

広帯域無線通信システムの EMC — ETSI EN 301 489-17 の概要

株式会社 e・オータマ 佐藤智典

2022 年 9 月 26 日

目次

1	概要	1
2	適用範囲	2
3	試験条件	2
3.1	無線機器の入出力の扱い	2
3.2	ホスト依存の機器やプラグイン・カードの評価	4
3.3	イミュニティ試験の除外帯域	4
4	性能評価	5
4.1	一般	5
4.2	評価手続き	5
4.3	性能基準	5
4.3.1	最小性能レベル	6
5	EMC 要求	6
6	参考資料	7

1 概要

ETSI EN 301 489-17^[1] は、無線機器のうち、無線 LAN などの広帯域データ通信システムの EMC の要求を定めた欧州規格であり、共通事項を定めた ETSI EN 301 489-1^{[2][7]} 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^{[3][8]} 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 301 489-17 V3.2.4 (2020-09)^[1] の概要を述べる。ETSI EN 301 489-17 は ETSI EN 301 489-1 を含むが、本稿では ETSI EN 301 489-1 の内容には触れておらず、これについては ETSI EN 301 489-1^[2] やその解説^[7] と併せて読んでいただくことを想定している。

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][2]} を参照していただきたい。



^{†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 適用範囲

ETSI EN 301 489-17 は、表1のいずれかの規格の対象となる無線送受信システムやその補助機器に、ETSI EN 301 489-1 と組み合わせて適用される。

但し、この規格の放射エミッションの要求はそれらの無線送受信システムに関する補助機器単体に対してのみ適用される。

3 試験条件

3.1 無線機器の入出力の扱い

試験時の無線機器の入出力の扱いは ETSI EN 301 489-1 に従う。

但し、

- 無線受信機に RF 信号を与える、あるいは無線送信機の RF 出力を監視する対向器との接続は次のように行なう (図1):

(a) 外部アンテナ・コネクタが1つある場合、EUT からアンテナを取り外し、EUT と対向器を同軸ケーブルなどのシールドされた線路を用いて接続できる。^{†2†3}

接続のために EUT の改造や分解が必要な場合はこの方法は用いない。

(b) 外部アンテナ・コネクタがない場合、EUT はアンテナを取り付けたままとし、対向器を試験環境内に配置したアンテナに接続して EUT とのあいだの接続は空間を介して行なう。

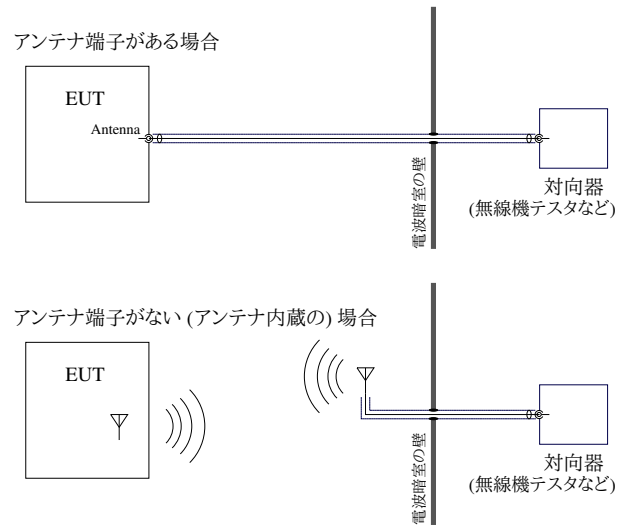


図1: 無線機器の RF 入出力の扱いのイメージ

(c) 複数のアンテナ・ポート^{†4}がある場合、

- それら全てのアンテナ・ポートを (a) の外部アンテナ・コネクタが1つある場合と同様に接続する、あるいは
- (b) の外部アンテナ・コネクタがない場合と同様に扱う。



図2: 複数のアンテナを持つ無線 LAN 機器の例

- 無線送信機と無線受信機を同時に試験する場合、EUT と対向器の双方が通常の試験変調で送受信して通信リンクを維持し、無線機器の出力は試験システムで監視する。^{†5}

- 放射イミュニティ試験では、無線受信機の RF 入力かエンクロージャにおける必要信号のレ

^{†2} アンテナを同軸コネクタを介して機器の外部に取り付けるようになっているものも珍しくなく、そのような場合、必要に応じて変換アダプタを介して同軸ケーブルに接続することができる。アンテナ・コネクタとしてはしばしば逆極性 SMA (RP-SMA) が用いられており、これは形状は通常の SMA コネクタと同一だがオス/メスが逆になっており、この場合も通常の SMA コネクタとの接続のためには変換コネクタが必要となる。

