

IEC 61000-6-4 の概要 — 工業環境のための一般エミッション規格

株式会社 e・オータマ 佐藤智典

2026年3月17日

目次

1	適用範囲	1
2	エミッション要求	2
2.1	エミッション限度	2
2.2	試験条件	2
3	放射エミッション測定	3
3.1	30～1000 MHz の放射エミッションの測定	3
3.1.1	測定距離	3
3.1.2	EUT の構成や配置	3
3.1.2.1	卓上の配置	5
3.1.2.2	床置き配置	5
3.1.3	測定手続き	5
3.2	1 GHz 以上の放射エミッションの測定	5
3.2.1	測定距離	5
3.2.2	EUT の構成や配置	7
3.2.3	測定手続き	7
4	伝導エミッション測定	8
4.1	試験セットアップ	8
4.2	AC 電源ポートに対する測定	9
4.3	有線ネットワーク・ポートに対する測定	9
5	補足	10
5.1	DC 電源ポート	10
6	参考資料	10

1 適用範囲

IEC 61000-6-4 は、該当する製品群規格や製品規格がない場合に用いることが意図された、工業区域での使用が意図された機器への適用が意図された一般規格である。^{†1}

ここで言う工業区域はその施設の給電専用の高圧や中圧の変圧器から給電される独立した電源網によって特徴付けられる区域で、一般に以下の1つ以上の特徴を持つ設備の存在によって述べられる：

- 共に設置され接続されて同時に動作する複数の機器；
- 相当の電力の発生、配電、及び/もしくは消費；
- 大型の誘導性や容量性の負荷の頻繁な開閉；
- 高電流とそれに伴う磁界；
- ISM 機器 (例えば溶接機) の存在。

本稿ではこの規格の本稿の執筆の時点での最新版である IEC 61000-6-4:2018^[1] の概要を述べる。

なお、本稿は規格の内容全てをカバーするものではなく、また正確であるとも限らない。これらの規格についての正確な情報は規格そのもの^[1]を、また試験法などについてはそれらの規格から参照されているそれぞれの規格やその解説などを参照していただきたい。

^{†1} 例えば ISM 機器 (通信と情報処理の分野の応用を除く、工業、科学、医学、家庭用、あるいは類似の目的のために無線周波エネルギーを発生し、かつ/もしくは局所的に使用するよう設計された機器や器具) はおそらく CISPR 11 の対象となり、その他にも様々な規格が発行されている。

2 エミッション要求

2.1 エミッション限度

この規格で定められている放射エミッション限度を図1に、AC電源ポートに対する伝導エミッション限度を図2に、また有線ネットワーク・ポートに対する伝導エミッション限度を図3に図示する。

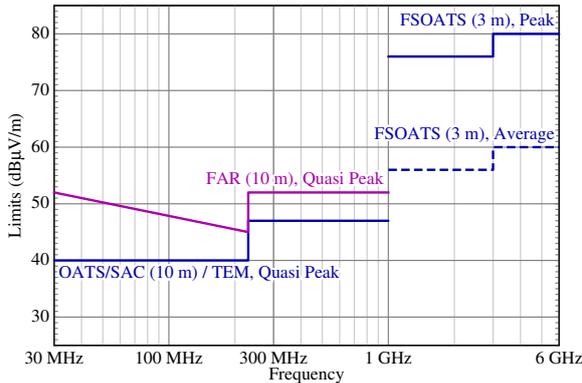


図 1: 放射エミッション限度

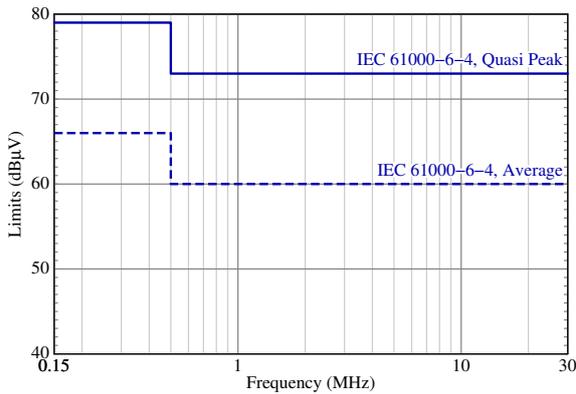


図 2: 伝導エミッション限度 — AC 電源ポート

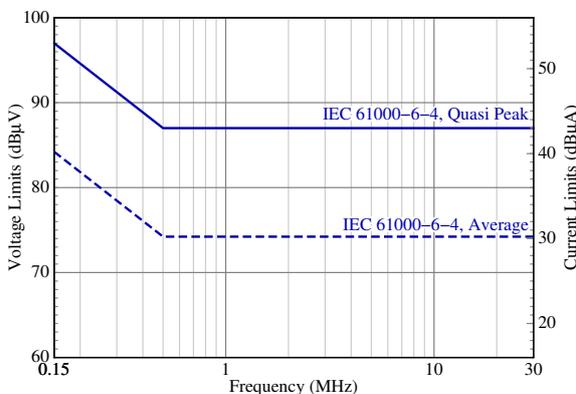


図 3: 伝導エミッション限度 — 有線ネットワーク・ポート

放射エミッション限度 (図1) は 6 GHz まで定められているが、測定が求められる最大周波数は EUT の最大内部周波数に応じて表1に示すようになる。

DC電源ポートを持つ機器の電源ポート伝導エミッションについては §5.1 で触れる。

2.2 試験条件

EUT は通常のアプリケーションの範囲内でその測定周波数帯で最大のエミッションを発生する動作モードで試験する。試験サンプルの構成は典型的なアプリケーションと設置プラクティスの範囲内で最大のエミッションを達成するように変化させる。

