

CISPR 32の概要

株式会社 e・オータマ 佐藤智典

2017年6月6日

目次

1	適用範囲	1
2	エミッション要求	1
2.1	機器のクラス	1
2.2	エミッション限度	2
2.2.1	測定帯域幅と検波器	3
3	試験時の構成	3
3.1	試験時の配置の決定	4
3.2	EUT とポートの動作	4
3.2.1	EUT の動作	4
3.2.2	ポートの動作	4
3.3	モジュールの試験	5
3.3.1	環境条件	7
4	測定設備	7
4.1	測定サイト	7
4.1.1	放射エミッション (30~1 000 MHz)	7
4.1.2	放射エミッション (1 GHz 以上)	8
4.1.3	伝導エミッション	8
4.2	AMN	8
4.3	AAN	8
5	測定	9
5.1	放射エミッション測定	9
5.1.1	試験セットアップ	9
5.1.2	放射エミッション測定 (30~1 000 MHz)	10
5.1.3	放射エミッション測定 (1 GHz 以上)	10
5.2	伝導エミッション測定	10
5.2.1	試験セットアップ	10
5.2.2	電源ポートに対する測定	12
5.2.3	有線ネットワーク・ポート、光ファイバ・ポート、及びアンテナ・ポートに対する測定	12
5.2.4	放送受信機チューナー・ポート、及び RF モジュレータ出力ポートに対する測定	13
6	補足	14
6.1	無線デバイスの扱い	14
6.2	CISPR 32:2015 での主な変更	15
6.3	参考: Ethernet のエミッション	15
7	参考資料	16

1 適用範囲

CISPR 32^[1] はマルチメディア機器からのエミッションに関する規格であり、定格 600 V 未満の AC や DC の電源で動作する情報技術機器、オーディオ機器、ビデオ機器、放送受信機、エンターテインメント照明制御機器、及びそれらの組み合わせに適用される。^{†1}

この規格は直接規制上の要求となるものではないが、例えば欧州では CISPR 32 に相当する欧州規格である EN 55032 が EMC 指令 2014/30/EU^{[4][5]}のもとでの整合規格となっており^{†2}、他の地域でも CISPR 32 に基づく規格の導入が進んでいる。^{†3}

本稿ではこの CISPR 32 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ので、規格についての正確な情報は規格そのもの^[1]を参照していただきたい。

2 エミッション要求

2.1 機器のクラス

機器は、主に住宅環境での使用が意図された機器であるクラス B と、その他の機器であるクラス A の 2 つのクラスに分類される。

^{†1} 従来、コンピュータなどの情報技術機器 (ITE) については CISPR 22、放送受信機とその関連機器については CISPR 13 が用いられていた。だが、例えばテレビがデジタル化され、さらにはネットワーク対応となっているように、またパーソナル・コンピュータがオーディオ/ビデオ機器の機能を取り込んでいるように、情報技術とオーディオ/ビジュアル技術の混合が進んでいることなどから、それらを 1 つの規格で置き換えるものとして CISPR 32 が策定され、2012 年に第 1 版として発行された。「マルチメディア」という表現は複合機能機器のみを対象とするようにも聞こえるかも知れないが、単なるコンピュータやオーディオ機器のような単機能のものもこれに含まれる。

^{†2} 欧州では専門家向けオーディオ/ビデオ/エンターテインメント照明制御機器を EN 55103-1 がカバーしていたが、これも EN 55032 で置き換えられている。

^{†3} アメリカの FCC は測定法として ANSI C63.4 を指定しており、これはこの規格とはかなり異なる。

クラス B のエミッション要求は住宅環境における放送サービスの保護を意図したもので、放送受信機に比較的近い場所での使用が想定されることから、そのエミッション限度はクラス A よりも厳しいものとなっている。クラス B 以外の機器、例えば商工業環境での使用を意図した機器に対しては、これよりも緩いクラス A のエミッション要求が適用される。

この規格はクラス A 機器の住宅環境での使用を禁止しているわけではないものの、クラス A の要求は住宅環境では放送サービスの十分な保護を与えないかも知れないということで、クラス A の機器の添付文書には少なくとも所定の警告^{†4}を記載することが求められる。^{†5}

干渉の防止のために必要なその他の情報の添付文書への記載は、いずれのクラスの機器についても必要である。

2.2 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 と図 2 に、AC 電源ポートに対する伝導エミッション限度を図 4 に、また有線ネットワーク・ポートなどに対する非対称モード伝導エミッション限度を図 5 に図示する。^{†6}

FM 受信機の局部発振器 (LO) の基本波と高調波に対しては、通常のエミッション限度 (図 1) の代わりに図 3 に図示した限度が適用される。

放送受信機チューナー・ポートなどに対する伝導差動電圧エミッション限度は §5.2.4 で示す。

放射エミッション測定が必要となる最大周波数は、EUT 内で発生もしくは使用される、あるいはそれが動作する最大基本周波数 F_x に応じて、表 1 のように決定される。^{†7}

測定は EUT の該当するポート^{†8}について行なう。EUT の特性や使用方法から 1 つ以上の測定が不要

^{†4} “Warning: This equipment is compliant with Class A of CISPR 32. In a residential environment this equipment may cause radio interference.”

^{†5} また、欧州 EMC 指令 2014/30/EU^{[4][5]} では、住宅地での使用に適さない機器の添付文書 (それが適切な場合には梱包にも) に明確な使用上の制限を表示することが求められる。その他、地域などによって規制上の制約事項などを生じるかも知れない。

^{†6} 非対称モード (asymmetrical mode) はコモン・モードと同義と考えて良い。

^{†7} F_x は CPU 内部でのみ用いられる周波数なども含めた最大の周波数と考えられる。

^{†8} ここで言う「ポート」は電磁エネルギーが EUT から出て行く箇所のこと、筐体もその 1 つとなる。

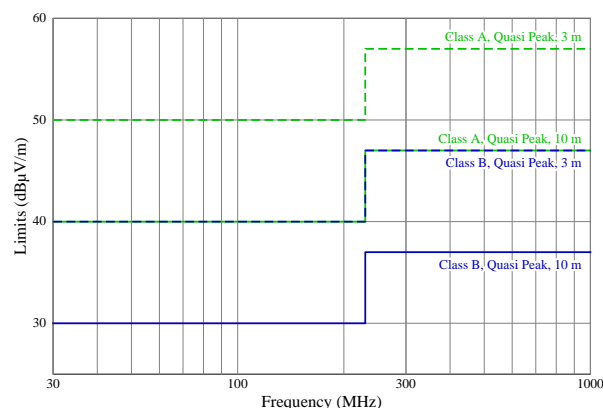


図 1: 放射エミッション限度 — 30 ~ 1 000 MHz

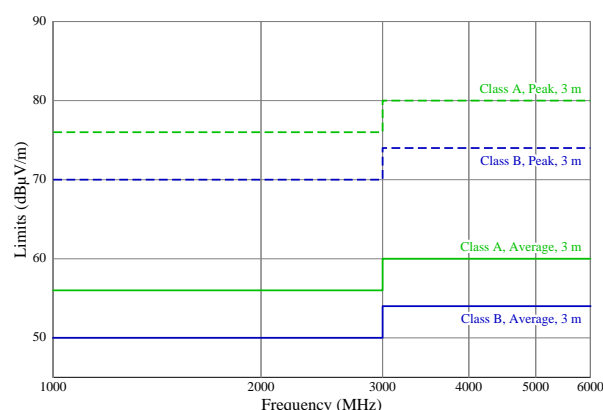


図 2: 放射エミッション限度 — 1 ~ 6 GHz

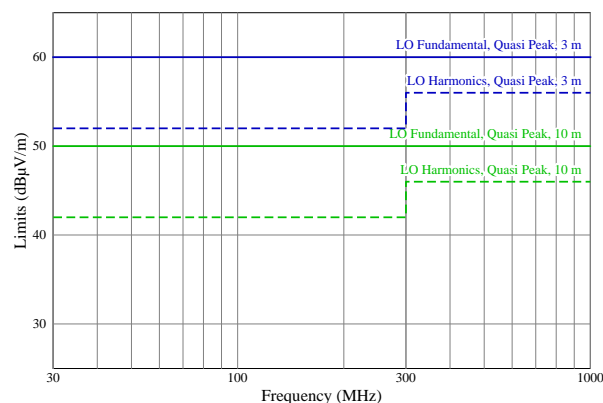


図 3: 放射エミッション限度 — FM 受信機の局部発振器の基本波と高調波; 30 ~ 1 000 MHz

であると製造業者が判断した場合には、その旨、またそれを正当化する根拠をテスト・レポートに記載する。

エミッション限度への適合の判断は、測定の不確かさを適用せずに行なう。

最大内部周波数 F_x	最大測定周波数
$F_x \leq 108$ MHz	1 GHz
108 MHz $< F_x \leq 500$ MHz	2 GHz
500 MHz $< F_x \leq 1$ GHz	5 GHz
$F_x > 1$ GHz	$5 \times F_x$ 、あるいは 6 GHz の低い方 (CISPR 32:2015 では、衛星受信システム用屋外システムについては最大 18 GHz)
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