^{†3} 基板型の無線モジュールでもアンテナが小形の同軸コネクタを介して接続されるようになっていることもある (図5)。また、アンテナが基板上に実装されたり作り込まれたりしている場合であっても、基板上に試験用のコネクタが設けられ、また内蔵のアンテナを容易に切り離せるようになっていることもある。このような場合、筐体の外部に同軸コネクタが取り付けられている場合と同様、必要に応じて変換アダプタを用意すれば対向器と同軸ケーブルで接続することが可能となるだろう。

^{†4} スペース・ダイバシティ、ビーム・フォーミング、多重化などの目的で複数のアンテナを備えた機器も珍しくない。

^{†5} この規格の対象となる無線機器は、無線送信機と無線受信機の双方を含み、普通に機能させるためには双方向の通信リンクを確立することが必要となることも多い。そのような無線機器の試験では、対向器も単に信号を受信したり実際の信号を模擬する信号を送信したりするのみでなく、所定のプロトコルに従って双方向の通信リンクを確立し、維持できるものであることが必要となる。

規格	対象	周波数範囲	対象となるものの例
ETSI EN 300 328	2.4 GHz ISM 周波数帯で動作する広帯域変調技術を用いたデータ通信システム Wideband transmission systems; Data transmission equipment operating in the 2,4 GHz band; Harmonised Standard for access to radio spectrum	2400～2483.5 MHz	無線 LAN (IEEE 802.11/b/g/n/ax), Bluetooth
ETSI EN 301 893	5 GHz 高性能 RLAN システム 5 GHz RLAN; Harmonised Standard covering the essential requirements of article 3.2 of Directive 2014/53/EU	5150～5350 MHz, 5470～5725 MHz	無線 LAN (IEEE 802.11a/h/n/ac/ax)
ETSI EN 303 687	6 GHz 高性能 RLAN システム 6 GHz WAS/RLAN; Harmonised Standard for access to radio spectrum	5945～6425 MHz	無線 LAN (IEEE 802.11ax)
ETSI EN 302 502	5725 MHz～5875 MHz で動作する広帯域変調技術を用いたデータ通信システム (5.8 GHz 固定広帯域データ通信システム) Wireless Access Systems (WAS); 5,8 GHz fixed broadband data transmitting systems; Harmonised Standard for access to radio spectrum	5725～5875 MHz	
ETSI EN 302 567	60 GHz 帯マルチ・ギガビット無線システム Multiple-Gigabit/s radio equipment operating in the 60 GHz band; Harmonised Standard covering the essential requirements of article 3.2 of Directive 2014/53/EU	57～71 GHz	無線 LAN (IEEE 802.11ad)

表 1: 対象となる無線技術

ベルは EUT の P_{min} の 30 dB (± 6 dB) 上とする。

P_{min} は妨害を受けていない状態で所定の最小性能レベル (§4.3.1) を満足するために必要な必要信号の最小のレベルで、この信号レベルの設定は次のように行なうことができる:

1. PER (パケット誤り率) や FER (フレーム誤り率) を測定しながら対向器の出力信号のレベルを調整して無線受信機の性能が所定の最小性能レベル (§4.3.1) となる

ようにし、この時の信号レベルを P_{min} とする (図 3);

2. 対向器の出力信号のレベルを 30 dB 上げる。

その他の試験では通信リンクの確立のために必要な必要信号のレベルは EUT の意図された使用を代表すべきである。

- 無線受信機の出力信号のための計測器は試験環境外に配置する。

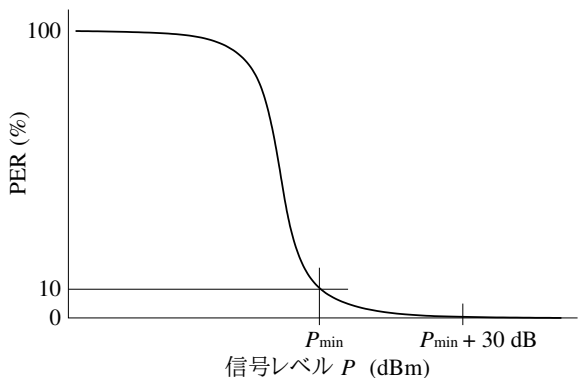


図 3: 信号レベルとパケット誤り率 PER のイメージ



図 5: 内蔵型 (PCI-e 接続) の無線 LAN モジュールの例

3.2 ホスト依存の機器やプラグイン・カードの評価

プラグイン型^{†6}の無線アダプタのように、無線機器の部分が様々なホスト・システム^{†7}とともに用いることが意図されている場合、意図された使用を代表するホスト・システムを用いて、あるいはそのデバイスが使用されるかも知れない一連のホスト・システムを代表する試験用治具を用いて試験することができる。