EUT がシステムの一部となる、あるいは周辺機器と接続できる場合、EUT はそのポートを動作させるために必要な最小の代表的な構成の周辺機器と接続して試験する。

EUT は使用が意図された配置に応じて次のような配置で試験する:

- 卓上のみでの使用 — 卓上で
- 床置きのみでの使用 — 床置きで
- 床置きと卓上のいずれも可能 — 卓上で
- ラック取り付けでの使用 — ラックに取り付けて、あるいは卓上で
- 天井取り付けでの使用 — 卓上で (上下を逆としても良い)
- その他 (壁面取り付け、手持ち、身体装着など) — 卓上で、通常の向きとして

製造業者の仕様が外部のフィルタやシールド、あるいは取扱説明書に明示された手段を必要とする場合、測定は規定されたデバイスや手段を用いて実施する。測定中の構成や動作モードは試験報告書に正確に記載する。

EUT が多数の類似のポートや類似の接続のポートを持つ場合、実際の動作条件を模擬し全ての異なるタイプの終端がカバーされることを確かとするように十分な数のポートを選択する。

最大内部周波数 F_x	最大測定周波数
$F_x \leq 108 \text{ MHz}$	1 GHz
$108 \text{ MHz} < F_x \leq 500 \text{ MHz}$	2 GHz
$500 \text{ MHz} < F_x \leq 1 \text{ GHz}$	5 GHz
$F_x > 1 \text{ GHz}$	$5 \times F_x$ 、あるいは 6 GHz の低い方
F_x が不明な場合	6 GHz

表 1: 放射エミッション測定が必要な最大周波数

3 放射エミッション測定

3.1 30～1 000 MHz の放射エミッションの測定

30～1 000 MHz の周波数範囲の放射エミッション測定は以下のいずれかの方法で行なうことができる:

- CISPR 16-1-4 の NSA (normalized site attenuation; 正規化サイト・アッテネーション) の要求に適合した OATS (open area test site; 開放形テスト・サイト) か SAC (semi-anechoic chamber; 半無響室) で、CISPR 16-2-3:2016^[3] §7.3 に従って;
- CISPR 16-1-4 の NSA の要求に適合した FAR (fully-anechoic room; 全無響室) で、CISPR 16-2-3:2016^[3] §7.4 に従って (卓上機器のみ);
- TEM ウェーブガイドで、IEC 61000-4-20:2010 に従って (ケーブルを持たないバッテリー駆動の機器のみ)。

これらのうち、OATS か SAC での測定は伝統的な方法で、また他の 2 つの測定法のような制限もなく、この測定法が良く用いられている。以下では OATS や SAC での測定についてのみ触れる。

3.1.1 測定距離

OATS/SAC での測定の場合のエミッション限度は 10 m の測定距離についてのみ与えられている (図 1)。

測定はそれが実際的でない場合を除きその測定距離で行なうべきであるが、必要であれば 3 m、5 m、あるいは 30 m のいずれかの測定距離を用いることもできる。但し、測定距離 3 m での測定は測定対象の機器とシステムが直径 1.2 m、グラウンドプレー

ンからの高さ 1.5 m の円筒のテスト・ボリュームに収まる場合にのみ許容される。

測定距離は試験対象システムを含む最小の円筒の表面から受信アンテナの校正の基準点までの水平面上での距離として規定される (図 4, 図 5)。受信アンテナとして LPDA (log-periodic dipole array; 対数周期ダイポール・アレイ) やハイブリッド・アンテナを用いる場合、周波数によるフェーズ・センタの移動に伴い実効的な測定距離が変動するが、この影響は補正するか、あるいはその影響を測定の不確かさとして考慮する。

3.1.2 EUT の構成や配置

OATS/SAC での測定の場合、測定対象システムは NSA が検証されたテスト・ボリュームの中に配置する。

試験サンプルの構成は典型的なアプリケーションと設置プラクティスの範囲で最大のエミッションを達成するように変化させる。該当する場合、EUT の構成に関する情報は CISPR 16-2-1^[2]、CISPR 16-2-3^[3]、CISPR 11、あるいは CISPR 32 で見ることができる。

CISPR 16-2-3:2016^[3] §6.4 では放射エミッション測定の試験セットアップについて概ね次のように述べられている。

EUT は典型的な使い方と一致するように設置して動作させる。製造業者が設置プラクティスを規定もしくは推奨している場合は可能であればそのプラクティスに従う。

EUT のそれぞれのタイプのインターフェース・ポートの少なくとも 1 つにインターフェース・ケーブルを接続し、それが実際的であればケーブルは実際の使用で典型的なデバイスで終端する。同一のタイプのインターフェース・ポートが複数ある場合、予備試験の結果に応じて追加のケーブルやデバイス