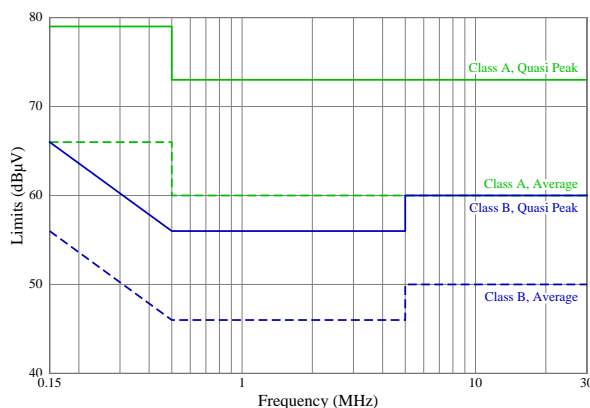


図 4: 伝導エミッション限度 — AC 電源ポート

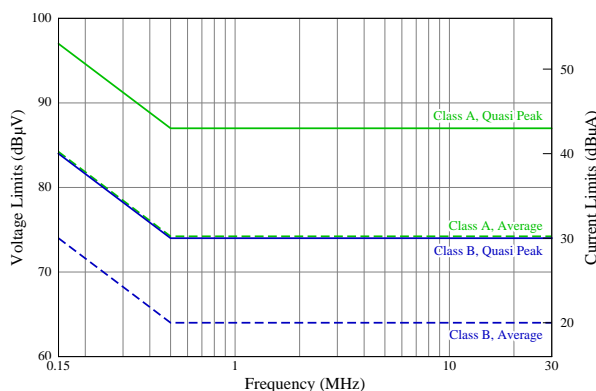


図 5: 非対称モード伝導エミッション限度 — 有線ネットワーク・ポート、光ファイバ・ポート、アンテナ・ポート

2.2.1 測定帯域幅と検波器

測定には、CISPR 16-1-1^[2] に適合した、所定の帯域幅と検波器を持つ測定器 (テスト・レシーバ) を使用する。

測定で使用するべき帯域幅と検波器は限度値とともに規定されており、一般に表 2 のようになる。

3 試験時の構成

EUT (equipment under test; 試験対象装置)、AE (associated equipment; 周辺装置)、及びケーブルは、通常の使用を代表する状態とする。つまり、通常周辺装置やケーブルを接続して使用する EUT は、それを代表する周辺装置やケーブルとともに試験することが原則となる。^{†9}

AC/DC 変換器 (AC アダプタ) から給電される機器は、AC 電源機器として電源とともに試験しなければならない。

EUT のそれぞれのタイプのインターフェース・ポート 1 つ以上に、典型的な動作条件を模擬する負荷やデバイスを接続する。実際に使用されるデバイスの接続が实际的でない場合にはシミュレータを、それも实际的でない場合にはコモン・モードとディファレンシャル・モードの双方で典型的なインピーダンスを接続する。

同一のタイプのポートが複数ある場合、エミッションの最大化 (ケーブルの追加がエミッションに著しく影響しないかどうか)、再現性、及び典型的な構成の達成を考慮し、それらのポートへの接続を行なうかどうかを決定する。

内蔵型のプラグ・イン・モジュールやメモリなどの搭載もこれと同様の方針に従って決定することができる。

同一のタイプの複数のポートが異なるタイプのカードやモジュール上にある場合には、それぞれのタイプのカードやモジュールのポート 1 つ以上を接続する。

ケーブルは、その機器の設置指示書などの規定に従った、通常の使用と一致したものでなければなら

^{†9} 従って、試験に際しては実際の使用を代表する周辺装置やケーブルの用意も必要となる。周辺装置の用意に際しては、周辺装置が発生するノイズや周辺機器のその他の特性が測定結果に有意な影響を与え得ることに注意していただきたい。

周波数範囲	帯域幅	検波
150 kHz ~ 30 MHz	9 kHz	尖頭値 (peak)、及び平均値 (average)
30 ~ 1000 MHz	120 kHz	準尖頭値 (quasi-peak)
1 GHz ~	1 MHz	尖頭値 (peak)、及び平均値 (average)

表 2: 測定器の帯域幅と検波器

ない。シールド、より密な撚り合わせ、フェライト・コアなどのノイズ緩和機能を持つケーブルは、常に同様のものを用いることが意図されている場合に限って使用できる。^{†10†11†12}

通常は AE を含めて試験領域内に配置して測定を行なうため、特に放射エミッション測定では AE やそのケーブルを含めたシステム全体からのエミッションが測定されることになる。通常 EUT から遠くに配置される装置を試験領域外に置くような配置は、それが EUT からエミッションを低減しない場合に限って認められる。

3.1 試験時の配置の決定

EUT、AE、ケーブルの配置をエミッションが最大となるように変えなければならないことが明確に定められており、一般に、複数の配置でプリスキャン測定を行なってエミッションが最大となる条件を探し、その条件で最終測定を行なうことが必要となる。

プリスキャン測定を行なってエミッションが最大となる配置を同定しない場合には最大のエミッションを生じることが予期される配置で試験し、その選択の理由をテスト・レポートに記載する。

^{†10} 例えばシールド・ケーブルやフェライト・コア付きケーブルの使用が取扱説明書などで明確に指定されている場合には、指定されたタイプのケーブルを使用することができる。だが、同種のケーブルでもケーブルによってエミッションが大幅に変化することは珍しくないで、単にシールド・ケーブルなどの使用を指定するだけでなく、より詳細に指定することが望ましいかも知れない。

^{†11} 市販品のケーブルを使用する場合には特に、ノイズ緩和機能を持つケーブルの使用が指定されていない時に不用意にそのようなケーブルを準備しないように注意が必要かも知れない。一方、エミッションの低減のためにそれが効果的な場合にそのようなケーブルの使用を指定することを視野に入れるのであれば、試験に際して複数のケーブルを準備しておくのも良い考えかも知れない。

^{†12} シールドありとシールドなしの双方のケーブルで使用できるように定められている場合には、そのポートは双方のタイプのケーブルで評価しなければならない。

3.2 EUT とポートの動作

3.2.1 EUT の動作

それぞれの機能、あるいは EUT を動作させるために選ばれた機能のグループについて、電力低減/待機状態を含む、複数の代表的な動作モードでの試験を考慮し、最大のエミッションを発生するモードで最終測定を実施する。^{†13†14}

試験は使用が意図された電源電圧と電源周波数で行なう。ワールドワイドでの使用を意図した機器は、通常は、50 Hz と 60 Hz のいずれかで、230 V と 110 V (±10 %) の 2 つの電源電圧 (有線ネットワーク・ポートなどについてはいずれか 1 つの電源電圧) で評価すれば充分である。^{†15}

プリスキャン測定を行なってエミッションが最大となる動作条件を同定しない場合には最大のエミッションを生じることが予期される条件で試験し、その選択の理由をテスト・レポートに記載する。

3.2.2 ポートの動作

全てのポートは通常の使用を代表する状態で動作させる。

それぞれのポートがどのように動作させられたかやそのために用いられた方法は、テスト・レポートに記載することが必要となる。

3.2.2.1 オーディオ信号

より適切な他のものを製造業者が規定しない限り、1 kHz 正弦波を用いる。

^{†13} 例えば、メモリ、ハード・ディスク、CD/DVD ドライブなどは、あらかじめ用意した試験用のプログラムを用いて、実際の使用で生じることが予期される範囲で高いレートでの読み書きを行なわせることが必要となるかも知れない。

