

# カナダの車両、ボート、内燃機関やトラクション・バッテリーを備えたその他のデバイスのエミッション要求 — ICES-002 の概要

株式会社 e・オータマ 佐藤智典

2023 年 6 月 5 日

## 目次

1	概要	1
2	適用範囲	1
3	適用の除外	2
3.1	デモンストレーションや評価での使用のための機器	2
3.1.1	機器自身上の表示	2
3.1.2	機器に添付する宣言	3
3.2	ワンオフの改造品	3
3.3	他の ICES 規格に適合したコンポーネントを用いた改造	3
4	適合手続き	3
4.1	SDoC (供給者適合宣言)	3
4.2	ISED 適合ラベル	3
4.2.1	電子ラベル (e-labelling)	4
5	技術的要求事項	4
5.1	エミッション限度の適用	4
5.2	通常の動作状態での要求	4
5.2.1	動作条件	4
5.2.2	伝導エミッション	4
5.2.3	放射エミッション	5
5.3	車両、ボート、その他のデバイスを主電源に接続した状態に関する要求	5
5.3.1	動作条件	5
5.3.2	伝導エミッション	5
5.3.3	放射エミッション	6
5.4	車両、ボート、その他のデバイスのための電源や電力変換装置に対する要求	7
5.4.1	動作条件	7
5.4.2	伝導エミッション	7
5.4.3	放射エミッション	8
6	補足	8
6.1	クラス	8
6.2	無線モジュールの組み込み	8
6.3	AMN と ISN (AAN)	9
6.3.1	AMN	9
6.3.2	ISN (AAN)	10
7	参考資料	11

## 1 概要

カナダでは無線スペクトラムの管理は [Innovation, Science and Economic Development Canada \(ISED\)](#)<sup>†1</sup>が行なっている。

ISED による規制の対象には無線デバイスのように意図的に電波を放射するものだけではなくデジタル・デバイスのように機器の動作の副作用としてエミッションを生じるものも含まれ、それらに対する要求事項は一連の [ICES \(interference-causing equipment standard\)](#) で定められている。

本稿では、ICES のうち、車両、ボート、また内燃機関やトラクション・バッテリーを備えたその他のデバイスからの電磁界のエミッション<sup>†2</sup>に関する要求事項を定めた ICES-002 Issue 7<sup>[2]</sup> について解説する。

ここでの説明は十分に正確なものであるとは限らず、また要求が変更されていることもあるので、正確な情報は最新の ICES-002<sup>[2]</sup> や ICES-Gen<sup>[1]</sup>、その他の関係する文書を参照していただきたい。

## 2 適用範囲

ICES-002 は、

- 内燃機関、電気、あるいはその双方で駆動される車両

「車両 (vehicle)」は、人や物を運ぶことが意図された、あるいは搭乗者によって操作される、地上で運用される機械を意味する。

<sup>†1</sup> 旧称 Industry Canada。ISED 証明番号のプリフィックスとして用いられる “IC:” (§6.2) にその痕跡が見られる。

<sup>†2</sup> 自動車やその他の内燃機関を用いたデバイスに関連してはエミッションという用語は排出物 (排出ガスや粒子状排出物) を、また騒音の放射を指すことが多いが、勿論、本稿ではその種の事項は扱わない。

- 内燃機関、電気、あるいはその双方で駆動される全長 15 m 以下のボート、また独立して市販される船外機

「ボート」は水面上での使用が意図された長さ 15 m 以下の船を意味し、いわゆるモーターボート、ジェットスキーなどはこれに該当する。

- 内燃機関、あるいはトラクション・バッテリーを搭載したデバイス

「デバイス」は、人や物を運ぶことが主に意図されていない、内燃機関やトラクション・バッテリーで駆動される機械を意味する。例えばエンジン駆動のチェーンソー、刈払機、灌水ポンプ、コンプレッサ、発電機など、またエンジン駆動や電動の芝刈り機、除雪機などはこれに該当する。

