

無線機器の EMC — ETSI EN 301 489-1 の概要

株式会社 e・オータマ 佐藤智典

2022 年 9 月 15 日

目次

1	概要	1
2	適用範囲	1
2.1	補助機器	2
3	共通事項	2
3.1	使用形態による分類	2
3.2	無線機器の入出力の扱い	2
3.3	除外帯域	3
3.3.1	無線送信機の除外帯域	3
3.3.2	無線受信機の除外帯域	4
4	エミッション	5
4.1	試験時の構成と動作	5
4.2	放射エミッション	5
4.3	伝導エミッション	6
4.3.1	DC 電源入出力ポート	6
4.3.2	AC 電源入出力ポート	6
4.3.3	ネットワーク・ポート	6
4.4	電源高調波電流	7
4.5	電圧変動/フリッカ	7
5	イミュニティ	7
5.1	イミュニティ要求	7
5.2	試験時の構成と動作	7
5.3	性能基準	7
5.3.1	連続的な事象に対する性能基準	7
5.3.2	過渡的な事象に対する性能基準	7
5.3.3	電源のディップと短時間停電に対する性能基準	9
6	補足	9
6.1	車両等への設置が意図された機器	9
6.2	無線機器と非無線機器の組み合わせ	9
6.3	複数の無線を含む機器	10
6.4	試験所に提出すべき情報	10
7	参考資料	10

1 概要

ETSI EN 301 489-1 は無線機器やその補助機器の EMC の要求を定めた欧州規格であり、通常はその無線機器に対応する ETSI EN 301 489 シリーズの他のパートの規格と組み合わせて適用される。

ETSI EN 301 489 シリーズの規格は無線機器指令 2014/53/EU^{[2][10]} Article 3.1(b) に対応する整合規格として意図されたものであり、しばしば無線機器指令への適合性評価で他の規格とともに用いられる。^{†1}

本稿ではこの規格、ETSI EN 301 489-1 V2.2.3 (2019-11)^{†2}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 適用範囲

ETSI EN 301 489-1 は放送受信機以外の無線機器（無線送信機、無線受信機、あるいはその組み合わせ）やその補助機器 (§2.1) の EMC の側面に適用される。

但し、この規格の放射エミッションの要求は補助機器単体に対してのみ適用される (§4.2)。

^{†1} これに関してはそれぞれの規格の Annex A に示されている。実際にはこれらの規格は無線機器指令のもとでの整合規格となっていないかも知れず、またある時点でいずれかの規格のある版が EU Official Journal で整合規格として公表されたとしてもその規格の改訂版が自動的に整合規格となるわけではない。だが、整合規格以外の規格は指令への適合の推定を与えないものの、無線機器指令 Article 3.1(b) や EMC 指令に関しては整合規格を適用していない場合であっても内部生産管理 (モジュール A) での自己宣言を行なうことが可能ということもあり、ETSI EN 301 489 シリーズの適用範囲に入る機器に対してはそれが整合規格となっていないとしても ETSI EN 301 489 シリーズの該当する規格の最新版を適用することも多いと思われる。

^{†2} ETSI 規格の版は 3 つの値から成るバージョンとして示されている。規格によっては比較的頻繁に更新される場合もあるが、ETSI 規格は古い版を含めて ETSI のウェブサイト (<https://www.etsi.org>) から無料でダウンロードできる。

この規格は、通常はその無線機器に対応する ETSI EN 301 489 シリーズの他のパートの規格と組み合わせられて適用される。

2.1 補助機器

補助機器 (ancillary equipment) は、無線受信機や無線送信機とともに用いることが意図された電子/電気機器で、

- 操作や制御の機能の追加のために無線受信機や無線送信機とともに用いることが意図された、
- 無線受信機や無線送信機と接続せずにそれらと独立にユーザー向けの機能を提供するために使用することができない、
- それが接続される無線受信機や無線送信機がその補助機器なしで何らかの意図された動作を提供できる

ものとされている。^{†3}

3 共通事項

3.1 使用形態による分類

無線機器や補助機器はその使用形態に応じて次の3つに分類される:

- 固定 (fixed-use)
固定された場所での恒久的な、あるいは一時的に AC 電源アダプタに接続しての使用
- 車載 (vehicle use)
車両等^{†4}に設置して使用することが意図された、車両等のメイン・バッテリー^{†5}からの給電が意図された機器

^{†3} 従って、無線機器なしでもユーザーに機能を提供できる機器はここで言う補助機器ではなく、例えば無線機器がコンピュータや計測器などの非無線機器に接続される (あるいはそのような非無線機器に無線モジュールが組み込まれる) 場合、そのコンピュータや計測器などはここで言う補助機器とはみなさない。但し、無線機器指令 [2]^[10] に関しては、無線機器を非無線機器に組み込んだものはそれ全体が無線機器として扱われる。無線機器と非無線機器とを組み合わせたものの扱いについては §6.2 も参照。

^{†4} vehicle; 本稿では「車両」や「車載」という表現を用いているが、広義には乗り物全般を含む。例えば船外機で駆動される小型船舶は一般に自動車と似た電気系を持つ。

^{†5} 例えば自動車の DC 12 V や DC 24 V の電源。電気自動車の場合は動力用の高圧バッテリーではなく補機用の低圧電源がこれに該当する。

- 可搬 (portable-use)