^{†14} 実際には、エミッションに影響するかも知れない全ての機能が一度は評価されるような形で、実際の使用を代表する複数の動作モードで最終測定を行なうことも多い。

^{†15} 電源電圧範囲が 100 V を含む場合、110 V と 230 V ではなく 100 V と 230 V での評価を考えても良いだろう。なお、実際の試験では、各仕向け先での典型的な電源条件での評価が必要となるかも知れない。

3.2.2.2 ビデオ信号

ビデオ・イメージを表示する、あるいはビデオ信号を入力できるポートを持つ EUT は、表 3 のように、また可能な場合には

- ハードウェア・アクセラレーション — 最大
- スクリーンの設定 — 最大有効解像度 (画素数、及びフレーム・レート)
- 色の品質 — 最大の色深さ
- 輝度、コントラスト、飽和度 — 出荷時標準設定、もしくは典型的な設定
- その他 — 最大の性能を得られる設定を用い、典型的な画像を得られるように調整する

のように設定して動作させる。^{†16†17}

ビデオ・ポートは EUT が発生できる最も複雑なものを用いて表 3 に従って動作させ、そのイメージを表示させる。

機能上必要な場合^{†18}はイメージを変更しても良いが、変更は画面の上半分が下半分に制限すべきである。

3.2.2.3 デジタル放送信号

デジタル放送信号は、実際の放送信号を模擬するような変調信号を用い、小さい動く画像要素を伴うカラー・バーの画像を出力させる。

3.2.2.4 放送受信機チューナー・ポート

RF 信号搬送波の変調は意図されたシステムに応じて設定し、他に規定されていない限り、信号はノイズのない画像や音声を得るのに十分なレベルとする。放送受信機能を持つ EUT は任意の 1 つのチャンネルに同調させて評価する。

3.2.2.5 有線ネットワーク・ポート

代表的な信号は製造業者が規定する。複数のレートで動作させられる Ethernet ポートは、最大のレートとなるモードのみで測定しても良い。^{†19}

10BASE-T Ethernet については、高利用状態を代表する信頼できるエミッション測定を行なうためには、10 % を超える利用状態を生じさせ、250 ms 以上維持すれば充分である。^{†20†21} 実際の通信の模擬のため、通信トラフィックの内容は、周期的な、また疑似乱数的なメッセージを含むべきである。もしアイドル状態でも通信を続けるならば、アイドル期間についても測定を行なわなければならない。

3.2.2.6 その他の全てのポート

代表的な信号は製造業者が規定する。

3.3 モジュールの試験

EUT がモジュールである場合、少なくとも 1 つの代表的なホスト・システムとともに評価する。1 つの代表的なホスト・システム上で要求に適合するモジュールは、任意のホストとの使用で適合するものとみなされる。

モジュールは、それがホストにどのように取り付けられるかによって以下のように分類される。

- 外部モジュール — 例えば赤外線リモコン
- 内部モジュール — 例えばコンピュータのハード・ディスク

^{†19} だが、特に Ethernet ポートの伝導エミッション (非対称モード伝導エミッション) について、10BASE-T のような低速の動作モードの方がエミッションが著しく悪い結果となることが珍しくない (§6.3 参照)。低速の動作モードの使用の制限などを行なわない場合、そのエミッションが問題とならないと考える根拠を持っているのでないならば、実際に低速の動作モードで使用した時の問題の防止のためにもそれぞれの動作モードでの評価を行なった方が無難かも知れない。

^{†20} 10BASE-T 以外についてはこのような具体的な規定はなく、実際の使用時に高いデータ・レートを生じることが、またデータ・レートが高い方がエミッションが高くなることが予想されるようであれば、高いデータ・レートでの測定を考慮した方が良いでしょう。CISPR 32 Table B.3 で 100BASE-TX、1000BASE-T などの通信モードについて述べられているのと別に、CISPR 32 §A.1 は Ethernet についてはそのインターフェースがサポートする最大のデータ・レートでの測定を行なうように述べており、こちらは実際の送受信のレートを指すものと解釈した方が無難かも知れない。Status of CISPR 32 & CISPR 35 (Andy Griffin, December 2014) の 11/24 ページも参照。

^{†21} Ethernet ポートで所望の通信状態を作るためには、例えば pingspray (<http://t-sato.in.coocan.jp/tools/pingspray.html>) のようなプログラムを使用できるかも知れない。pingspray は、周期的な、またランダムなメッセージの送受信を行なう機能も持つ。

^{†16} 所定の表示を行なわせるために試験用のソフトウェア (ファームウェア) を用意することが必要となるかも知れない。何らかの事情でこれと異なる表示を用いる場合、それを正当化する根拠を示すべきである。CISPR 32:2015 では、レベル 3 や 4 の表示を用いた場合よりもエミッションが低下しない場合、代わりにレベル 2 の表示を用いることが認められる。

^{†17} これらのカラー・バーや “scrolling H” の表示のためのプログラムやデータの例は <http://t-sato.in.coocan.jp/scrolling-h/> にある。

^{†18} 例えば操作や状態表示などのための表示が必要な場合。

複雑さ	表示イメージ	説明	機器の例
4 (最大)	動く画像要素を伴ったカラー・バー	動く小さい画像要素を伴った、ITU-R BT 1729 に従った標準テレビジョン・カラー・バー 	デジタルTVセット、セット・トップ・ボックス、パーソナル・コンピュータ、DVD機器、ビデオ・ゲーム・コンソール、独立型モニタ
3	カラー・バー	ITU-R BT 471-1 に従った標準テレビジョン・カラー・バー 	アナログTVセット、カメラのディスプレイ、フォト・プリンタのディスプレイ
2	テキスト・イメージ	可能な場合、文字 H のみから成るパターンを表示する。文字の大きさと各行の文字数は典型的には最大の数の文字が表示されるように設定する。スクロールが可能であればスクロールさせる。 	POS 端末、グラフィック機能を持たないコンピュータ端末
1 (最小)	典型的な表示	EUT が生成できる最も複雑な表示	専用の、あるいは上記のいずれを表示することもできないディスプレイを持つ EUT、電子音楽キーボード、電話

表 3: ディスプレイやビデオ・ポートを動作させる方法

- プラグイン・モジュール — 例えばメモリー・スティック
- 搭載型モジュール — 例えばサウンド・カードやビデオ・カード

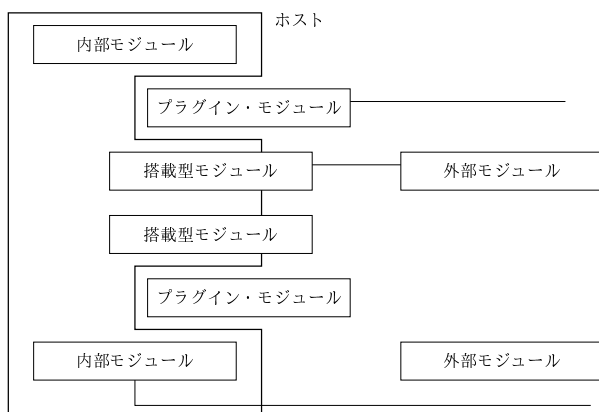


図 6: モジュールの例

プラグイン、内部、搭載、あるいは外部型の複数の構成で用いることのできるモジュールはそれぞれの構成で試験する。但し、いずれかの構成が最悪であると示せるならば、その構成のみで適合を確認しても良い。

いずれの場合も、試験に際して、ホストは試験領域内になければならない。

3.3.1 環境条件

環境条件 (温度、湿度、気圧) は製品の仕様範囲内とする。異なる環境条件で試験を繰り返す必要はない。

4 測定設備

測定設備に関しては、この規格での追加の規定もあるものの、基本的には CISPR 16-1 シリーズ^[2]を参照している。

但し、測定で使用するアンテナの校正は ANSI C63.5-2006^[3]に従って行なう。

4.1 測定サイト

4.1.1 放射エミッション (30~1 000 MHz)