試験用治具を用いる場合、その試験用治具は無線機器の部分がホスト機器に接続されたり挿入されたりした時と似た形で無線機器の部分に給電して動作させられるものとする。

この方法での評価の対象となるものの例としては、ホストへの内蔵が意図された基板型の無線モジュール (図 4, 図 5)、USB 接続の無線アダプタ (図 6) など挙げられるだろう。

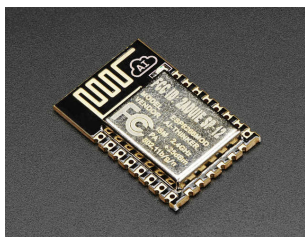


photo by Adafruit Industries, licensed under CC BY-NC-SA 2.0

図 4: 基板実装型の無線 LAN モジュールの例



photo by Adafruit Industries, licensed under CC BY-NC-SA 2.0

図 6: USB 接続型無線 LAN アダプタの例

無線機器をホストと組み合わせた形で評価する場合でも、この規格での評価は基本的には無線機器の部分のみが対象となる。

ホストは大抵は非無線機器で、その EMC 評価は ETSI EN 301 489 シリーズの規格ではなくその機器に該当する規格を適用して行なうことができる。^{†8}

非無線機器と無線機器を組み合わせたものの評価については、ETSI EG 203 367^[4] やその解説^[9]、ETSI EN 303 446-1^[5]、ETSI EN 303 446-2^[6] など参照されたい。

3.3 イミュニティ試験の除外帯域

この規格では以下の無線機器の放射電磁界イミュニティ試験 (IEC 61000-4-3) に関しては ETSI EN 301 489-1 の一般的な規定とは別の除外帯域の規定がある:^{†9}

^{†8} そのホストに適用すべき試験がこの規格での試験と同様のものである場合、無線機器の部分とそのホストの試験をある程度同時に行なうこともできるかも知れない。勿論、試験法や試験レベルなどの相違の可能性に加え、この規格での除外帯域はホストの部分には適用されないであろうことにも注意すべきであろう。

^{†9} 除外帯域の決定ではその周波数帯での典型的なチャンネル帯域幅が考慮されているものの、これらの除外帯域は特定の周波数範囲として規定されており、実際に使用されるチャンネル帯域幅が異なる場合でも除外帯域は同一となる。

^{†6} プラグイン型無線機器 — その制御機能と電源を用いる、様々なホスト・システムと共に用いることが意図された無線機器。

^{†7} ホスト — 無線機器の部分が接続されていない時にユーザーのための機能を完全に持つ、無線機器の部分が追加の機能を提供する、また無線機器の部分が機能を提供するためにはそれへの接続が必要な任意の機器。

- 2.4 GHz ISM 周波数帯データ通信システム (図 7):

- 下限: $2400 \text{ MHz} - 40 \text{ MHz} \times 3 = 2280 \text{ MHz}$
- 上限: $2483.5 \text{ MHz} + 40 \text{ MHz} \times 3 = 2603.5 \text{ MHz}$

- 5 GHz 高性能 RLAN システム (図 8):

- 下限: $5150 \text{ MHz} - 80 \text{ MHz} \times 4 = 4830 \text{ MHz}$
- 上限: なし ($5725 \text{ MHz} + 80 \text{ MHz} \times 4 = 6045 \text{ MHz} > 6 \text{ GHz}$)

- 5725 MHz~5875 MHz で動作する広帯域変調技術を用いたデータ通信システム (5.8 GHz 固定広帯域データ通信システム):

- 下限: $5725 \text{ MHz} - 40 \text{ MHz} \times 11 = 5285 \text{ MHz}$
- 上限: なし ($5875 \text{ MHz} + 40 \text{ MHz} \times 11 = 6755 \text{ MHz} > 6 \text{ GHz}$)

無線周波伝導イミュニティ試験 (IEC 61000-4-6)、及び伝導エミッション測定はこの周波数範囲では行なわれず、従ってそれらの試験では除外帯域の適用はない。

また、この規格の放射エミッションの要求は補助機器にのみ適用され、補助機器のエミッション試験では除外帯域の適用はない。

4 性能評価

4.1 一般

製造業者は試験に当たって EN 301 489-1^{[2][7]} で要求されている情報に加えて以下の情報を試験所に提示すべきであり、これらの情報は試験報告書にも記載すべきである:

- 機器の動作周波数範囲
- 機器の種類、例えば独立型やプラグイン型の無線デバイス
- 試験時にその無線機器と組み合わせるべきホスト機器

- EMC ストレスの印加のもとでの最小性能レベル

- 通常の試験変調、フォーマット、誤り補正の種類、また任意の制御信号、例えば ACK/NACK や自動再送要求^{†10}

4.2 評価手続き

性能の評価は以下に基づく:

- 機能の維持;
- 結果的な機能の喪失を回復させられる方法;
- EUT の意図的でない挙動。

試験システムは EUT の意図された使用と同様の形で通信リンクを確立しなければならない。

EUT のメモリやストレージのユーザー用のデータ領域は意図された使用を代表する形で埋める。

評価手続きは通信リンクが維持されてユーザー制御機能や保存された重要なデータの喪失がないことを検証する。

EUT が複数の周波数帯や複数の無線技術を使用できる場合、それぞれの周波数帯や無線技術で評価する。^{†11}

4.3 性能基準

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表 2 に示すような枠組みに従って決定する。

通信に関する最小性能レベルは §4.3.1 を参照。

いずれの場合も、待機モードの無線送信機や受信モードの送無線受信機の試験では試験中に意図しない送信を生じてはならない。

^{†10} IEEE 802.11 ファミリなどの規格で単一の要求が定められている範囲についてはその規格 (例えば “IEEE 802.11g” のような) を示せば間に合うかも知れない。

^{†11} 例えば無線 LAN 機器の場合、複数の周波数帯 (主に 2.4 GHz 帯と 5 GHz 帯)、複数の無線技術をサポートしていることも珍しくない。

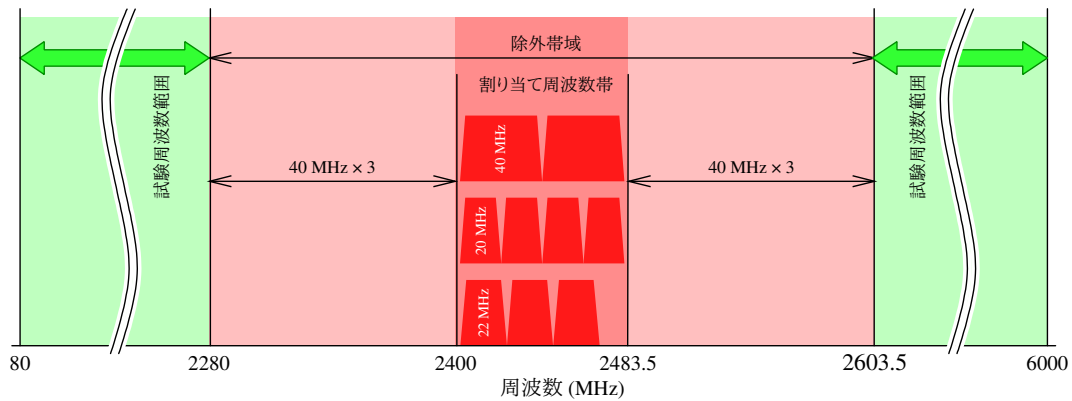


図 7: 2.4 GHz ISM 周波数帯データ通信システムの除外帯域

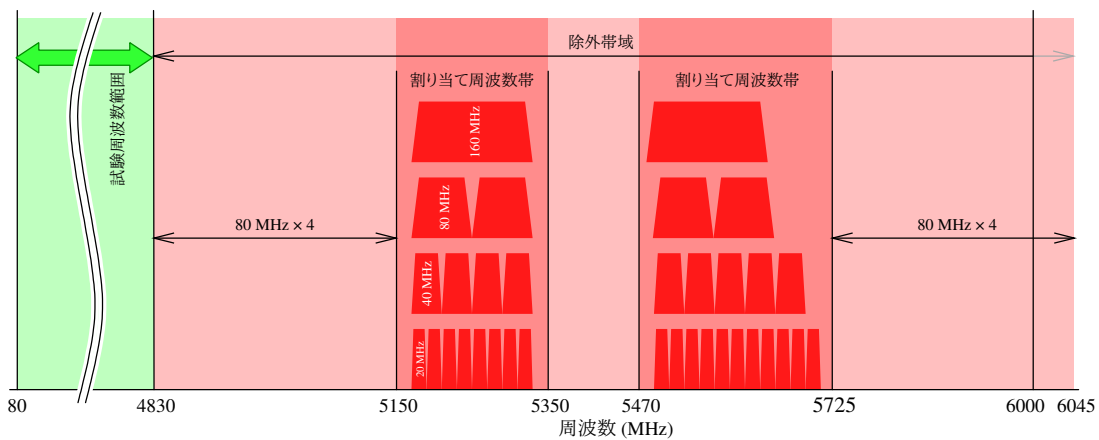


図 8: 5 GHz 高性能 RLAN システムの除外帯域

4.3.1 最小性能レベル

PER (パケット誤り率) や FER (フレーム誤り率) をサポートする機器の場合、最小性能レベルは PER や FER が 10 % 以下であること。^{†12†14†15}