固定されない場所での、外部の電源アダプタに接続しない状態での使用

この規格では、その一部を表 1 に示したように、試験の要否が機器の分類に対して示されている。

だが、例えば通常は内蔵のバッテリーでの動作で手で持って使用するが、AC アダプタを介して AC 電源に接続しても、また直接もしくは DC/DC アダプタを介して車両の 12 V 電源 (シガーソケット) から給電しても使用できるような場合は、固定機器と車載機器の双方に対する要求の適用も考慮すべきだろう。従って、実際上は、この分類にはあまり拘らずに、意図した使用の範囲内でそれぞれの試験が適用可能かどうか (該当するポートがあるかどうか) からそれぞれの試験の要否を判断した方が良いかも知れない。

3.2 無線機器の入出力の扱い

無線機器の試験に際しては、無線機器の RF 入出力を、無線受信機に入力信号を与える、あるいは無線送信機の出力を監視する対向器と接続することが必要となる。

この接続は EUT のアンテナ端子の有無などに応じて次のように行なうことができる (図 1):

- 無線受信機に入力信号を与える、あるいは無線送信機の出力を監視する対向器は試験環境 (電波暗室やシールド・ルーム) の外にあるべき;
- EUT にアンテナが内蔵されていてアンテナ端子がない場合、対向器は試験環境内に配置したアンテナ^{†6}に接続し、EUT とのあいだの接続は空間を介して行なう;
- EUT にアンテナ端子がある場合、対向器との接続は同軸ケーブルなどのシールドされた線路を用いて行なうべきである。

この対向器として実際の使用に際して試験対象の無線機器の相手として用いられるような普通の無線機を使用できる場合もあるかも知れないものの、無線

^{†6} 放射電磁界イミュニティ試験では、このアンテナが放射された妨害を受信して対向器に悪影響を与えることを防ぐため、このアンテナを放射された妨害を受けにくい場所に配置する、指向性アンテナを用いて妨害を拾いにくい向きに配置するなどの工夫が必要となるかも知れない。

機テスタなどの試験用の機器を用いることが必要となるかも知れない。

送信モードでの試験では無線送信機の出力は最大定格 RF 出力に設定する。EUT が高出力の無線送信機である場合など、状況によっては EUT のアンテナ端子とアンテナや対向器のあいだにアッテネータを入れて信号のレベルを調整することなども必要となるかも知れない。^{†7}

また、無線受信機の入力における信号レベルは無線受信機の最小実用信号強度の最大 40 dB 上までに設定する。^{†8}放射電磁界イミュニティ試験では最小実用信号強度は試験システムの電力増幅器を無信号状態で動作させて測定する。^{†9}

一般に、放射エミッション測定と放射電磁界イミュニティ試験は電波暗室で、その他の試験は電波暗室かシールド・ルームで行なうことができ、これは EUT から実際に電波を放射して試験する場合も同様である。^{†10}だが、EUT や対向器から実際に電波を放射させる場合、シールド・ルーム内で動作させるとシールド・ルームの壁面での反射に伴う顕著なマルチパスを生じて無線機器の動作に影響を与える可能性があり、その防止のため全ての試験を電波暗室で行なうことが望ましいかも知れない。

試験に際して、無線送信機の入力には意図する使用を代表する信号を印加する。^{†11}また、少なくともイミュニティ試験に際しては無線受信機の応答は適切な手段で監視する。^{†12}

^{†7} RF 出力が大きい場合、対向器の許容入力を超える可能性がある。また、アンテナ端子にアンテナが接続されている場合、そのアンテナからの強い放射が周辺の機器への干渉を引き起こすかも知れない。

^{†8} 最小実用信号強度は所定の受信性能を維持するために必要な最小の信号レベル。特別な規定がない場合、これは受信品質を確認しながら無線受信機への入力信号のレベルを調整することで同定できるだろう。それが該当する規格で規定されていない限り、この同定のためには受信品質の基準やその評価の方法なども決めておくことが必要となる。

^{†9} 電力増幅器から出力されるノイズが試験用アンテナから放射され、これが無線受信機の実効的な感度を低下させる可能性があるが、最小実用信号強度の測定を試験システムや EUT を試験時と同様の形とするが妨害の放射は行なわない状態で行なうことで、この影響を試験時の信号レベルの設定で考慮することになる。勿論、電力増幅器のノイズは無線受信機に著しい影響を与えるほど高くないことが望ましい。

^{†10} 国内では、電波法施行規則 第六条第一項第一号、また総務省告示第百七十三号 [13] で規定されたように、設備の外で測定した電界強度が微弱無線局に対する限度を超えない限り、40 dB 以上の減衰を与える電波暗室やシールド・ルームの中で無線機器を免許なしで実際に電波を出して動作させることができる。

^{†11} オーディオ信号が必要な場合、1 kHz の正弦波が用いられることが多い。デジタル通信の場合、実際の通信を模擬するような信号は内蔵のソフトウェアで擬似的に発生させることもできるかも知れない。