30~1 000 MHz の放射エミッションの測定は、通常は SAC (semi anechoic chamber)、あるいは OATS (open area test site) で行なう。^{†22}

SAC は、床面がグラウンド・プレーンで、その他の面が電波吸収体で覆われた電波暗室 (半無響室) である。OATS は、床面がグラウンド・プレーンの、覆いがない開放型のサイト、あるいはそれを電波の反射が少ないもので覆ったサイトである。



図 7: SAC の例

SAC と OATS は、実際の測定距離で、またそのサイトのテスト・ボリウムの範囲内で、NSA (正規化サイト・アッテネーション) の要求に適合していなければならない。^{†23}

この規格から参照されている CISPR 16-1-4^[2]では 3 m と 10 m の測定サイトに対する要求が規定されているが、それに加えて、この規格で 5 m の測定サイトに対する要求 (NSA の基準値) が定められている。

^{†22} CISPR 32:2015 では、これに加えて、FAR (fully anechoic room; 全無響室) での測定が導入された。FAR の場合、測定サイト、測定法、限度値の全てが SAC や OATS とは異なったものとなるが、本稿ではこれについては述べない。

^{†23} NSA の評価は、そのサイトのテスト・ボリウムから受信アンテナまででの電磁波の減衰量を測定し、その結果を理想的なサイト (非常に大きなグラウンド・プレーンを持つ、グラウンド・プレーン上に覆いやその他の反射物がないサイト) の理論的な減衰量と比較することによって行なう。NSA の検証は、テスト・ボリウムの中心 (ターン・テーブルの中心) のみでなく、そのサイトのテスト・ボリウムとして決めた円筒形の領域内の所定の位置で行なわれる。ここで検証されたテスト・ボリウムの大きさが、そのサイトでの試験に際して EUT システムが収まらなければならない寸法となる。

4.1.2 放射エミッション (1 GHz 以上)

1 GHz 以上の放射エミッションの測定は、FSOATS (free space open area test site) で行なう。FSOATS は、床面を含めた全ての面が電波吸収体で覆われた電波暗室 (全無響室)、あるいは SAC や OATS の床面に吸収体を追加した、測定を行なう周波数範囲について自由空間 (全無響条件) に近い条件を達成したサイトである。

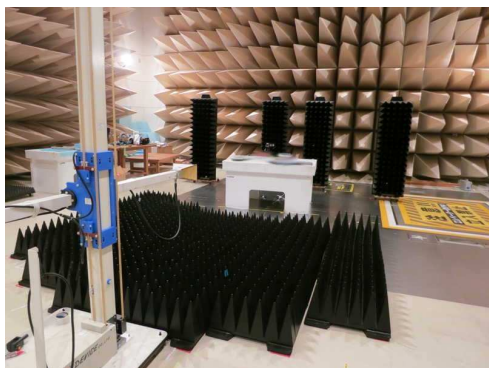


図 8: FSOATS の例

FSOATS は、その測定距離で、またそのサイトのテスト・ボリュームの範囲内で、SVSWR (サイト VSWR) の要求に適合していなければならない。^{†24}

4.1.3 伝導エミッション

伝導エミッションの測定では、グランド・プレーンが、また測定に際してそれを用いる場合には垂直基準面が必要となるが、電波暗室は不要である。

垂直基準面を用いる場合、それは床面のグランド・プレーンと低インピーダンスで接続されている必要がある。伝導エミッションの測定はしばしばシールド・ルームで行なわれ、この場合はシールド・ルームの壁を垂直基準面として用いることができる。

垂直基準面を用いない場合、床面のグランド・プレーンを水平基準面として使用する。

垂直基準面や水平基準面は伝導エミッション測定におけるインピーダンスの管理のためのものであり、

^{†24} SVSWR の評価はテスト・ボリュームに置いた送信アンテナの位置を所定の範囲内で変えた時の受信アンテナでの受信レベルの変化によって定在波の大きさを確認することによって行なわれ、定在波が小さければ自由空間 (全無響条件) に近い条件が達成されているものと判断される。ここで検証されたテスト・ボリュームの大きさが、そのサイトでの試験に際して EUT システムが収まらなければならない寸法となる。

これは伝導エミッション測定のための基準接地を与えるものともなる。

4.2 AMN

AMN (artificial mains network; 疑似電源回路網) は LISN (line impedance stabilization network) とも呼ばれ、電源のインピーダンスを管理する機能と、電源線の上の高周波成分のみを測定器に伝える機能を持つ。また、AMN は電源入力側からのノイズに対するフィルタの機能も持ち、電源入力側からのノイズの測定結果への影響を低減する。

CISPR 32 の測定で使用する $50 \Omega/50 \mu\text{H}$ AMN の EUT 側のポートのラインと接地のあいだのインピーダンスは図 9 のようなものとなる。

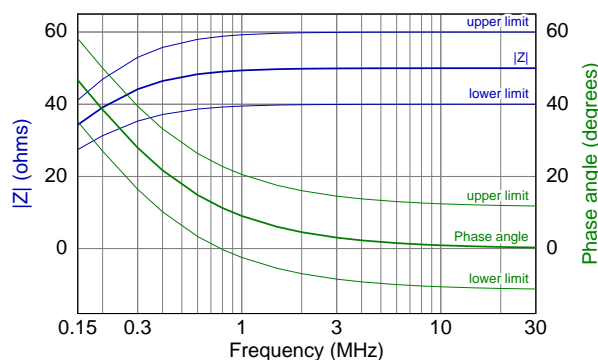


図 9: AMN のインピーダンスの大きさと位相角

4.3 AAN

AAN (asymmetric artificial network) は ISN (impedance stabilization network) とも呼ばれるもので、電源ポートに対して AMN (LISN) が行なうのと同様に平衡型の通信線のインピーダンス (コモン・モード・インピーダンス) を管理する機能^{†25}と、通信線の上の高周波成分 (主としてコモン・モード成分) のみを測定器に伝える機能を持つ。また、AAN は AE 側からのノイズに対するフィルタの機能も持ち、AE 側からのコモン・モード・ノイズの測定結果への影響を低減する。

AAN は基本的には平衡型の通信線上のコモン・モード・ノイズの測定を行なうが、実際の通信ケー

^{†25} AAN は、 $150 \Omega \pm 20 \Omega$ 、位相角 $0 \pm 20^\circ$ のコモン・モード・インピーダンスを与える。

ブルなどの不平衡の影響の模擬のために、通信線上のノーマル・モードの信号の一部をコモン・モードに変換する機能も持つ。^{†26}

このノーマル・モードからコモン・モードへの変換の程度は LCL (longitudinal conversion loss; 不平衡減衰量) によって示され、測定は、使用が想定される最も低いカテゴリに対応する LCL の AAN を用いて行なうことができる。^{†27} ケーブルのカテゴリが特に指定されていない場合には、表 4 に例示したような、そのポートで使用可能な最も低いカテゴリで考えれば良い。

AAN には、最大のペア数 (通常、4 ペア) までの任意のペア数の平衡対のポートに対して使用できるタイプのもの、特定のペア数 (通常、1 ペア、2 ペア、4 ペアのいずれか) のポートに対してのみ使用できるタイプのものがある。後者のタイプの場合、AAN は、ケーブルに含まれるペアから EUT のどの部分にも電気的に接続されていないペアを除いたものに応じて選択する。^{†28}

通信	カテゴリ	一般的なペア数
電話、FAX	Cat 3	1 ペア (2 線)
10BASE-T	Cat 3	2 ペア (4 線)
100BASE-TX	Cat 5	2 ペア (4 線)
100BASE-T4	Cat 3	4 ペア (8 線)
100BASE-T2	Cat 3	2 ペア (4 線)
100BaseVG	Cat 3	4 ペア (8 線)
1000BASE-T	Cat 5	4 ペア (8 線)
1000BASE-TX	Cat 6	4 ペア (8 線)

表 4: 通信のタイプと AAN の選択

^{†26} 平衡型の通信線からの放射を引き起こすのは主に通信線上のコモン・モード・ノイズで、通信線上のノーマル・モード信号そのものは放射に著しく寄与しないと考えられる。しかし、ノーマル・モード信号の一部がケーブルの不平衡の影響でコモン・モードに変換され、最初からコモン・モードで放射されたノイズと同様にこれも放射に寄与することが予期される。このため、ケーブルの不平衡によって生じる程度のモード変換を AAN で意図的に生じさせ、それを含めたコモン・モード成分を測定するようになっている。