「トラクション・バッテリー」は電動やハイブリッド式の車両、ボート、あるいはデバイスの推進に用いられるバッテリーを意味する。

- 上記のもののためのスイッチ・モード電源装置や半導体電力変換装置

に適用される。

ICES-002 の対象は CISPR 12 の対象となる機器を含むが、

- そのような機器が AC 電源に接続されている状態でのエミッション (放射、伝導) の要求もある;<sup>†3</sup>
- そのような機器のためのスイッチ・モード電源装置や半導体電力変換装置も対象となる;<sup>†4</sup>
- 内蔵のバッテリーで走行する芝刈り機や除雪機のようなもの (CISPR 12 ではなく CISPR 14-1 が適用されるかも知れない) も「トラクション・バッテリーを搭載したデバイス」として ICES-002 の対象となる。<sup>†5</sup>

他の ICES と共通する事項は ICES-Gen<sup>[1]</sup> で定められており、これも ICES-002 と共に適用される。

この規格で定められたエミッション要求は、車両などの外部、例えばその周囲の住宅で使用されてい

<sup>†3</sup> 非接触充電での充電状態は ICES-002 ではなく RSS-216 (*Wireless Power Transfer Devices*) でカバーされる。

<sup>†4</sup> その電源装置や電力変換装置が既に ICES-001 に適合している場合は ICES-002 の対象から除外される。

<sup>†5</sup> これは CISPR 14-1 の対象となる機器全てが ICES-002 の対象となることを意味する訳ではない。CISPR 14-1 の対象となる機器全般をカバーする ICES はないが、そのような機器の多くは ICES-003<sup>[7]</sup> か ICES-001 の適用範囲にも入るかも知れず、そのような場合は該当する ICES の適用が必要となるであろう。

る受信機などの保護を意図したものである。この規格への適合は車両などから 10 m よりも遠くの受信機に対して妥当な保護を与えることが期待されるが、それよりも近くの受信機は十分に保護しないかも知れない。また、この規格はその車両など自身の上の受信機の保護は意図していない。

その車両、ボート、あるいは機械自身に搭載される受信機の保護のためにはその受信帯域内でのノイズを低く抑える<sup>†6</sup>ことが必要で、そのような受信機の保護は CISPR 25<sup>[10]</sup>などで扱われている。

### 3 適用の除外

#### 3.1 デモンストレーションや評価での使用のための機器

まだ適合していない機器を開発、実験、デモンストレーション、あるいは市場性の評価の目的でのみ使用しようとする場合、その機器と添付文書に以下の宣言を英語とフランス語の双方で明示することで、その他の要求の適用の対象から除外できる。

勿論、そのような機器を動作させようとする場合には有害な干渉を起こさないように適切な配慮が必要となるだろう。また、無線送信機を含む機器を動作させる場合は所定の許可<sup>†7</sup>が必要となるかも知れない。

そのような機器を単に展示するだけでなく実際に動作させようとする場合は、必要に応じて事前に現地の専門家や当局に相談することも考えると良いだろう。

##### 3.1.1 機器自身上の表示

Demo unit. Not to be leased, sold or offered for sale in Canada.

Matériel de démonstration. Ne doit pas être loué, vendu ou mis en vente au Canada.

<sup>†6</sup> 例えば GPS 受信器を搭載する場合は 1.6 GHz 前後の周波数のノイズを相当低く抑えることが必要となるだろう。ボートでは国際 VHF 無線 (マリン・バンド) が使用されるかも知れず、船舶用の機器を対象とする IEC 60533 や IEC 60945 (156 ~ 165 MHz の準尖頭値限度は距離 3 m で 24 dB $\mu$ V/m) などと同様に該当する VHF 帯のノイズを抑えるべきかも知れない。

<sup>†7</sup> 日本の電波法での実験試験局で必要となるものに相当するよう。

### 3.1.2 機器に添付する宣言

This equipment is a prototype unit which is intended for purposes of research and development, experimentation, demonstration or assessment of marketability. It cannot be leased, sold, or offered for sale in Canada.