^{†12} 例えばオーディオ出力の場合はオーディオ出力に接続した

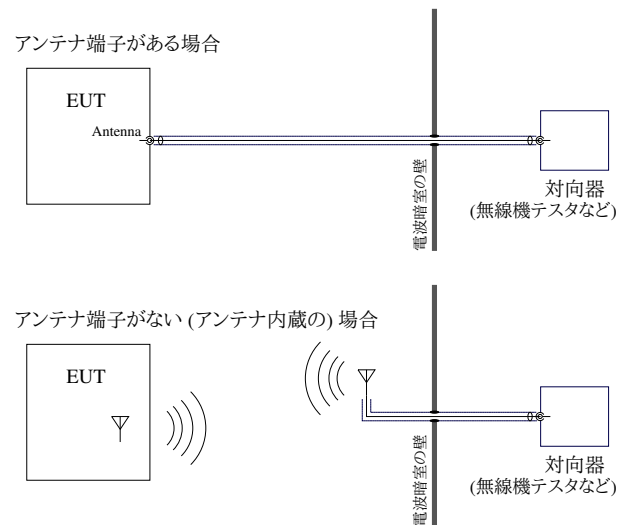


図 1: 無線機器の RF 入出力の扱いのイメージ

信号の発生や監視のための機器は試験環境の外側に置き、同軸ケーブルやシールド線などのシールドされた線路で接続すべきである。

3.3 除外帯域

無線送信機や無線受信機の放射電磁界イミュニティなどの試験では下記の除外帯域の範囲内の周波数は評価から除外できる。^{†13}

評価から除外した周波数範囲は技術文書に明示する。

3.3.1 無線送信機の除外帯域

無線送信機 (送受信機の送信部を含む) の送信モードでの試験では以下の周波数範囲が除外帯域となる:

計測器でオーディオ出力の歪みやノイズを監視することなどが必要となるだろう。監視すべき出力が電気的なものでない、例えば画面への表示やスピーカーからのオーディオ出力のようなもの場合、監視には適切なカメラやマイクなどを用いる。オーディオ出力の監視のためにマイクを用いる場合、オーディオ出力は非導電性のチューブを用いて伝えるようにすべきである。監視のための機器を試験環境内に置いたり EUT と電氣的に接続したりする場合、それが試験で印加される妨害の影響を受けたり EUT の妨害に対する反応に影響したりしないように適切に配慮すべきである。デジタル通信の場合、使用されているプロトコルや無線受信機の内蔵のソフトウェアなどによっては、受信エラーは CRC などの検査符号を利用して検出できるかも知れない。

^{†13} イミュニティ試験に際して、除外帯域内についても試験を行ない、だがその周波数範囲で性能基準を満たさなかったとしても不合格とはしないようにしても良いかも知れない。EUT と対向器の接続を同軸ケーブルで行なっている場合には特に、除外帯域内の妨害を受けた時でも普通に性能を維持できることが期待されるかも知れず、そのような場合は除外帯域を評価から除外する必要も低くなりそうである。

- チャンネル化された機器の場合、送信の中心周波数の両側、チャンネル幅の 250 % までの範囲 (図 2);

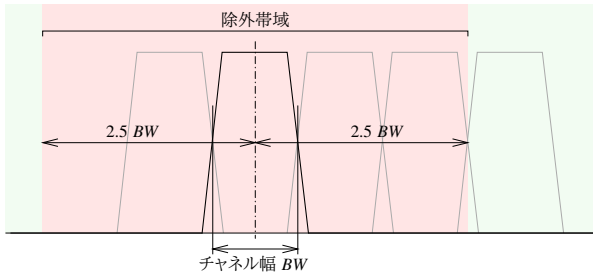


図 2: チャンネル化された無線送信機の除外帯域

- チャンネル化されていない機器の場合、送信の中心周波数の両側、占有帯域幅^{†14}の 250 % までの範囲 (図 3)。

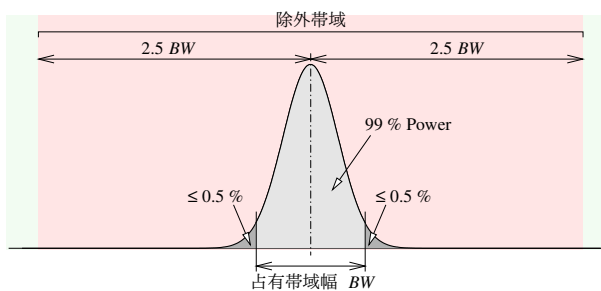


図 3: 占有帯域幅とチャンネル化されていない無線送信機の除外帯域

送信の中心周波数を f_c 、チャンネル幅か占有帯域幅を BW とすると、除外帯域は $f_c - 2.5 BW$ から $f_c + 2.5 BW$ までの範囲となる。

無線送信機の待機状態 (非送信状態) での試験では除外帯域は適用されない。

3.3.2 無線受信機の除外帯域

無線受信機 (送受信機の受信部を含む) のイミュニティ試験では以下の周波数範囲が除外帯域となり、その周波数範囲については放射電磁界イミュニティ

^{†14} 帯域幅の上端よりも高い周波数範囲の電力、及び下端よりも低い周波数範囲の電力がそれぞれ送信電力の 0.5 % 以下となる帯域幅 (図 3)。

や無線周波伝導妨害イミュニティの要求の適用が不要となる。^{†15†16}

- チャンネル化された機器の場合、
 - 受信周波数帯の下端の、チャンネル幅の n 倍下の周波数から、
 - 受信周波数帯の上端の、チャンネル幅の n 倍上の周波数まで (図 4);