^{†27} EUT からコモン・モードで放射された成分とノーマル・モード信号からコモン・モードに変換された成分との相殺によって変動的な挙動を生じる可能性も考えられるものの、より低いカテゴリのケーブルに対応する AAN はより低い LCL を持ち、従ってノーマル・モードからコモン・モードに変換されてノイズとして測定される成分を増加させることから、一般に、カテゴリの低いケーブルに対応する AAN はより高い EMI 測定結果を生じると考えられる。

^{†28} 10BASE-T や 100BASE-TX では通常は 4 ペア (8 線) のうちの 2 ペア (4 線) のみが使用され、残りの 2 ペアは無接続となっているので、2 ペア (4 線) 用の AAN を使用することになる。だが、PoE (power over Ethernet) 対応の場合など、他のペアも接続されていることもあり、そのような場合にはそれに応じたペア数の AAN を用いることが必要となる。任意のペア数のポートに対して使用できるタイプの AAN を用いる場合、これについて考える必要はない。

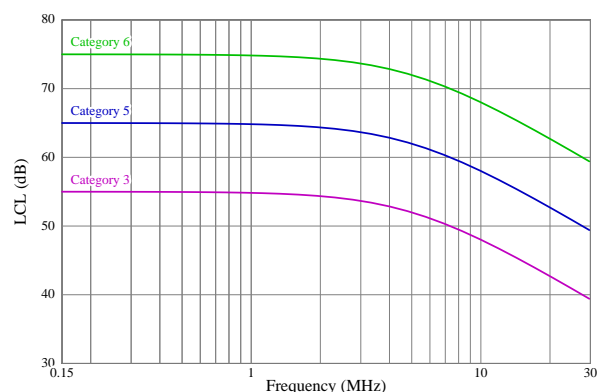


図 10: ケーブルのカテゴリと LCL

5 測定

測定法としては CISPR 16-2 シリーズ^[2] が参照されている。この規格での規定と CISPR 16-2 シリーズでの規定が異なる場合は、この規格の規定が優先となる。

5.1 放射エミッション測定

5.1.1 試験セットアップ

通常床に置いて使用することが意図された機器は床置き型機器として、その他のものは原則として卓上機器として試験する。通常ラックに取り付けられる機器は、ラックに取り付けて試験するか、もしくは卓上機器として扱う。

卓上機器は、高さ 80 cm の低誘電率のテーブルの上に配置する。

床置き機器はグラウンド・プレーンから絶縁して配置する。床置き機器を台に載せる場合には高さ 15 cm 以下の非導電性の台^{†29}を使用する。

EUT や AE は、他の制約条件を守りながら、最もコンパクトとなるように (円周ができる限り小さい領域に収まるように)、ターンテーブルの中心に配置する。このセットアップ全体は、その測定サイトのテスト・ボリューム (§4.1) に収まっていなければならない。

キーボードやマウスなどは基本的には典型的な位置に置くが、テーブルの奥行きが 1 m 以下であればテーブルの手前側に前面を合わせても良い。また、テーブルの奥行きが 1 m を超える場合には、テ

^{†29} 例えば木製やプラスチック製の搬送用パレット。

ブルの背面から 1 m に前面を合わせて、あるいはそれが円周を大きくしないのであればテーブルの手前側に置いて良い。(図 11)

卓上機器のあいだのケーブルは可能であればテーブルの後ろから垂らすが、床から 0.4 m よりも下まで垂れ下がる場合にはケーブルの中央で余長を束ね、その束が床から 0.4 m の高さとなるようにする。

床置き機器のケーブルの余長は束ねて床の上に置く。卓上機器と床置き機器のあいだの床まで垂れ下がる長さのケーブルも束ね、テーブル上に置くか、あるいは床から 0.4 m がケーブルの口の高さで保持する。

ケーブルを束ねる場合、非誘導性となるように、またケーブルを折り返して束とする部分の長さが 0.4 m 以下となるように束ねる。ケーブルを非誘導性となるように束ねるとは、最小の曲げ半径で、端のループが互いに逆となるように配置することを意味する。そのように束ねられない場合でも、コイル状にするのは避けなければならない。

ループバック・ケーブルの実効長は 2 m 以上でなければならない。可能であれば行きと戻りのラインが近くなるように配置しなければならない。

卓上のセットアップで、電源ケーブルが 0.8 m よりも短い場合(電源プラグが一体となっているものを含む)には、電源ケーブルと似た特性(導体の数を含む)の延長ケーブルを用いて電源ユニットを卓上に置く。

5.1.2 放射エミッション測定 (30~1 000 MHz)

この測定は通常は 3 m か 10 m の測定距離で行なわれるが、測定サイトがその距離で検証されているならば測定は 3~10 m の距離で行なうことができる。

限度値は 3 m と 10 m のそれぞれの測定距離について与えられており、3 m と 10 m 以外の測定距離での限度値は、通常は 10 m での限度値から $1/d$ の減衰を仮定して求める。

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点までの距離として規定される。

SAC や OATS での測定では、EUT を回転させ、

また受信アンテナを 1~4 m の範囲で昇降させて、受信レベルが最大となるようにする(図 12)。^{†30†31}

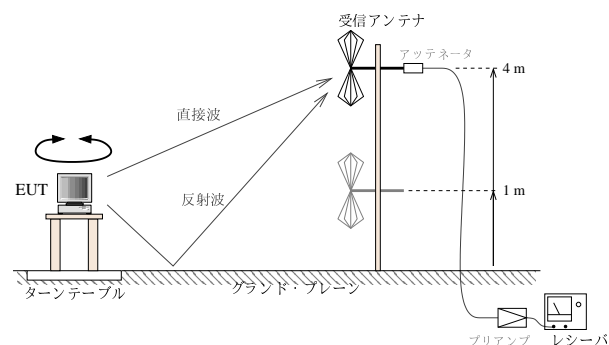


図 12: 放射エミッション測定 (30~1 000 MHz)

5.1.3 放射エミッション測定 (1 GHz 以上)

この測定は通常は 3 m の測定距離で行なわれるが、測定サイトがその距離で検証されているならば測定は 1~10 m の距離で行なうことができる。

限度値は 3 m の測定距離について与えられており、3 m 以外の測定距離での限度値は、3 m での限度値から $1/d$ の減衰を仮定して求める。

測定距離の定義は 1 GHz 以下の場合 (§5.1.2 参照)と同様である。

測定に際しての EUT の回転は常に必要となるが、EUT の高さ全体が受信アンテナの 3 dB ビーム幅に入る場合は受信アンテナは EUT の中央の高さに合わせれば良く、アンテナの昇降は不要となる(図 13)。EUT の高さ全体がアンテナのビーム幅に入らない場合、受信アンテナは 1 m から少なくとも EUT の高さまでの範囲で昇降させる。(図 14)。