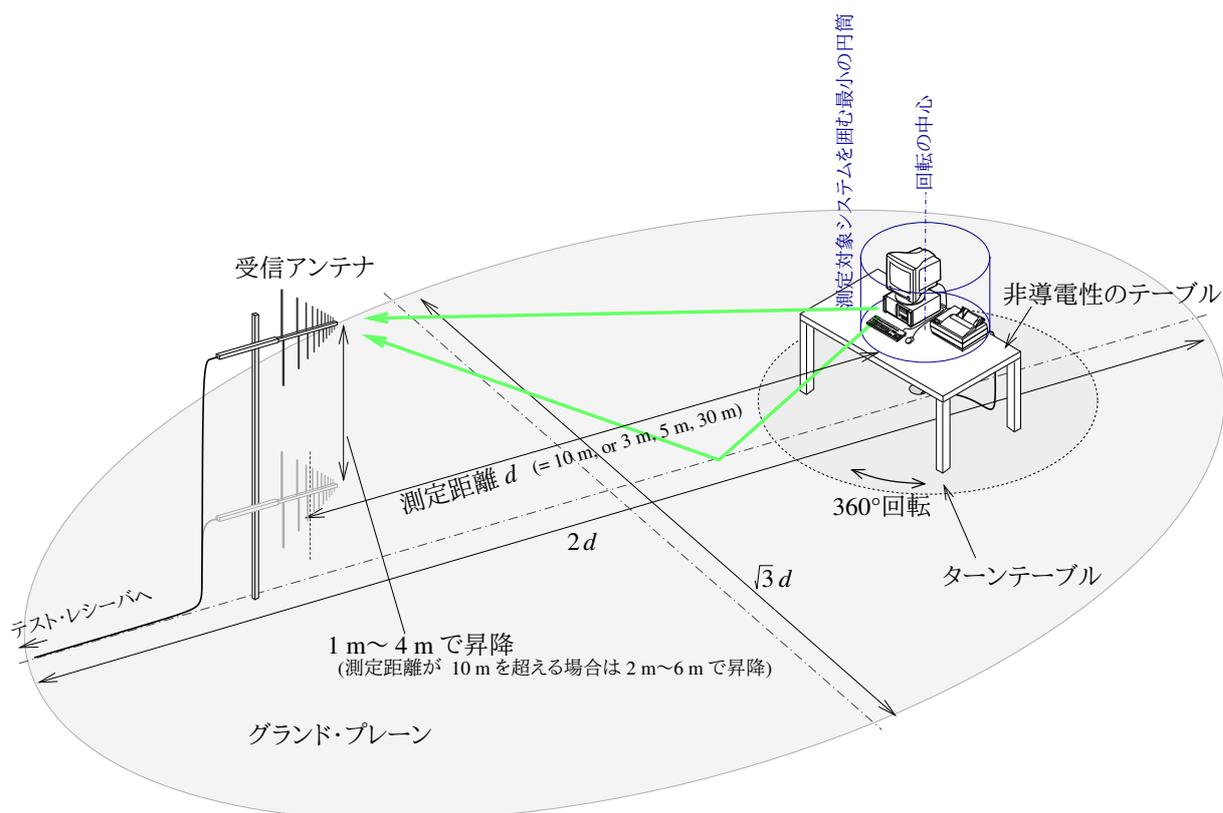


図 4: OATS での放射エミッション測定 (卓上機器、30~1 000 MHz)