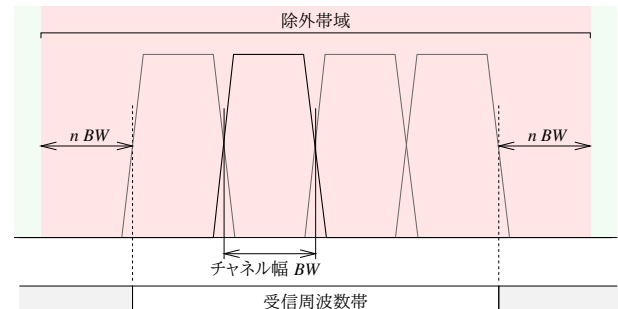


図 4: チャンネル化された無線受信機の除外帯域

- チャンネル化されていない機器の場合、
 - 受信周波数帯の下端の、無線受信機の帯域幅^{†17}の n 倍下の周波数から、
 - 受信周波数帯の上端の、無線受信機の帯域幅の n 倍上の周波数まで (図 5)。

受信周波数帯の下端の周波数を f_l 、受信周波数帯の上端の周波数を f_h 、無線受信機のチャンネル幅か無線受信機の帯域幅を BW とすると、除外帯域は $f_l - n BW$ から $f_h + n BW$ までの範囲となる。

n は除外帯域の決定のための係数で、この規格のみを適用する場合は $n = 1$ とする。

^{†15} 放射電磁界イミュニティや無線周波伝導妨害イミュニティの試験システム (電力増幅器) が発生する高調波やその他のスプリアス放射が EUT の受信帯域内に入って影響を与える可能性もあり、試験に際してはそのような影響にも注意が必要となりそうである。特に無線受信機の放射電磁界イミュニティ試験を EUT にアンテナを接続した状態で行なう場合、EUT の受信帯域内に入る高調波やその他のスプリアス放射のレベルを相当低く抑えることが望ましいかも知れない。

^{†16} 受信帯域内の妨害、例えば近傍のチャンネルでの送信の影響などは評価されず、またいずれにしても EUT と対向器の接続を同軸ケーブルで行なっている場合には EUT のアンテナが拾う妨害の影響は評価されないが、この種の事項は無線機器指令 2014/53/EU^{[2][10]} Article 3.2 の必須要求に対応する規格で扱われるだろう。

^{†17} 例えばラジオ受信機の IF 帯域幅。

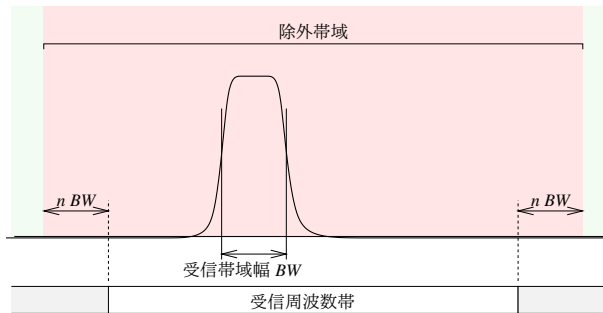


図 5: チャンネル化されていない無線受信機の除外帯域

4 エミッション

4.1 試験時の構成と動作

- 意図された使用の範囲内で最大のエミッションを発生する動作モードで測定する。
- それが実際的な場合、意図された使用を代表するように構成する。
- その機器がシステムの一部である、あるいは補助機器に接続できる場合、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補助機器と接続しての試験が許容される。
- その機器に多数のポートがある場合、実際の動作状態を模擬するために、また全ての異なる種類のポートをカバーするために十分な数のポートを選択する。
- ポートには意図する使用を代表する機器を接続するか、あるいは接続される機器のインピーダンスを模擬するように終端した典型的なケーブルを接続する。^{†18}
- 試験時の構成と動作モードは記録する。

4.2 放射エミッション

補助機器は EN 55032 (CISPR 32)^[4] Class B 限度に適合しなければならない(図 6, 図 7)。但し、工業環境や通信センターのみでの使用が意図された補助機器には Class A 限度を適用しても良い。

^{†18} ケーブルを接続して終端しただけではそのポートは通常の使用を模擬できるような形で動作しないかも知れず、これがエミッションの測定結果に影響するかも知れない。このため、この方法の使用はアナログのオーディオ出力などに限定した方が無難かも知れない。