5.2 伝導エミッション測定

5.2.1 試験セットアップ

基本的には §5.1.1 と同様であるが、例えば以下のような違いがある。

卓上機器は、高さ 80 cm 以上の非導電性の台に載せてその背面を垂直基準面(大抵はシールド・ルー

^{†30} 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。

^{†31} CISPR 32:2015 で導入された FAR での測定では、受信アンテナの高さはテスト・ボリュームの中央で固定となる。

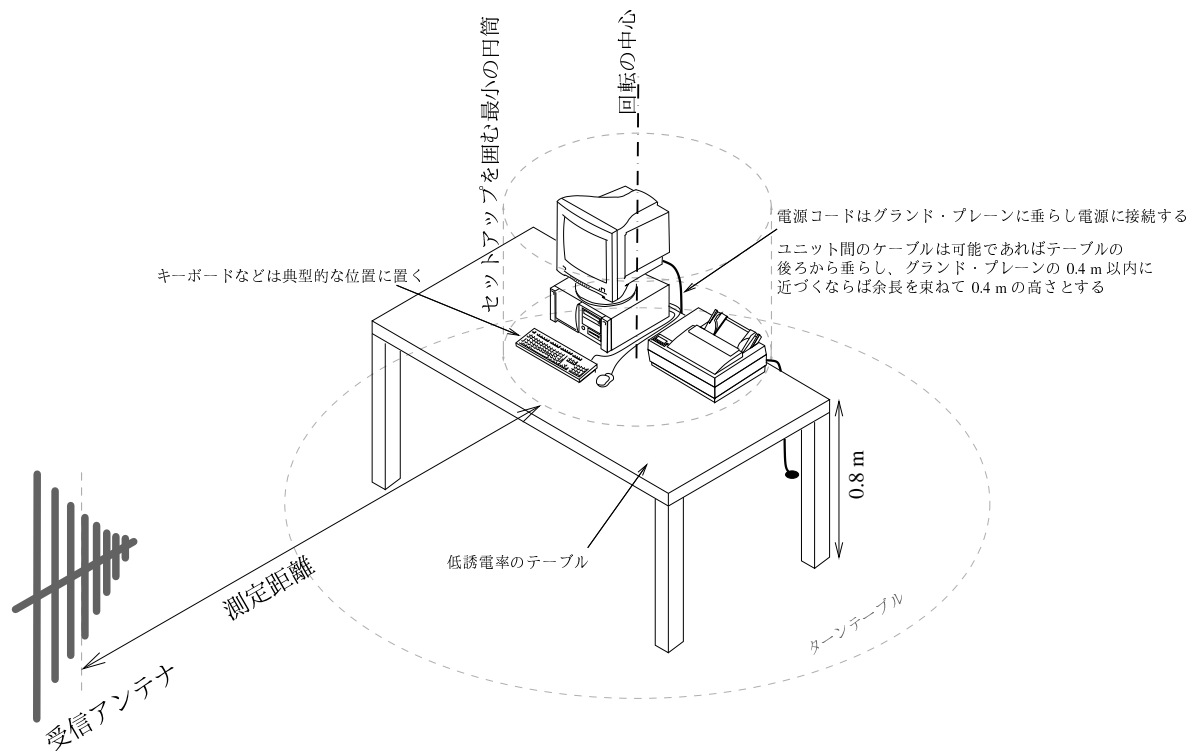


図 11: 放射エミッション測定の設定アップ

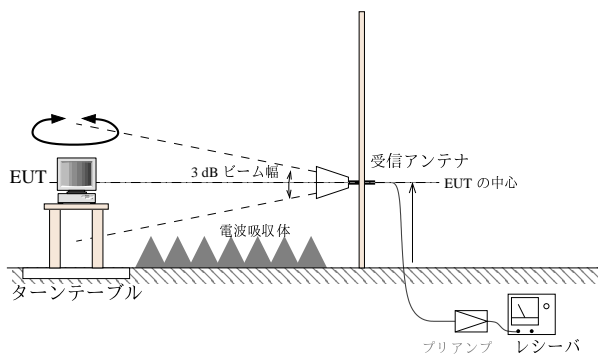


図 13: 放射エミッション測定 (1 GHz 以上) — EUT の高さ全体がアンテナのビーム幅に入る場合

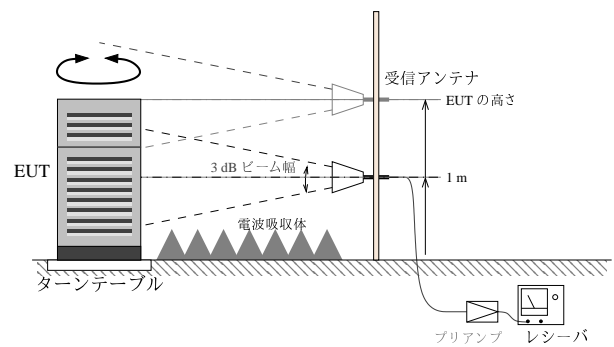


図 14: 放射エミッション測定 (1 GHz 以上) — EUT の高さ全体がアンテナのビーム幅に入らない場合

ムの壁) から 40 cm の距離とするか、あるいは高さ 40 cm の非導電性の台に載せて床面のグラウンド・プレーンを水平基準面として用いる。

AC 電源に接続される EUT ^{†32} は EUT から 80 cm の距離に置いた AMN を介して電源に接続する。AE が AC 電源に接続される場合、AE は EUT とは別の AMN を介して電源に接続する。複数の AE が AC 電源に接続される場合、できる限り短い電源タップを介し、複数の AE を 1 台の AMN に接続しても良い。

^{†32} EUT が AC/DC 変換器 (AC アダプタ) などから給電される場合はそれを含めたものを EUT として考える。

EUT に電源コードが取り付けられていない場合、EUT と AMN のあいだは長さ 1 m の、あるいは指定された長さの電源コードで接続する。電源コードが長い場合、適当な長さ (通常は 1 m) となるように、余長を §5.1.1 で述べたような形で束ねる。

EUT が接地線を電源コードと別に持つ場合、接地線は AMN の基準点に接続する。指定がない場合、この接地線は電源コードと同一の長さとし、電源コードの 0.1 m 以内に平行に引く。

測定器に接続されているもの以外の AMN の RF ポートは 50 Ω で終端する。AMN は、通常はグラウンド・プレーンに直接置き、それと低インピーダ

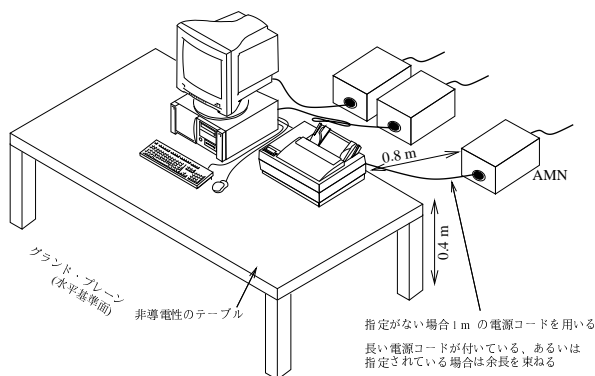


図 15: 伝導エミッション測定セットアップ — 卓上機器の水平基準面を用いた測定

スで接続する。

EUT がそれぞれが電源ケーブルを持つ複数のユニットから成る場合、電源タップ、あるいはホストを介して単一の電源ケーブルで電源に接続するようになっているならば、その電源ケーブルを AMN に接続する。その他の場合、それぞれのユニットの電源ケーブルを別の AMN に接続する。

5.2.2 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。

5.2.3 有線ネットワーク・ポート、光ファイバ・ポート、及びアンテナ・ポートに対する測定

以下のポートで、3 m よりも長いケーブルへの接続が意図されたものが、この測定の対象となる:

- 有線ネットワーク・ポート — CATV、PSTN、ISDN、xDSL、LAN、及び類似のネットワークへの直接の接続によって広く分散したシステムに接続することを意図したポート
- 光ファイバ・ポート — 光ファイバの接続が意図されたポートのうち、金属の外装やテンション・メンバーを持つ光ファイバの接続が意図されたポート

- アンテナ・ポート — 受信機チューナー・ポート以外の、アンテナの接続のためのポート

これらのポートの伝導エミッションは、主に以下のいずれかの適用可能な方法を用いて測定される:

- AAN (asymmetric artificial network)

この測定法はそのポートをそれに適合した AAN を介して接続して測定を行なうもので、主に Ethernet や PSTN (電話線) などのシールドなしの平衡型の通信線に対して適用される。

この測定セットアップの 1 つは、水平基準面を用いて図 16 のように配置するものである。

EUT と AAN のあいだのケーブルの長さは 1 m が標準であるが、ポートの位置の制約のために 1 m にできない場合にはできる限り短いケーブルを用いて接続する。