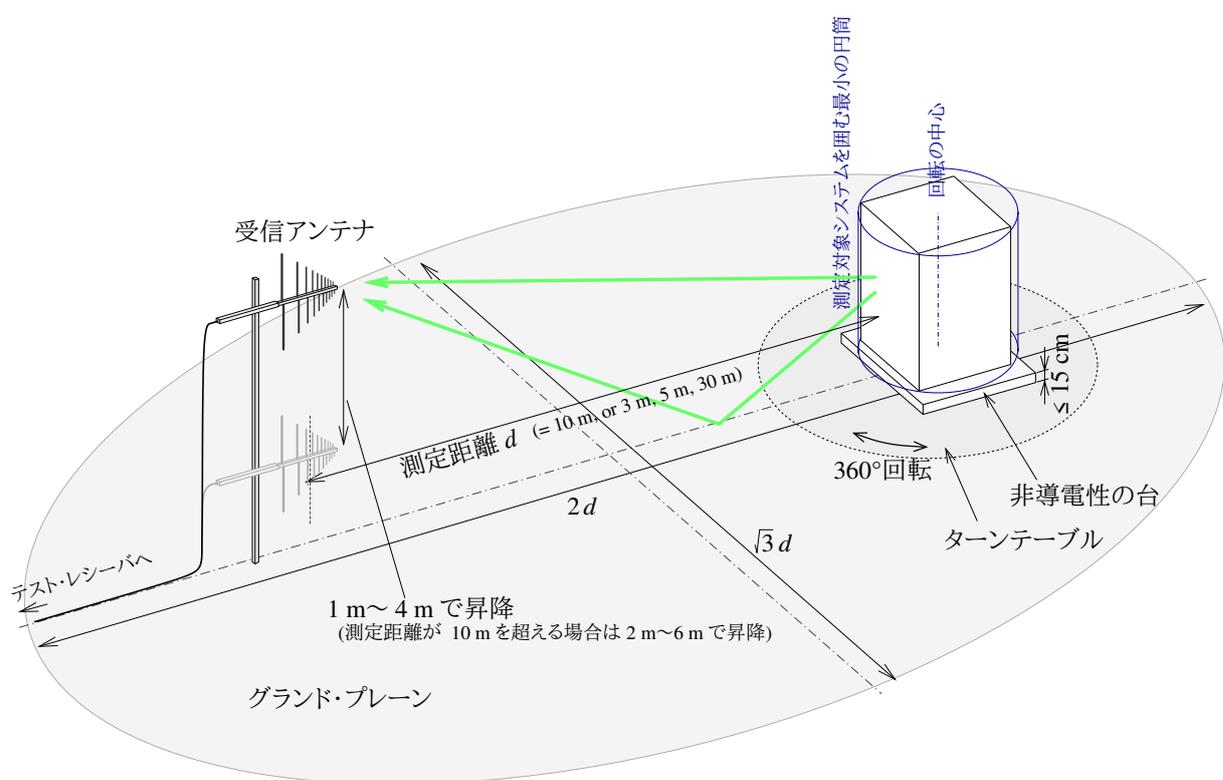


図 5: OATS での放射エミッション測定 (床置き機器、30~1 000 MHz)

の接続が必要かも知れない。追加のケーブルの数はケーブルの追加がエミッション・レベルに著しく影響しない、すなわち変化が 2 dB 以内となる範囲に制限しても良い。

構成や負荷の選択の根拠は試験報告書に含める。

ケーブルは個々の製品要求で規定された種類と長さのものとするべきである。ケーブル長を変えられる場合、最大の妨害を発生する長さを選択する。適合の達成のために試験で特別な、あるいはシールドされたケーブルが用いられた場合、そのようなケーブルの使用の必要性を知らせる記述を取扱説明書に含める。

ケーブルの余長はその概ね中央で 30~40 cm の長さで束ねる。ケーブルの太さや固さのためにそれが実際的でない場合、ケーブルの余長の処理は試験報告書に正確に記載する。

試験エリアの外に置かれた関連機器へのケーブルは床に垂らしてテスト・ボリュームから出る箇所まで引き回す。

3.1.2.1 卓上の配置

卓上で使用が意図された機器は非導電性のテーブルの上に置く (図4)。

試験対象システムを構成する全てのユニット (EUT や接続された周辺機器などを含む) は通常の使用に従って配置する。通常の使用で規定されない場合は隣接するユニットのあいだに公称 0.1 m の間隔を置く。

ユニット間のケーブルはテーブルの後ろから垂らす。ケーブルが床から 0.4 m 以内まで垂れる場合、その束が床から少なくとも 0.4 m 上となるように余長を 0.4 m よりも長くない束となるように折り返す。

AC アダプタの電源入力ケーブルが 0.8 m よりも短い場合は (導体の数や接地接続の有無を含めて) 電源ケーブルと似た延長ケーブルを用い外部電源ユニットを卓上に置くようにする。

3.1.2.2 床置き配置

EUT は 15 cm 以下の高さの絶縁で床から分離して配置する (図5)。機器が専用の接地接続を必要とする場合はその必要に従ってグラウンドプレーンに接続する。

ケーブルは床から 15 cm 以下の高さで絶縁する。

ユニット間ケーブルは垂らし、だが床から絶縁したままとする。

ケーブルの余長は 0.4 m よりも長くない束となるように折り返すか蛇行させて配置する。ユニット間ケーブルが床に届くほど長くないが床から 0.4 m よりも近くに垂れる場合、余長は 0.4 m よりも長くない束となるように折り返し、この束を床から 0.4 m 上に、あるいはそれが床から 0.4 m 以内の高さにある場合はケーブルの入り口や接続箇所の高さに配置する。

3.1.3 測定手続き

水平偏波と垂直偏波の双方について、また観測されたそれぞれのエミッションについて、EUT を回転させ、また所定の高さの範囲でアンテナを昇降させて最大の読みを記録する。^{†2}

アンテナの昇降の範囲は、測定距離 10 m まででは 1~4 m、測定距離が 10 m を超える場合は 2~6 m である。

3.2 1 GHz 以上の放射エミッションの測定

1~6 GHz の放射エミッションの測定は CISPR 16-1-4 の S_{VSWR} (site VSWR) の要求に適合した床面に電波吸収体が追加された OATS/SAC や FAR^{†3} で (図6, 図7)、CISPR 16-2-3:2016^[3] §7.6 に従って行なう。

3.2.1 測定距離

1 GHz 以上の放射エミッション限度 (図1) は 3 m の測定距離で与えられており、その距離での測定が推奨される。

だが、状況によっては 3 m 以外の距離で測定しても良い。例えば:

- 外来ノイズのレベルが高い場合、あるいは望ましくない反射の影響の低減のため、より短い、

^{†2} 受信アンテナには EUT などからの直接波に加えて床面のグラウンドプレーンでの反射波が届き、それらの干渉によってアンテナの高さによる受信レベルの変動 (ハイト・パターンと呼ばれる) が生じることから、測定に際してアンテナを昇降させて最大値を見付けることが要求されている。