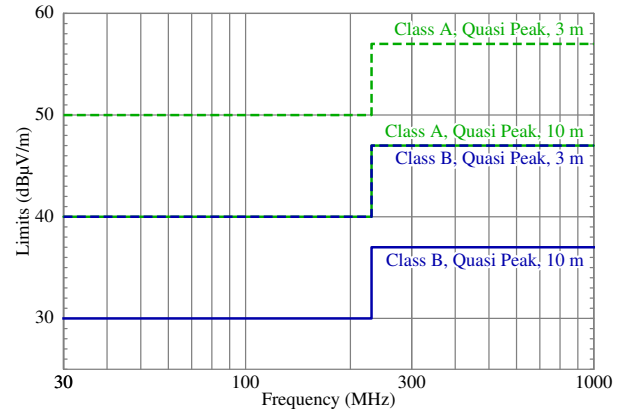


図 6: 放射エミッション限度 — 30~1 000 MHz

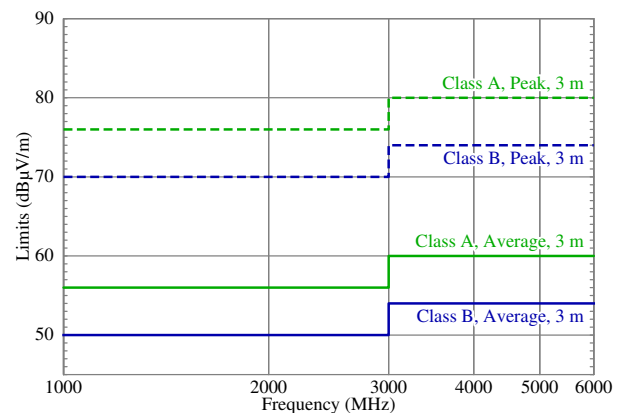


図 7: 放射エミッション限度 — 1~6 GHz

この規格の放射エミッションの要求は補助機器を単体で、すなわち無線機器(無線送信機や無線受信機)と組み合わせずに評価する際にのみ適用される。^{†19}また、補助機器からのエミッションに関しては除外帯域 (§3.3) の適用はない。

無線機器、また無線機器と補助機器の組み合わせのエンクロージャやアンテナ・ポートからのエミッションに関しては、通常はその無線に該当する無線スペクトラムの有効な利用に関する規格^{†20}のエミッション要求が適用される。

^{†19} 補助機器は「無線機器に接続せずに無線受信機や無線送信機とは独立に機能を提供するために使用することができない」 (§2.1) ものであり、無線機器と組み合わせずに単体で試験することは難しいかも知れず、従ってこの規格の放射エミッションの要求の対象となるケースは少ないかも知れない。だが、必要な場合、無線機器と組み合わせたものに対してこの規格の放射エミッションの要求を準用するようなことも可能だろう。

^{†20} 例えば ETSI EN 300 328、ETSI EN 301 893 などのような、無線機器指令 2014/53/EU^{[2][10]} Article 3.2 の必須要求に対応する規格。

4.3 伝導エミッション

150 kHz～30 MHz の伝導エミッションの限度は、DC 電源入出力ポート、AC 電源入出力ポート、及びネットワーク・ポートに適用される。

測定は、無線機器や補助機器、あるいはその組み合わせを代表的な構成として、EN 55032 (CISPR 32)^[4] で述べられているように行なうことができる。

EUT が 30 MHz 以下で動作する無線送信機の場合、送信モードでの測定では除外帯域 (§3.3) が適用され、その周波数範囲のエミッションは無視することができる。

4.3.1 DC 電源入出力ポート

この要求は、無線機器や補助機器の、DC 電源網への接続、あるいは DC 電源への 3 m よりも長いケーブルでの接続が意図されたポートに適用される。

専用の AC/DC 電源 (AC アダプタ) や DC/DC 変換器を介して電源に接続することが意図されている場合、その AC/DC 電源や DC/DC 変換器の入力側での測定を、そしてそれと無線機器や補助機器とのあいだのケーブルが 3 m よりも長い場合はそれに加えて無線機器や補助機器の DC 電源入力での測定も行なう。

測定は、車両の DC 電源への接続が意図されている場合は CISPR 25^[8] で規定された $5 \mu\text{H}/50 \Omega$ AN を、その他の場合は EN 55032 (CISPR 32)^[4] で規定された $50 \Omega/50 \mu\text{H}$ AMN を介して電源を供給して行なう。

DC 電源入出力ポート伝導エミッションは EN 55032 (CISPR 32)^[4] Class A 限度と同等の限度に適合しなければならない (図 8)。

4.3.2 AC 電源入出力ポート

この要求は無線機器や補助機器の AC 電源のために意図されたポートに適用される。

測定は、EN 55032 (CISPR 32) で規定された $50 \Omega/50 \mu\text{H}$ AMN を介して電源を供給して行なう。

AC 電源入出力ポート伝導エミッションは EN 55032 (CISPR 32)^[4] Class B 限度に適合しなければならない (図 8)。但し、工業環境や通信セン

ターのみでの使用が意図された機器には Class A 限度を適用しても良い。

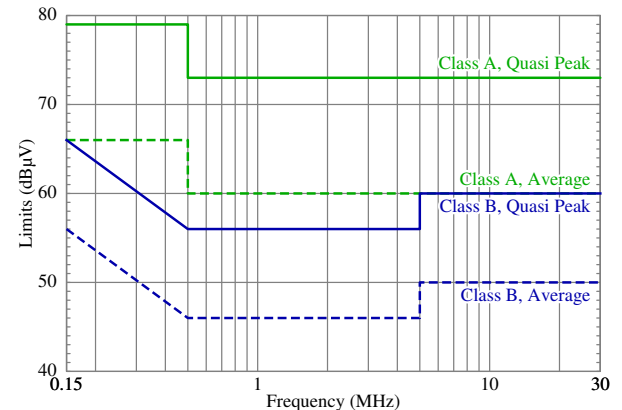


図 8: 伝導エミッション限度 — AC 電源入出力ポート

但し、その AC 電源入出力ポートで PLC (電力線通信) が使用可能な場合、その代わりにその PLC に対する規格を適用する。

4.3.3 ネットワーク・ポート

この要求は、例えば CATV、PSTN、ISDN、xDSL、LAN などのネットワークへの接続が意図されたポートに適用される。

ネットワーク・ポート伝導エミッションは EN 55032 (CISPR 32) Class B 限度に適合しなければならない (図 9)。但し、工業環境や通信センターのみでの使用が意図された機器には Class A 限度を適用しても良い。