AAN はかなり良い減結合を与えるので、AAN から先の AE の配置や AE 側のケーブルの引き回しは重要ではない。

この測定セットアップについては、CISPR 32 の Figure D.2、D.5、D.6 など参照されたい。

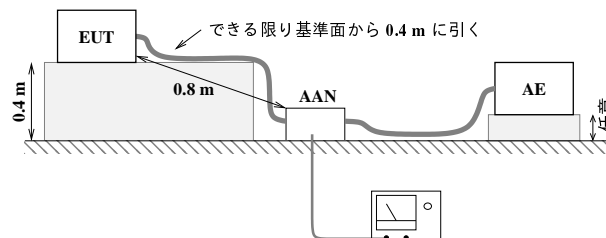


図 16: AAN による伝導エミッション測定 — 卓上機器の水平基準面を用いた測定

- 電流プローブ

この測定法はシールド・ケーブルや同軸ケーブルに対して適用されるもので、ケーブルのシールドを 150 Ω で接地した状態で、ケーブルを流れるコモン・モード電流を電流プローブを用いて測定する。

この測定セットアップの 1 つは、水平基準面を用いた AAN での測定セットアップの AAN を電流プローブ、150 Ω の終端、及びフェライト・クランプで置き換えたような形となる (図 17)。

一般に、フェライト・クランプは十分な減結合を与えないため、AE 側のインピーダンスの管理のため、AE やそのケーブルを基準面から

0.4 m に配置し、また AE が電源に接続される場合には AMN を介して接続することが必要となる。

この測定セットアップについては、CISPR 32 の Figure D.4、D.5、D.6 などとも参照されたい。

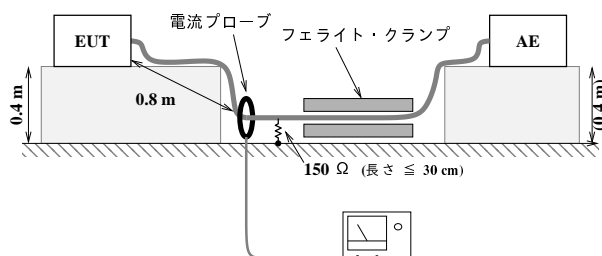


図 17: 電流プローブによる伝導エミッション測定 — 卓上機器の水平基準面を用いた測定

- 容量性電圧プローブ (CVP)、及び電流プローブ
この測定法は主にシールドなしの不均衡ケーブルに適用されるもので、非接触で測定を行なうことができる容量性電圧プローブと電流プローブの双方を用いて測定を行なう。この測定法は、4ペア (8線) よりも多くの平衡対を含む、あるいは AAN を接続した状態では正常に機能しない平衡ケーブルにも適用できる。

容量性電圧プローブでの測定結果は、その周波数での電流プローブでの測定結果の限度値に対するマージンの分 (マージンが 6 dB を超える場合には 6 dB) 差し引いて補正する。電流プローブでの測定結果と容量性電圧プローブでの補正後の測定結果の双方が限度値以内であれば、適合と判断する。^{†33}

この測定セットアップの 1 つは、水平基準面を用いた AAN での測定セットアップの AAN を容量性電圧プローブと電流プローブ (これに加えて、図 17 と同様にフェライト・クランプを取り付けても良い) で置き換えたような形となる (図 18)。

この測定セットアップについては、CISPR 32 の Figure D.4、D.5、D.6 などとも参照されたい。

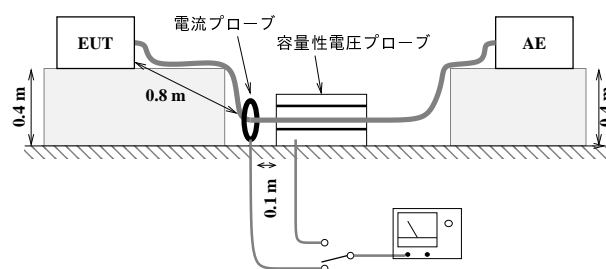


図 18: 容量性電圧プローブ (CVP) と電流プローブによる伝導エミッション測定 — 卓上機器の水平基準面を用いた測定

5.2.4 放送受信機チューナー・ポート、及び RF モジュレータ出力ポートに対する測定

以下のポートがこの測定の対象となる:

- 放送受信機チューナー・ポート — 音声や映像の放送や類似のサービスのための地上、衛星、あるいはケーブル放送による変調 RF 信号の受信が意図されたポート^{†34}

このポートに対する伝導差動電圧エミッション限度 (ポートの種類などによって異なる) を図 19 ~ 図 22 に示す。

- RF モジュレータ出力ポート — 放送の受信のための信号の送出的のために放送受信機チューナー・ポートに接続することが意図されたポート

このポートに対する伝導差動電圧エミッション限度 (ポートの種類などによって異なる) を図 23 に示す。

放送受信機チューナー・ポートの伝導エミッションの測定は、チューナー・ポートに整合回路網 (必要な場合) とコンパインを介して変調信号源と測定器を接続し、チューナー・ポートに所望の変調信号を印加した状態で行なう。

RF モジュレータ出力ポートの伝導エミッションの測定は、モジュレータ出力ポートに整合回路網 (必要な場合) を介して測定器を接続して行なう。

これらの測定は、主としてコモン・モード成分を測定する有線ネットワーク・ポートなどの測定と異なり、測定対象のポートに現れているノーマル・モード成分 (差動電圧) をそのまま測定するものとなる。^{†35} なお、これらのエミッション限度は通常の 50 Ω ではなく 75 Ω の系で規定されている。

^{†33} 勿論、この補正を行わない状態で双方が限度値に入った場合も適合と判断できる。

^{†34} 放送受信機チューナー・ポートは、アンテナ、ケーブル分

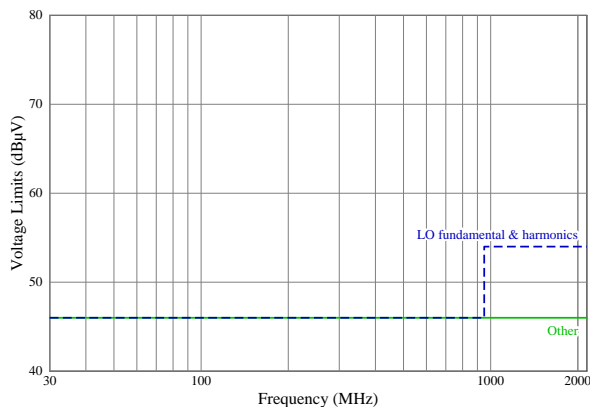


図 19: 伝導差動電圧エミッション限度 — テレビ受信機 (アナログ、デジタル)、ビデオ・レコーダ、PC テレビ・チューナー・カード、デジタル・オーディオ受信機)