^{†3} CISPR 16-1-4 では FSOATS (free-space OATS) と呼ばれており、この規格でもその呼称が用いられている。

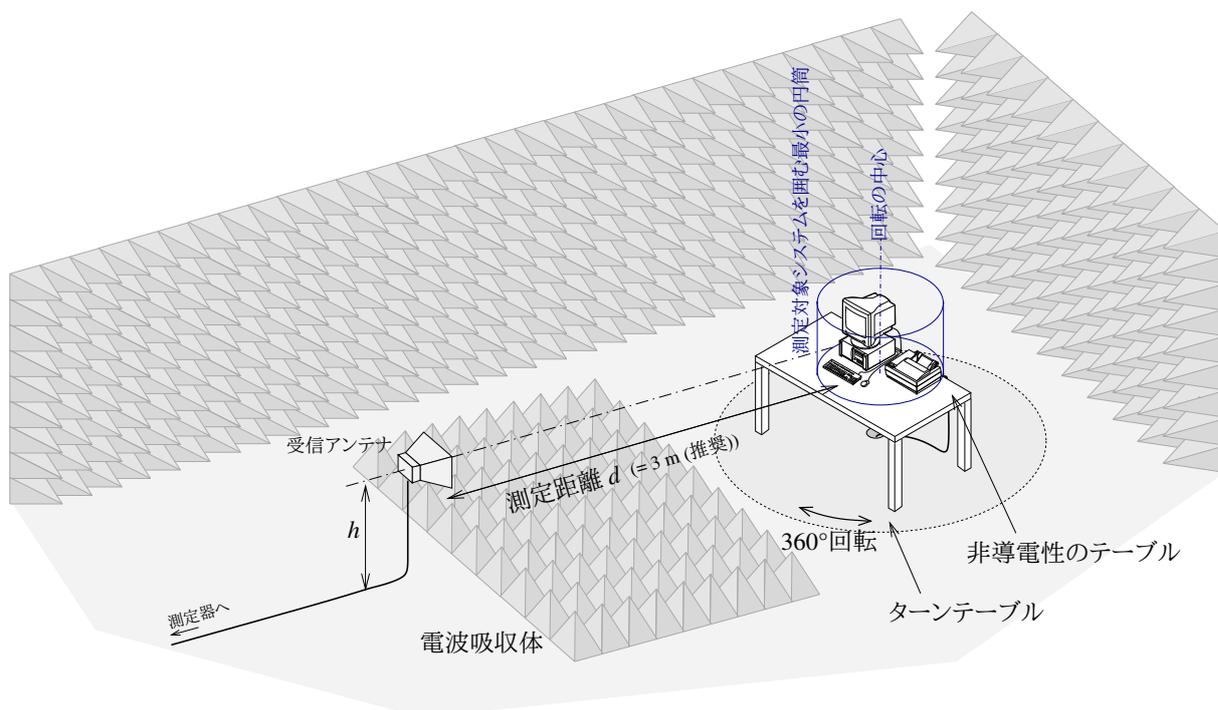


図 6: FAOATS (床面に吸収体が置かれた SAC) での放射エミッション測定 (卓上機器、1 GHz 以上)

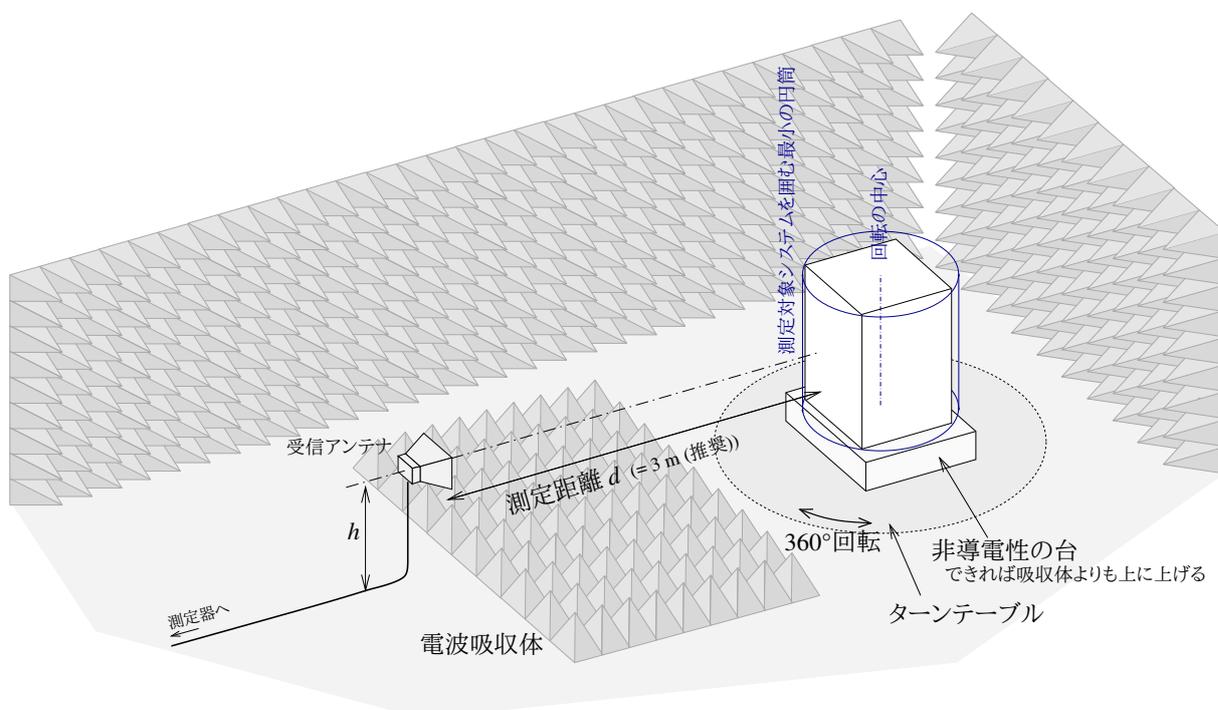


図 7: FAOATS (床面に吸収体が置かれた SAC) での放射エミッション測定 (床置き機器、1 GHz 以上)

