61000-4-3 : 2022 (IEC 61000-4-3 : 2020) 解説

小島 弘文 一般財団法人日本規格協会
宮端 茂 経済産業省産業技術環境局国際電気標準課
(事務局) 三橋 洋子 一般社団法人電気学会
(執筆者 中村 哲也)

★JIS 規格票及び JIS 規格票解説についてのお問合せは、当協会の電子メール (E-mail:sd@jsa.or.jp)，
又は TEL [(050)1742-6017] にお願いいたします。お問合せにお答えするには、関係先への確認
等が必要なケースがございますので、多少お時間がかかる場合がございます。あらかじめご了承
ください。

★JIS 規格票の正誤票が発行された場合は、次の要領でご案内いたします。

- (1) 日本規格協会グループの Webdesk (<https://webdesk.jsa.or.jp/>) に、正誤票 (PDF 版、ダウ
ロード可) を掲載いたします。
- (2) 当協会の JIS 追録会員の方には、お申込みいただいている JIS の部門で正誤票が発行され
た場合、お送りいたします。

★JIS 規格票のご注文は、日本規格協会グループの Webdesk (<https://webdesk.jsa.or.jp/>) をご利用
ください。

JIS C 61000-4-3 (IEC 61000-4-3)
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

令和 4 年 11 月 21 日 第 1 刷発行

編集兼
発行人 朝日弘

発行所

一般財団法人 日本規格協会

〒108-0073 東京都港区三田 3 丁目 13-12 三田 MT ビル
<https://www.jsa.or.jp/>

名古屋支部 〒460-0008 名古屋市中区栄 2 丁目 6-1 RT 白川ビル内
TEL (050)1742-6187

関西支部 〒541-0043 大阪市中央区高麗橋 3 丁目 2-7 ORIX 高麗橋ビル内
TEL (050)1742-6191

広島支部 〒730-0011 広島市中区基町 5-44 広島商工会議所ビル内
TEL (050)1742-6215

福岡支部 〒812-0025 福岡市博多区店屋町 1-31 博多アーバンスクエア内
TEL (050)1742-6229

JAPANESE INDUSTRIAL STANDARD

Electromagnetic compatibility (EMC)— Part 4-3: Testing and measurement techniques—Radiated, radio-frequency, electromagnetic field immunity test

**JIS C 61000-4-3 : 2022
(IEC 61000-4-3 : 2020)
(JSA)**

Revised 2022-11-21

**Investigated by
Accredited Standards Development Organization**

**Published by
Japanese Standards Association**

Price Code 14

ICS 33.100.20

Reference number : JIS C 61000-4-3:2022(J)