Ce matériel est un prototype destiné à la recherche et au développement, à l'expérimentation, à la démonstration ou à l'évaluation de sa commercialité. Il ne peut être loué, vendu ou mis en vente au Canada.

### 3.2 ワンオフの改造品

例えば個人的な目的のために車両にウィンチやその他の電装品を取り付けるような、車両、ボート、あるいはその他のデバイスの個人的な目的のためのワンオフの改造には ICES-002 は適用されない。

一方、ICES-002 に適合した車両などを改造して販売する場合、例えばベース車両を用途に応じて艀装して販売するような場合、ICES に適合するコンポーネントを追加しただけの場合 (§3.3) を除き、その改造されたものが ICES-002 に適合しなければならない。

### 3.3 他の ICES 規格に適合したコンポーネントを用いた改造

以下のいずれかの ICES 規格に既に適合する新しいコンポーネントの追加による、車両、ボート、あるいはその他のデバイスのアフターマーケットでの改造には ICES-002 は適用されない:

- ICES-001 に適合する ISM 機器;
- ICES-003<sup>[7]</sup> に適合するデジタル/情報技術機器;
- ICES-005 に適合する照明機器。

この例には、ICES-003 に適合する新しいエンターテインメント・システム (例えば CD プレーヤのような) や ICES-005 に適合する投光機のアフターマーケットでの取り付けのようなものが含まれる。<sup>†8</sup>

<sup>†8</sup> ICES-001、ICES-003<sup>[7]</sup>、あるいは ICES-005 の適用範囲に入る、自動車などへの取り付けが意図された機器は、それらが工場自動車などに取り付けられる場合はそれらの ICES は適用されない (それらを取り付けた状態の車両やボートが ICES-002 の対象となる) が、アフターマーケットでの取り付けのために独立して供給されるならば該当する ICES の適用が必要となる。

## 4 適合手続き

### 4.1 SDoC (供給者適合宣言)

ICES の対象となる干渉発生機器 (非意図放射器) はカテゴリ II<sup>[7]</sup> に分類される。

カテゴリ II の機器は SDoC (supplier's declaration of conformity; 供給者適合宣言) の対象となり、供給者 (通常は製造業者か輸入業者) は、

1. 製品の試験を該当する技術規格に従って行ない、該当する技術規格への適合を確かとし、
2. 製品にラベル (§4.2) を付け、かつ
3. その他の管理上の要求 (例えば取扱説明書への記載、試験報告書の保管のような) に従う。

ICES への適合に関してはカテゴリ I の無線機器で必要となるような ISED や CB からの証明書<sup>[7]</sup>などは不要であり、また試験を認定や登録された試験所で行なう必要もない。

### 4.2 ISED 適合ラベル

ISED 適合ラベル<sup>[7]</sup> は、

1. “Canada” か “CAN”
2. 該当する規格への参照 (英語、及びフランス語で)
3. また該当する規格でクラス A とクラス B の分類 (§6.1) がある場合はそのいずれであるかの識別

を含む。

これは、ICES-002 (フランス語版は NMB-002) の場合、例えば

CAN ICES-002 / NBM-002

のような、あるいは AC 電源への接続が可能な機器 (クラス A/B の区別がある; §5.3, §5.4) については *y* をそのクラスに応じて A と B のいずれか該当するものとして、

CAN ICES-002 (*y*) / NBM-002 (*y*)

自動車などへの取り付けのためにアフターマーケットで販売される電子機器の多くは、おそらくは ICES-003 か ICES-005 の対象となると思われる。

のようなものとなる。

該当する技術規格に従って製品に付けられたこのラベルは供給者による適合宣言を示す。

#### 4.2.1 電子ラベル (e-labelling)

表示器が組み込まれたデバイスについては、上で述べたような情報を機器に物理的に表示する代わりに表示器への表示によって行なうこともできる。また、デバイスに表示器が組み込まれていない場合であっても、それが適切な場合、その情報を音声で、あるいは表示器が組み込まれたホストとの接続が必須であるならばホストの表示器を用いて提示することもできる。