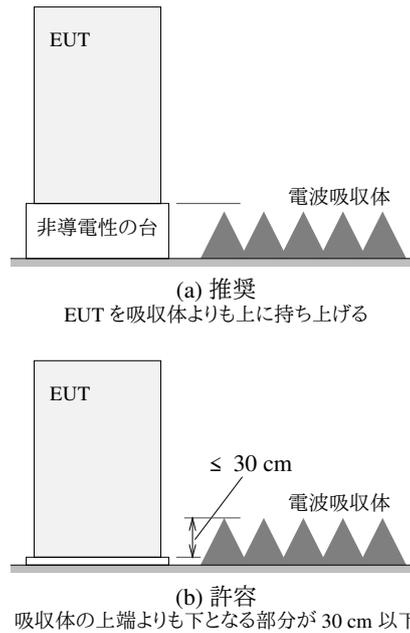


図 8: 1 GHz 以上の放射エミッション測定での床置き機器の配置

だが受信アンテナの寸法を D として $D^2/(2\lambda)$ よりも小さくない測定距離で;

- 大きな EUT をアンテナ・ビームに入れられるように、より大きな距離で。

測定を 3 m 以外の距離で行なった場合、測定データは自由空間伝播を仮定して 3 m の距離に換算する。

この測定距離 d はケーブル・ラック、補助機器、30 cm の最小ケーブル長を含む EUT の全ての部分を包含する EUT の外周と受信アンテナの基準点のあいだの水平距離である。

3.2.2 EUT の構成や配置

測定対象システムは S_{VSWR} が検証されたテスト・ボリュームの中に配置する。

基本的には EUT の配置は 1 GHz 以下の放射エミッション測定での EUT の配置 (§3.1.2) と同様である。

だが、1 GHz 以上の測定においては典型的には床面に電波吸収体があることも考慮すべきであり、それが实际的であれば EUT は吸収体よりも上に持ち上げるべきである (図 8 (a))。EUT 全体を吸収体よりも上に持ち上げられない場合は放射源が吸収体よりも上となるように努めるべきである。

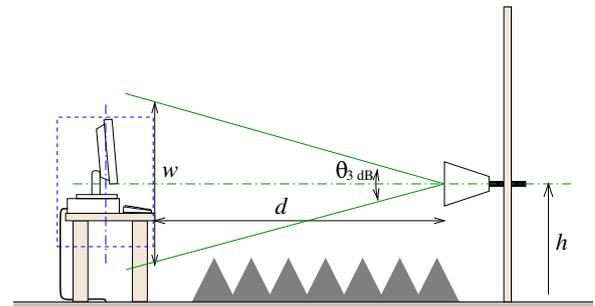


図 9: 放射エミッション測定 (1 GHz 以上) — EUT の高さ方向の寸法が w よりも小さい場合、受信アンテナの中心は EUT の高さの中心に固定する

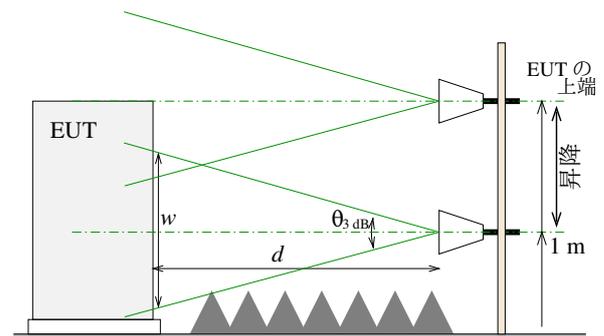


図 10: 放射エミッション測定 (1 GHz 以上) — EUT の高さ方向の寸法が w よりも大きい場合、受信アンテナの中心の高さは 1~4 m の範囲で、あるいは 1 m から EUT の上端までの範囲で掃引する

EUT やその放射源を吸収体よりも上に上げることが实际的でない場合、EUT の下側 30 cm までは吸収体の上端よりも下にあることが許容される (図 8 (b))。

実際の EUT の構成と配置は、施設の床やターントーブルの面に対する EUT の配置、床面への吸収体の配置 (高さと位置)、また受信アンテナの位置を明確に示す写真や図とともに試験報告書に記載する。

3.2.3 測定手続き

水平偏波と垂直偏波の双方について、また観測されたそれぞれのエミッションについて、必要に応じて受信アンテナを昇降させながら EUT を回転させて最大の読みを記録する。

EUT の高さ方向の寸法が下記の w よりも小さい場合、受信アンテナの中心は EUT の高さの中心に固定する (図 9)。EUT の高さ方向の寸法が w よりも大きい場合、受信アンテナの中心の高さは 1~4 m の範囲で、あるいは 1 m から EUT の上端までの範囲で掃引する (図 10)。いずれの場合も、固定