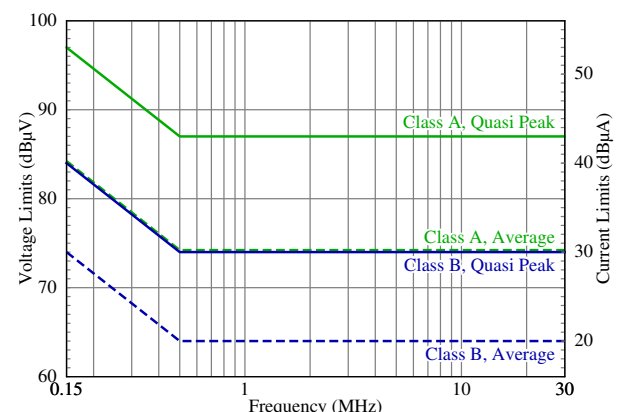


図 9: 非対称モード伝導エミッション限度 — 有線ネットワーク・ポート

4.4 電源高調波電流

AC 電源電流の高調波歪みを評価するもので、定格電流が 16 A 以下の場合には EN 61000-3-2、定格電流が 16 A～75 A の場合には EN 61000-3-12 を適用する [5]。

4.5 電圧変動/フリッカ

機器が AC 電源に引き起こす電圧変動や電圧フリッカのレベルを評価するもので、定格電流が 16 A 以下で条件付き接続の対象とならない場合は EN 61000-3-3、定格電流が 75 A 以下で条件付き接続の対象となる場合は EN 61000-3-11 を適用する [6]。

5 イミュニティ

5.1 イミュニティ要求

この規格で定められているイミュニティ試験の項目と試験レベルの一覧を表 1 に示す。

試験法は EN 61000-4 シリーズ [7] と ISO 7637-2 [9] が用いられ、それらの試験法そのものには本稿では踏み込まない。

5.2 試験時の構成と動作

- 規定された環境範囲と定格電源電圧で試験する。
- その機器がシステムの一部である、あるいは補助機器に接続できる場合、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補助機器と接続しての試験が許容される。
- アンテナがある場合、意図された使用を代表するような形でアンテナを取り付けて試験する。
- 独立した合否基準がない補助機器のイミュニティ試験では補助機器の合否の判定のためにそれと接続された無線受信機や無線送信機を用いる。
- その機器に多数のポートがある場合、実際の動作状態を模擬し、全ての異なる種類のポートをカバーするために十分な数のポートを選択する。

- ポートには意図する使用を代表する機器を接続するか、あるいは接続される機器のインピーダンスを模擬するように終端した典型的なケーブルを接続する。†18
- 意図された使用に際してケーブルが接続されないポートはケーブルを接続せずに試験する。
- 試験時の構成と動作モードは記録する。

5.3 性能基準

該当する規格でこれと異なるものが規定されていない限り、イミュニティ試験での判定に用いる具体的な性能基準はこの規格で定められた次のような枠組みに従って決定する。

5.3.1 連続的な事象に対する性能基準

試験中、以下の条件を満たすこと:

- 意図された動作を継続する;†21
- 意図しない送信を行なわない;
- 動作状態の意図しない変化がない;
- 重要な保存されたデータの意図しない変化がない。

5.3.2 過渡的な事象に対する性能基準

過渡的な事象に対しては、

- 過渡的な事象の印加が動作モードの変化 (例えば意図しない送信) や重要な保存されたデータの喪失を引き起こさず、
- 過渡的な事象の印加の後、機器は意図されたように動作する。

対称型有線ネットワーク・ポートへのサージの印加では、

†21 これは所定の通信品質が維持されることを含む。該当する規格で通信品質の基準やその評価の方法などが規定されていない場合、試験に先立ってそれらの事項も規定し、試験計画書に含めることが必要となるであろう。通信品質は、例えばデジタル通信の場合は誤り率 (ビット誤り率、パケット誤り率など)、オーディオの場合はオーディオ出力における歪みやノイズ (しばしば SINAD (signal to noise and distortion) として評価される) などを用いて規定できるであろう。