^{†12} IEEE 802.11 ファミリの無線 LAN では送信される各フレームに含められた検査符号 (FCS; frame check sequence) によるエラー検出が行なわれており、通信品質の指標として送信されたパケットの数に対するエラーとなったパケットの数の比率である PER (パケット誤り率)^{†13} が用いられることがある。Bluetooth もこれと幾分似たエラー検査のメカニズムを含み、またエラー検出時の再送処理もその要求の一部となっている。

^{†13} このエラー検査はフレームに対するものであるが、PER (パケット誤り率) と呼ばれている。

^{†14} PER の測定を EUT や対向器となる無線機器で行なえる可能性もあるものの、原理的に PER の測定が可能であったとしてもその測定のためには特別なソフトウェアが必要となるかも知れず、また信号レベルの調整 (§3.1) のためにも工夫が必要となるかも知れない。EUT 側のソフトウェアの支援なしに PER の測定を行なえる、EN 301 489-17 での PER 評価への対応を謳った無線機テストも市販されており、そのようなものであれば信号レベルの調整も容易に行なえるので、そのようなものの使用が望ましい、あるいは必要となるかも知れない。

^{†15} 通信アプリケーションは無線通信で相当の通信エラーが発生していてもエラーなしで正常な動作を継続するように構成されていることが普通であり、またアプリケーションよりも下のレイヤがエラー・フリーな通信チャネルを提供している場合にはあ

PER や FER をサポートしない機器の場合、最小性能レベルは意図された使用のために必要な無線通信機能の喪失がないこと。

5 EMC 要求

エミッションとイミュニティの試験項目や要求レベルなどは ETSI EN 301 489-1^{[2][7]} に従う。

る程度の通信エラーが発生していてもアプリケーションのレベルではそれに気付かさないかも知れない。また、通常は通信速度や応答時間には余裕があり、PER が相当高くならなければアプリケーションのレベルでは検出可能な性能の低下さえ生じないかも知れない。従って、一般に、アプリケーションのレベルで異常を生じないことを確認しても PER による評価の代わりにはなりそうにない。

基準	試験中	試験後	適用対象の試験
A	意図されたように動作する 機能の喪失がない 意図しない送信を生じない	意図されたように動作する 性能の低下がない 機能の喪失がない 意図しない送信を生じない 保存された重要なデータの喪失がない	IEC 61000-4-3, -4-6
B	機能の喪失があって良い	機能は自己回復する 回復の後は意図されたように動作する 保存された重要なデータの喪失がない	IEC 61000-4-2, -4-4, -4-5, -4-11 & -4-34 (性能基準 C の対象となる条件以外)
C	機能の喪失があって良い	機能はオペレータによって回復できる 回復の後は意図されたように動作する 保存された重要なデータの喪失がない	IEC 61000-4-11 & -4-34 (100 ms 以上の電圧ディップ、500 ms の停電)

表 2: 性能基準

6 参考資料

- [1] ETSI EN 301 489-17 (V3.2.4, 2020-09), *ElectroMagnetic Compatibility (EMC) standard for radio equipment and services; Part 17: Specific conditions for Broadband Data Transmission Systems; Harmonised Standard for ElectroMagnetic Compatibility*
<https://www.etsi.org/standards#search=301489>
- [2] 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>
- [3] *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>
- [4] 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>
- [5] ETSI EN 303 446-1, *ElectroMagnetic Compatibility (EMC) standard for combined and/or integrated radio and non-radio equipment; Part 1: Requirements for equipment intended to be used in residential, commercial and light industry locations*
<https://www.etsi.org/standards#search=303446>
- [6] ETSI EN 303 446-2, *ElectroMagnetic Compatibility (EMC) standard for combined and/or integrated radio and non-radio equipment; Part 2: Requirements for equipment intended to be used in industrial locations*
<https://www.etsi.org/standards#search=303446>
- [7] 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, 2022,
<https://www.emc-ohtama.jp/emc/reference.html>
- [8] 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>
- [9] 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>