のアンテナ高さ、あるいは調査された高さの範囲を試験報告書に記録する。

上の説明で用いた w は測定距離 d において $\theta_{3\text{dB}}$ が EUT ボリュームに作る接線の寸法 (図9, 図10) で、関係するそれぞれの周波数における受信アンテナの E 面と H 面の 3 dB ビーム幅の最小値 $\theta_{3\text{dB}}$ から次の式によって求めることができる:

$$w = 2d \tan(0.5 \theta_{3\text{dB}}) \quad (1)$$

この $\theta_{3\text{dB}}$ は受信アンテナの製造業者が提供するデータから得ることもできる。

4 伝導エミッション測定

4.1 試験セットアップ

CISPR 16-2-1:2014+A1:2017^[2] では伝導エミッション測定の試験セットアップについて概ね次のように述べられている。

妨害電圧の測定に際して、EUT や周辺機器は AMN (artificial mains network; 擬似電源回路網) を介して電源に接続し、有線ネットワーク・ポートは AAN (asymmetric artificial network) を介して対向器に接続する。

接地が意図されているかどうかに関わらず、卓上での使用が意図された EUT は以下のように構成される:

- EUT の底面か背面を RGP (reference ground plane; 基準接地面)、通常はシールド・ルームの壁か床から 40 cm の距離とする。
 - EUT を少なくとも 80 cm の高さの非導電性材料のテーブルの上に、また通常はその背面がシールド・ルームの壁から 40 cm の距離となるように置く (図11);
 - あるいは、EUT の底面がグラウンドプレーンから 40 cm 上となるように EUT を 40 cm の高さの非導電性のテーブルの上に置く。
- EUT の他の全ての導電性の面は RGP から 40 cm 以上離す。

- AN (artificial network; AMN や AAN など) はその筐体の 1 つの面が RGP から 40 cm となるように床に置き、低インピーダンスで接続する。

- EUT ケーブルの接続は次のようにする:

1. グラウンドプレーンの 40 cm 以内まで垂れる相互接続ケーブルは 40 cm 以下の長さの束を作るように折り返し、グラウンドプレーンとテーブルの概ね中間に垂らす。
2. 周辺機器に接続される I/O ケーブルは中央で束ねる。必要な場合、ケーブルの端は正しい終端インピーダンスで終端しても良い。可能な場合、その総延長は 1 m を超えてはならない。
3. EUT は 1 台の AMN に接続する。垂直基準面が RGP であるならば、AMN は水平基準面上に直接、EUT から 0.8 m、垂直基準面から 40 cm の位置に置く (図11)。2 台目の AMN が必要な電力を供給できるならば、周辺機器全てをこの 2 台目の AMN に接続する。単一の AMN では必要な電力を供給できない場合、周辺機器への給電のために複数台の AMN を用いて良い。
4. キーボードやマウスなどの手で操作されるデバイスのケーブルはできる限りホストの近くに置く。
5. EUT や周辺機器の背面は全て揃えて卓面の後端に合わせる。
6. 卓面の後端は床のグラウンドプレーンに接続された垂直導電面から 40 cm の距離とする。

床置き型 EUT は床に、だが意図的な接地を除いて床から絶縁して置くことを除き、上と同様の条件の対象となる。この金属の床は EUT の境界から少なくとも 50 cm 広がっていなければならない、最小寸法 2 m × 2 m でなければならない。

AN への電源リードや AN から測定用受信機への接続ケーブルはその位置が測定結果に影響しないように配置すべきである。

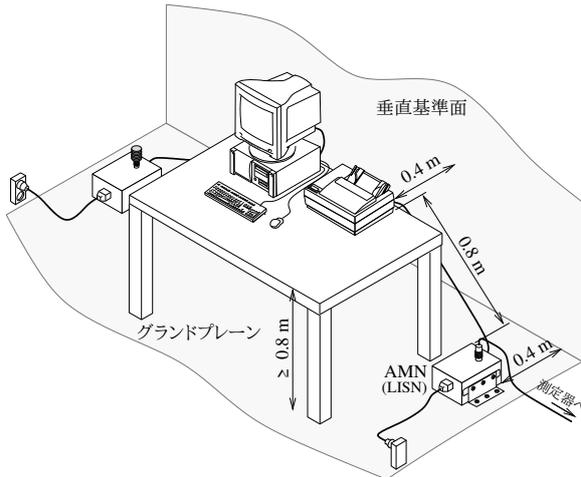


図 11: 伝導エミッション測定セットアップ — 卓上機器の垂直基準面を用いた測定

固定の接続リードを備えていない EUT は AN に 1 m の長さのリードで、あるいは該当する機器文書で規定されたように接続する。

EUT が接地リードのインピーダンスに関する固有の要求を持たない限り、以下の指示が適用される。EUT が接地を必要とし、だが接地導体が主電源リード自身に含まれない場合、接地は主電源リードと平行してそれから 10 cm よりも大きくない距離に引かれるリードによって行なわれる。EUT に固定のリードが取り付けられているならばそれは 1 m の長さでなければならず、あるいはそれが 1 m を超える場合はそのリードの一部を 30 cm から 40 cm のあいだの長さで蛇行するように折り返し、そのリードの総延長が 1 m を超えないように非誘導性の蛇行の形で配置する。だが、束ねられたリードが測定結果に影響するかも知れない場合、その長さの 1 m への短縮が推奨される。