試験	使用形態			試験レベル	性能基準
	固定	車載	携帯		
エンクロージャ・ポート					
EN 61000-4-2	✓	✓	✓	接触: ±6 kV 気中: ±8 kV	過渡 過渡
EN 61000-4-3	✓	✓	✓	80 MHz~6 GHz: 3 V/m (1 kHz or 400 Hz [†] , 80 %)	連続
AC 電源入出力ポート					
EN 61000-4-4	✓	—	—	±1 kV (5 kHz)	過渡
EN 61000-4-5	✓	—	—	ライン-ライン: ±1 kV ライン-接地: ±2 kV	過渡 過渡
EN 61000-4-6	✓	—	—	0.15~80 MHz: 3 V (1 kHz or 400 Hz [†] , 80 %)	連続
EN 61000-4-11, -4-34	✓	—	—	0 %, 0.5 サイクル 0 %, 1 サイクル 70 %, 25 サイクル (50 Hz) 0 %, 250 サイクル (50 Hz)	過渡 過渡 §5.3.3 §5.3.3
DC 電源入出力ポート					
EN 61000-4-4	✓	—	—	±0.5 kV (5 kHz)	過渡
EN 61000-4-6	✓	—	—	0.15~80 MHz: 3 V (1 kHz or 400 Hz [†] , 80 %)	連続
ISO 7637-2*	—	✓	—	Pulse 3a, 3b: Level III (20 分) Pulse 1, 2a, 2b, 4: Level III (10 パルス)	連続 過渡 [‡]
信号ポート					
EN 61000-4-4	✓	—	—	±0.5 kV (5 kHz)	過渡
EN 61000-4-6	✓	—	—	0.15~80 MHz: 3 V (1 kHz or 400 Hz [†] , 80 %)	連続
有線ネットワーク・ポート					
EN 61000-4-4	✓	—	—	±0.5 kV (xDSL: 100 kHz, 他: 5 kHz)	過渡
EN 61000-4-5	✓	—	—	屋外、対称: ライン-接地: ±1 kV (10/700 μs) 屋外、非対称: ライン-接地: ±1 kV, ライン-ライン: ±0.5 kV (1.2/50 μs) 屋内: ライン-接地: ±0.5 kV (1.2/50 μs)	過渡 過渡 過渡
EN 61000-4-6	✓	—	—	0.15~80 MHz: 3 V (1 kHz or 400 Hz [†] , 80 %)	連続

[†] 1 kHz のオーディオ信号が用いられている場合は 400 Hz

[‡] 通信リンクが維持されず、再確立が必要となっても良い

* 車両等の 12 V や 24 V の電源に接続されるポートのみ

表 1: ETSI EN 301 489-1 V2.2.3 のイミュニティ試験要求の概要

- 対称型有線ネットワーク・ポートが1つの製品の場合、機能が自己回復する、あるいはその他の手段で回復させられる限り、機能の喪失が許容される。

非揮発性メモリに記録された、あるいはバッテリー・バックアップで保護された情報は失われてはならない。

- 対称型有線ネットワーク・ポートを2つ以上持つ製品の場合、機能が自己回復する、あるいはその他の手段で回復させられる限り、そのポートの機能の喪失が許容される。

非揮発性メモリに記録された、あるいはバッテリー・バックアップで保護された情報は失われてはならない。

5.3.3 電源のディップと短時間停電に対する性能基準

- 残留電圧 0 %、0.5 サイクルと 1 サイクルのディップの試験では過渡的な事象に対する性能基準 (§5.3.2) を適用する。
- 残留電圧 70 %、25 サイクルのディップ、及び短時間停電 (0 % 250 サイクル) の試験では以下の性能基準を適用する：
 - その機器がバッテリー・バックアップを備えている場合、過渡現象に対する性能基準を適用する；
 - AC 電源のみから給電される場合、揮発性のユーザー・データは失われても良く、該当する場合は通信リンクが維持されなくても良く、喪失した機能はユーザーやオペレータによって回復できるべきである；
 - 電源電圧の回復の際に意図しない応答を示さない；
 - 機能の喪失やユーザーの保存されたデータの喪失があった場合、その旨が記録される。

6 補足

6.1 車両等への設置が意図された機器

車両等への設置が意図された機器は、通常、その車両等に該当する規格や規則の考慮も必要となる。

例えば路上走行車両への取り付けが意図された機器の場合、一般に ECE Regulation No. 10 (ECE R10)^[12] への適合が必要となり、さらにその車両上の他の無線受信機 (ラジオ、GPS、キーレスエントリーなど) への干渉の防止のためにこの規格や ECE R10 よりも厳しいエミッション限度の適用の考慮も必要となるだろう。また、自動車メーカーへの納入の場合、通常はそれぞれの自動車メーカーが定めた厳しい要求への適合が必要となる。

6.2 無線機器と非無線機器の組み合わせ

無線機器を非無線機器に組み込んだ場合、その非無線機器の部分がこの規格で言うところの補助機器 (§2.1) に該当しないのであればその非無線機器の部分はこの規格の対象とはならない。

このような機器は、無線機器と非無線機器の複合機器として、無線機器の部分にはこの規格 (及びその無線機器に対応する ETSI EN 301 489 シリーズの他のパートの規格) を、非無線機器の部分はそれに該当する別の規格を適用して適合性評価を行なうことができる。例えば無線 LAN モジュールをコンピュータに組み込んだものの場合、無線機器と情報技術機器の複合機器として、無線 LAN モジュールの部分には ETSI EN 301 489-1 と ETSI EN 301 489-17 を、コンピュータの部分には EN 55032 と EN 55035 を適用して評価できるだろう。

だが、コンピュータと無線モジュールの適合性確認が別途適切に行なわれているとしても、それらを組み合わせたもの全体が適合しているとは限らない^{†22} ため、無線モジュールが組み込まれたコンピュータの無線機器指令への適合のためにはその全体としての適合性を何らかの方法で示すことが必要となるだろう。