電子的に保管されたこれらの情報はエンド・ユーザーが容易にアクセスできなければならない、そのアクセスのための指示をユーザーに明確に示さなければならない。この指示は以下の条件を満たすものとする：

- 取扱説明書、使用指示、あるいは梱包に、もしくはその製品に関するウェブサイトを示す；
- 特別なアクセス・コードやアクセサリの使用を必要としない；
- デバイスのメイン・メニューから3ステップよりも多くの手順を必要としない；
- 試験報告書はラベリング要求への適合を示す章の一部として情報へのアクセスの手段の情報を含む。

また、電子ラベルを用いる場合、機器に表示すべき情報は輸入や販売の時点では個別包装からラベル(購入後にエンド・ユーザーが取り外せるものであっても良い)にも表示しなければならない。

## 5 技術的要求事項

### 5.1 エミッション限度の適用

ICES-002 は、CAN/CSA-CISPR 12-10<sup>[3]</sup> の以下の条項は適用しない旨の記載を含む：

- 6.3 項 (*Evaluation (general)*)
- 6.4 項 (*Type approval test*)

- 6.5 項 (*Surveillance (quality audit) of series production*)
- 6.6 項 (*Quick prototype check for development testing*)
- Annex A (*Statistical analysis of the results of measurements*)

従って、ICES-002 のための評価においては CAN/CSA-CISPR 12-10 で通常必要となる型式試験としての単一のサンプルでの試験においてエミッションが該当する限度よりも 2 dB 以上低いことという要求 (CAN/CSA-CISPR 12-10<sup>[3]</sup> 6.4.1 項) の適用も不要となるであろう。

だが、ICES-002 はそれぞれのユニットが該当するエミッション限度全てに適合しなければならない旨の記載も含み、単に型式試験でエミッション限度(あるいは限度よりも 2 dB 下のライン)への適合を確認するだけでなく、それぞれのユニットがエミッション限度に適合するであろうことを供給者自身の責任で担保することが必要となりそうである。<sup>†9</sup>

### 5.2 通常の動作状態での要求

#### 5.2.1 動作条件

充電ケーブル(もしあれば)は接続せずに、CAN/CSA-CISPR 12-10<sup>[3]</sup> に従って内燃機関や電動機を所定の条件で動作させた状態とする。

駆動輪やカタピラが電動機で駆動されている状態での試験の場合、ダイナモメータか非導電性の車軸台に載せて駆動輪やカタピラが自由に回転できるようにすることが必要となるかも知れない。<sup>†10</sup>

#### 5.2.2 伝導エミッション

伝導エミッションに関する要求はない。

<sup>†9</sup> この手段の一部として、型式試験で量産でのばらつきを考慮したマージンを確保する、量産品に対してのエミッションの検査を実施する、などの対応を考えることも必要となるかも知れない。

<sup>†10</sup> あるいは、電動機と駆動輪などとのあいだで動力の伝達を切り離すことが可能な場合、そのようにすることもできるかも知れない。

機器の種類	エミッション限度、本稿での解説	
	放射エミッション	伝導エミッション
車両、ボート、内燃機関やトラクション・バッテリーを備えたその他のデバイス		
通常の動作状態	CAN/CSA-CISPR 12 (図2), §5.2.3	—
主電源に接続した状態	CAN/CSA-CISPR 12 (図2), §5.3.3	CISPR 11 Group 1 と同等 (図4), §5.3.2
電源装置や電力変換器	CISPR 11 Group 1 と同等 (図9), §5.4.3	CISPR 11 Group 1 と同等 (図4), §5.4.2