4.2 AC 電源ポートに対する測定

測定対象の AMN の RF ポートに測定器を接続し、電源の各相 (例えば L と N) と基準接地とのあいだのノイズを測定する。

この測定は相毎に行なわれるため、相を切り替えて全ての相の測定を行なうことが必要となる。

測定対象以外の AMN (また、AAN が接続されていればそれも) の RF ポートは 50 Ω で終端する。

AMN (artificial mains network; 擬似電源回路

網)^{†4}は図 12 に示すような原理に基づくもので、測定ポートを 50 Ω で終端した状態での EUT ポートから見たインピーダンスは図 13 に示すようになる。

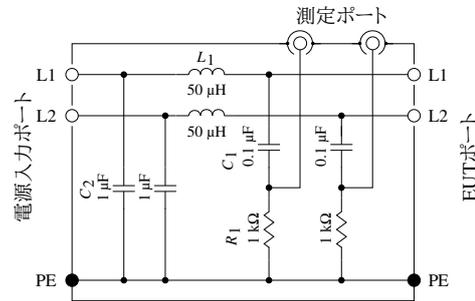


図 12: AMN (50 μH / 50 Ω) の原理 — 単相電源用

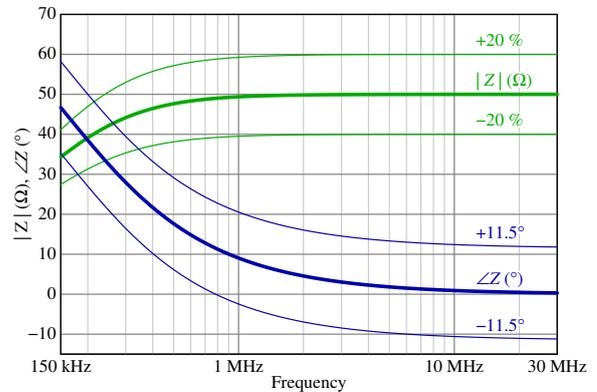


図 13: AMN (50 μH / 50 Ω) のインピーダンス

クリック率 N が 5~30 回/分のクリックに対しては $20 \log_{10}(30/N)$ dB だけ緩和された限度が適用される。クリックについては CISPR 14-1^{[6][7]} を参照されたい。

4.3 有線ネットワーク・ポートに対する測定

有線ネットワーク・ポート (wired network port) は「シングル・ユーザーやマルチ・ユーザーの通信網への直接の接続により広く分散したシステムを相互接続するために意図された、音声、データ、また信号伝送のための接続箇所」のように定義されており、典型的には LAN ポートがこれに該当する。

有線ネットワーク・ポートの伝導エミッションの測定は CISPR 32^{[4][5]} に従って行なう。

^{†4} LISN (line impedance stabilization network) と呼ばれる。

5 補足

5.1 DC 電源ポート

IEC 61000-6-4:2018^[1] では DC 電源ポートに対する伝導エミッション限度は規定されていないが、AC/DC 変換器から給電される機器は AC 電源機器とみなされ、その AC 電源ポートは伝導エミッション限度 (図 2) の適用の対象となる。

また、この規格の Annex A には DC 電源ポートに対する提案された限度 (図 14) が参考として示されており、必要であれば AC 電源ポートと同様の方法で評価できる。

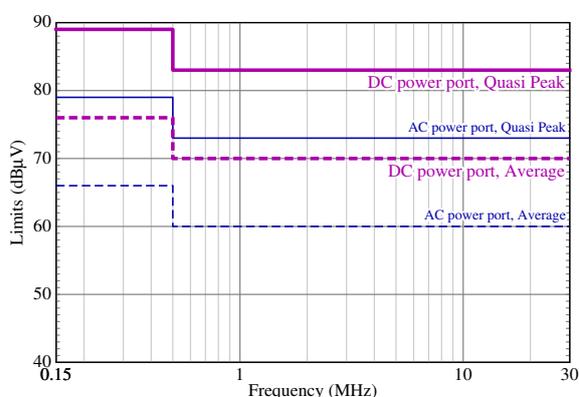


図 14: 伝導エミッション限度 — DC 電源ポート (参考)

6 参考資料

- [1] IEC 61000-6-4:2018, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-4: Generic standards – Emission standard for industrial environments*
- [2] CISPR 16-2-1:2014+A1:2017, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 2-1: Methods of measurement of disturbances and immunity – Conducted disturbance measurements*
- [3] CISPR 16-2-3:2016, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 2-3: Methods of measurement of disturbances and immunity – Radiated disturbance measurements*
- [4] CISPR 32:2015, *Electromagnetic compatibility of multimedia equipment – Emission requirements*
- [5] CISPR 32 の概要, 株式会社 e・オータマ, 佐藤, 2021,
<https://www.emc-ohatama.jp/emc/reference.html>

[6] CISPR 14-1:2016, *Electromagnetic compatibility – Requirements for household appliances, electric tools and similar apparatus – Part 1: Emission*

[7] 家庭用機器や電動工具などのエミッション — CISPR 14-1:2020 の概要, 株式会社 e・オータマ, 佐藤, 2021,

<https://www.emc-ohatama.jp/emc/reference.html>