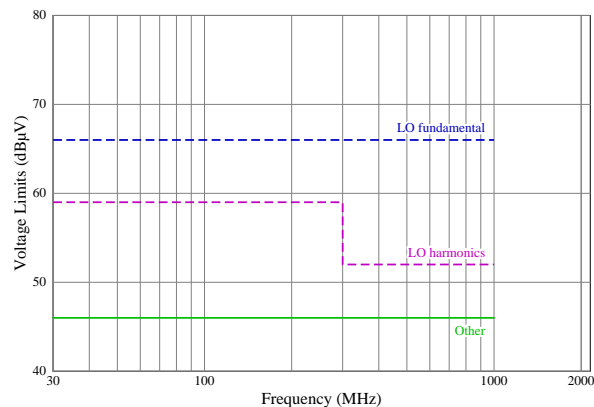


図 22: 伝導差動電圧エミッション限度 — FM カー・ラジオ

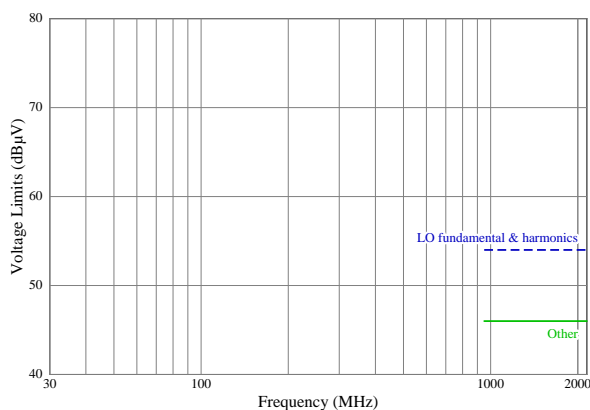


図 20: 伝導差動電圧エミッション限度 — 衛星信号受信用チューナー

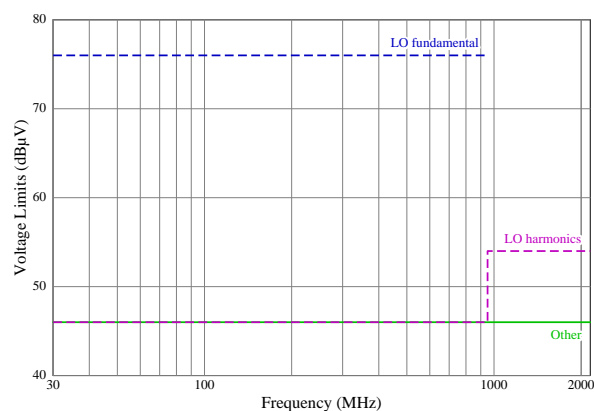


図 23: 伝導差動電圧エミッション限度 — RF モジュール出力ポート

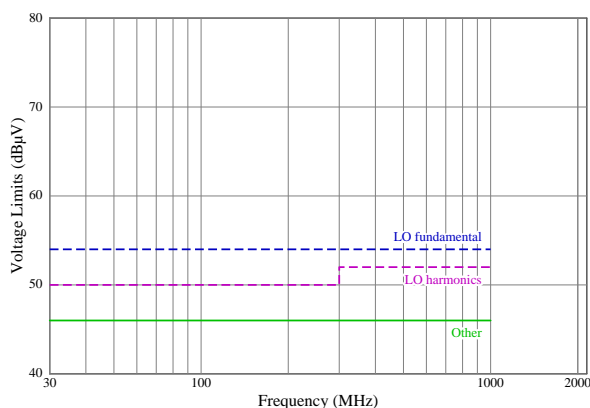


図 21: 伝導差動電圧エミッション限度 — FM オーディオ受信機、PC チューナー・カード)

6 補足

6.1 無線デバイスの扱い

放送受信機以外の無線デバイスは CISPR 32 の適用範囲に含まれないものの、例えばパーソナル・コンピュータやその周辺機器に無線 LAN や Bluetooth のトランシーバが搭載されていることがあるように、CISPR 32 の対象となる機器がその一部として無線デバイスを含むことがある。

CISPR 32 や類似の規格のエミッション限度は無線送信機からの放射 (スプリアスを含む) への適用が意図されたものではなく、無線送信機からの放射については、無線デバイスを搭載した機器全体、あるいは無線モジュールについて、その無線に適用さ

配システム、ビデオ・レコーダなどに接続されることがある。

†35 放送受信機チューナー・ポートがアンテナに接続された場合、そのポート上のノーマル・モード・ノイズがアンテナから効率的に放射されて近隣の受信障害を引き起こす可能性がある。また、放送受信機チューナー・ポートが CATV 網に接続された場合、そのポート上のノーマル・モード・ノイズが網内の他の受

信機の受信障害を引き起こす可能性がある。このような問題のリスクの低減のためには、放送受信機チューナー・ポート上に漏洩するノーマル・モード・ノイズを低く制限することが必要となる。

れる規格で別途評価することが必要となる。^{†36}従って、CISPR 32 や類似の規格でのエミッション測定に際して無線送信機を動作させる必要はないと考えられる。

このような無線送信機からの放射は CISPR 32 などのエミッション限度を大幅に上回るのが普通であるので、無線送信機からの放射は CISPR 32 や類似の規格での測定を著しく妨げるものとなる。^{†37}従って、CISPR 32 や類似の規格での測定に際しては、原則として、無線送信機を (少なくとも電波の送信を) 停止させるか、あるいは無線送信機からの放射がエミッション限度を下回るように出力を絞ることが必要となる。後者の場合は無線送信に伴う放射も測定されることになるだろうが、それを含めたものがエミッション限度を超えないならば、無線送信機以外の部分がこの規格に適合しているものと判断できる。

6.2 CISPR 32:2015 での主な変更

CISPR 32:2015 (ed. 2) では、例えば次のような変更が行なわれている:

- 30 ~ 1 000 MHz の測定法として FAR (fully anechoic room; 全無響室) での測定が追加され、新たに FAR での測定距離 3 m と 10 m での限度値が追加された。
- 家庭用衛星受信システムの屋外ユニットは 18 GHz までの測定が必要となり、その放射エミッションと伝導エミッションの限度値が追加された。
- リバレーション・チャンバー (RVC) と GTEM セルでの測定法と限度が参考として含められた。

6.3 参考: Ethernet のエミッション

参考のため、ある装置の Ethernet ポートの伝導エミッションの

- 通信モード
- 通信負荷状態

^{†36} 適用規格や無線モジュールでの評価が可能かどうかなどは使用が意図された地域やその他の条件によって異なる。

^{†37} 場合によっては敏感な計測器の誤動作や損傷さえ引き起こし得る。

- AAN の LCL

による違いを図 24 ~ 図 26 に示す。

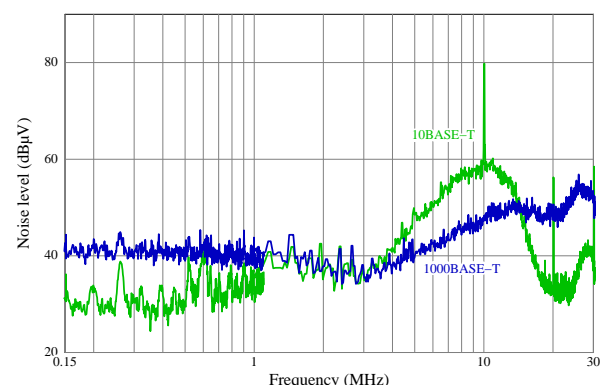


図 24: 通信モードの影響 — 10BASE-T と 1000BASE-T のエミッションの比較

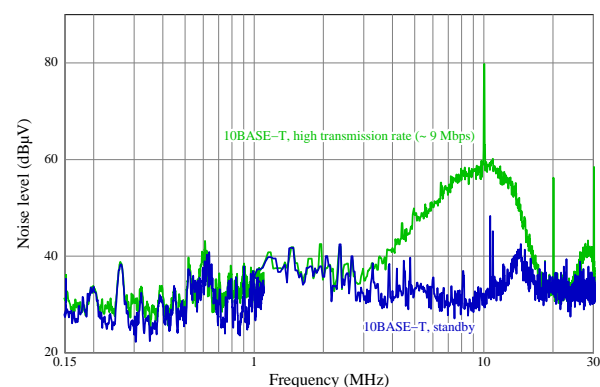


図 25: 通信負荷状態の影響 — 10BASE-T のスタンバイ状態と高負荷状態でのエミッションの比較

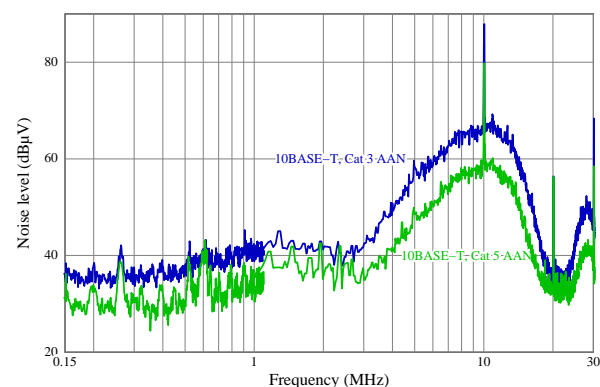


図 26: AAN の LCL の影響 — Cat 3 と Cat 5 の AAN で得られた 10BASE-T のエミッションの比較

7 参考資料

- [1] CISPR 32:2012, *Electromagnetic compatibility of multimedia equipment – Emission requirements*
- [2] CISPR 16 シリーズ, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods*
- [3] ANSI C63.5-2006, *American National Standard – Electromagnetic Compatibility – Radiated Emission Measurements in Electromagnetic Interference (EMI) Control – Calibration of Antennas (9 kHz to 40 GHz)*
- [4] *Directive 2014/30/EU of the European Parliament and of the Council of 26 February 2014 on the harmonisation of the laws of the Member States relating to electromagnetic compatibility*
<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32014L0030>
- [5] EMC 指令 — 2014/30/EU への適合のためのガイド, 株式会社 e・オータマ, 2014
<http://www.emc-ohtama.jp/emc/reference.html>