表 1: 技術的要求事項の一覧

### 5.2.3 放射エミッション

この状態でのエミッションの測定は CAN/CSA-CISPR 12-10<sup>[3]</sup> に従って、車両やボートの場合はその両側面から選択された測定距離だけ離れた位置の規定の高さに受信アンテナを置いて行なう。

本稿ではこの測定については車両の測定のセットアップのイメージ (図1) と Engine-Running モードでのエミッション限度 (図2) を示すだけとする。CISPR 12 と CAN/CSA-CISPR 12-10 では相違があるものの、CISPR 12 については [8] で述べているので、これも併せて参照されたい。

### 5.3 車両、ボート、その他のデバイスを主電源に接続した状態に関する要求

この規格の対象となる車両、ボート、あるいはその他のデバイスが AC 電源に接続可能な場合、その状態でのエミッション (放射、伝導) に関する要求の対象にもなる。

これは例えば次のような場合を含むだろう:

- 電動やハイブリッドの車両などがトラクション・バッテリーの充電のために AC 電源に接続される場合;
- 発電機が系統連系<sup>†11</sup>する場合、あるいは非常用電源が少なくとも待機状態における停電の検知などのために AC 電源に接続される場合。

#### 5.3.1 動作条件

充電モードでの試験では、

- 充電電流を調整できない場合、試験の全期間にわたってバッテリーの充電率を 20~80 % の範囲に保つ;

<sup>†11</sup> 発電設備を電力会社の送配電網に接続すること。

- 充電電流を調整できる場合、試験の全期間にわたって充電電流を最大値の 80 % 以上とする。

発電機の AC 電源の伝導エミッションの評価は、

- 系統連系が可能な場合、発電状態での評価も必要となりそうである;
- 待機状態では AC 電源に接続されるが、発電状態では AC 電源から切り離される非常用発電機の場合、発電状態での評価は不要となりそうである;<sup>†12</sup>
- AC 電源に接続されない通常の発電機の場合、伝導エミッションの評価は不要となりそうである。<sup>†12</sup>

#### 5.3.2 伝導エミッション

伝導エミッションの要求は AC 電源ポートに対してのみ適用される。

この測定は CISPR 16-2-1:2014+A1:2017<sup>[5]</sup> に従って行なうが、配置などに関する追加の規定がある (図3):

- 電源は AMN (§6.3.1) を介して接続する。また、その接続に通信ポートが含まれる場合は ISN (§6.3.2) を介して接続する。
- AMN (また ISN) は EUT の最も近い箇所から水平距離で  $80_{-0}^{+20}$  cm 離して置き、金属のグラウンド・プレーンに電氣的に接続する。
- 電源ケーブルは EUT のボディーから  $10_{-0}^{+20}$  cm 離して垂直に引き下ろす。

<sup>†12</sup> 発電機の出力が非常に長い配線に接続される (例えば設備全体に供給される) ような場合は特に、干渉問題の防止のため、出力が AC 電源に接続されないとしても AC 電源に接続される場合と同様に伝導エミッションを抑制することが望ましいかも知れない。だが、この種の事項は ICES-002 への適合とは別の話となる。