このような無線機器と非無線機器を組み合わせたものの扱いに関しては ETSI EG 203 367^{[3][11]} も参照されたい。

^{†22} この原則は “CE + CE ≠ CE” として知られている。

6.3 複数の無線を含む機器

それぞれの無線送受信機が通常の使用で独立に動作する無線リンクに対応する場合、それらを別々に、それぞれに該当する規格を適用して試験して良い。

そうでない場合は別々にはではなく機器全体として試験すべきであり、この場合はイミュニティ試験に際しては機器全体に対する性能基準も必要となる。

1 台の電力増幅器が複数のフロントエンド (送信アンテナなど) に給電するような場合、それぞれの部分を別々の場所に設置することが意図されているならば、それぞれの部分を別々に、それぞれに該当する規格を適用して試験して良い。

それぞれの部分を同一の場所に設置することが意図されているならば、意図された使用を代表する形でそれら全体を一括で試験すべきである。

6.4 試験所に提出すべき情報

製造業者は試験に当たって試験所に試験の実施のために必要な全ての情報を提示すべきであり、これは少なくとも次の情報を含むべきである:

- その無線機器の意図された使用 (ユーザー向け文書の内容に沿っているべき)
- 意図された使用のために必要なユーザー制御機能と保存されるデータ、また EMC 試験の後でそれらが失われていないかどうかの評価のために用いる方法
- 変調の種類、試験時に用いる送信内容の特性 (ランダムなビット列、メッセージ・フォーマットなど)、また EUT の評価を可能とするために必要な試験機器
- 試験時にその無線機器と組み合わせる補助機器 (該当する場合)
- 電源 (AC/DC)/通信/信号/制御に分類された、許容されるケーブル長を含む、ポートの網羅的な一覧
- その機器の動作が意図された動作周波数帯
- 該当する場合、EUT の連続的な試験を妨げるような機器の熱的な制限
- 機器の使用が意図された環境条件

- チャンネル化されていない機器の場合、対応する無線送信機の占有帯域幅

また、

- 試験時の動作条件 (入出力の接続や信号、除外帯域の適用など; §3.2, §3.3)
- 除外帯域 (§3.3) の決定に用いるべき係数 n の値

7 参考資料

- [1] ETSI EN 301 489-1 (V2.2.3, 2019-11), *ElectroMagnetic Compatibility (EMC) standard for radio equipment and services; Part 1: Common technical requirements; Harmonised Standard for ElectroMagnetic Compatibility*
<https://www.etsi.org/standards#search=301489>
- [2] *Directive 2014/53/EU of the European Parliament and of the Council of 16 April 2014 on the harmonisation of the laws of the Member States relating to the making available on the market of radio equipment and repealing Directive 1999/5/EC*
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32014L0053>
- [3] ETSI EG 203 367 V1.1.1 (2016-06), *Guide to the application of harmonised standards covering articles 3.1b and 3.2 of the Directive 2014/53/EU (RED) to multi-radio and combined radio and non-radio equipment*
<https://www.etsi.org/standards#search=203367>
- [4] CISPR 32 の概要, 株式会社 e・オータマ, 佐藤, 2021,
<https://www.emc-ohtama.jp/emc/reference.html>
- [5] 電源高調波電流の制限 — IEC 61000-3-2, -3-12 の概要, 株式会社 e・オータマ, 佐藤, 2020,
<https://www.emc-ohtama.jp/emc/reference.html>
- [6] 電圧変動やフリッカの制限 — IEC 61000-3-3, -3-11 の概要, 株式会社 e・オータマ, 佐藤, 2020–2021,
<https://www.emc-ohtama.jp/emc/reference.html>
- [7] IEC 61000-4 シリーズ イミュニティ試験規格の概要, 株式会社 e・オータマ, 佐藤, 2018,
<https://www.emc-ohtama.jp/emc/reference.html>
- [8] CISPR 25 の概要, 株式会社 e・オータマ, 佐藤, 2021,
<https://www.emc-ohtama.jp/emc/reference.html>
- [9] ISO 7637-2 & ISO 7637-3 の概要, 株式会社 e・オータマ, 佐藤, 2021,
<https://www.emc-ohtama.jp/emc/reference.html>

- [10] 無線機器指令 2014/53/EU への適合のためのガイド, 株式会社 e・オータマ, 佐藤, 2014-2021,
<https://www.emc-ohtama.jp/emc/reference.html>
- [11] ETSI EG 203 367 の概要 — 指令 2014/53/EU の Article 3.1b と 3.2 をカバーする整合規格の、複数の無線や無線と非無線を組み合わせた機器への適用のガイド, 株式会社 e・オータマ, 佐藤, 2018,
<https://www.emc-ohtama.jp/emc/reference.html>
- [12] ECE Regulation No. 10.06 の概要, 株式会社 e・オータマ, 佐藤, 2014-2021,
<https://www.emc-ohtama.jp/emc/reference.html>
- [13] 平成十八年総務省告示第百七十三号、総務大臣が別に告示する試験設備を定める件,
https://www.tele.soumu.go.jp/horei/law_honbun/72aa7939.html