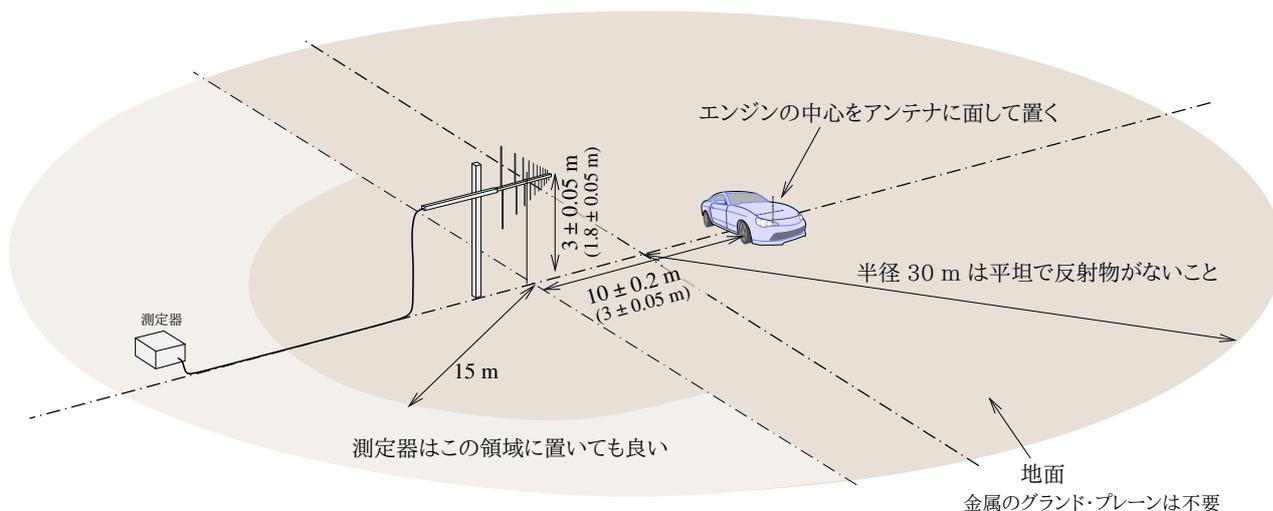


図 1: 地上テスト・サイトでの車両の測定のイメージ

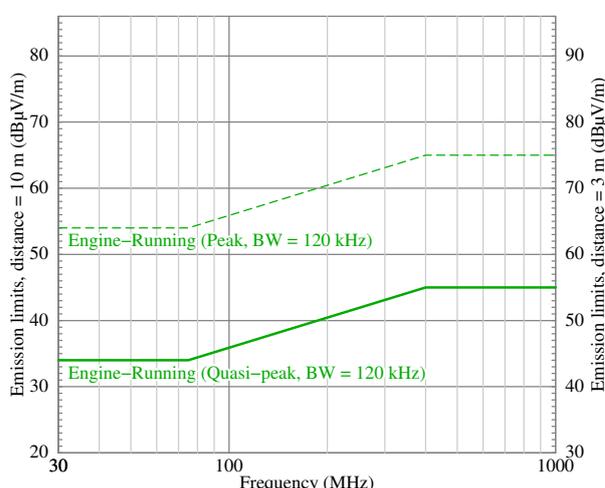


図 2: CAN/CSA-CISPR 12 エミッション限度

- 電源ケーブルのグラウンド・プレーン上に置かれる部分は厚さ 15 cm 以下<sup>†13</sup>の絶縁材でグラウンド・プレーンから絶縁し、また余長は 50 cm 以下の幅でジグザグに引く。

AC 電源ポート伝導エミッション限度は CISPR 11<sup>[9]</sup> の Group 1 機器のエミッション限度と同等<sup>†14</sup>で、以下のそれぞれの場合について規定されている:

1. クラス B
2. クラス A で、定格電力 20 kVA 以下、もしくは以下のその他の条件に該当しない

<sup>†13</sup> これは IEC 61851-21-1:2017<sup>[11]</sup> の  $0.1 \pm 0.025$  m という規定とは異なる。

<sup>†14</sup> 勿論、ISM 周波数帯の除外はない。

### 3. クラス A で、

- 定格電力が 20 kVA を超え、かつ
- 専用の変圧器か発電機への接続が意図されており、低圧架空電力線に接続されず、
- 設置された機器からのエミッションの低減のために使用できる設置手段の情報が提供される、特にその機器が低圧架空電力線ではなく専用の変圧器か発電機への接続が意図されている旨が示される

### 4. クラス A で、

- 定格電力が 75 kVA を超え、
- 専用の変圧器か発電機への接続が意図されており、低圧架空電力線に接続されず、
- 居住環境から 30 m 以上の距離か放射現象に対する障壁として働く構造物によって物理的に隔離されて設置されることが意図されており、
- 設置者が適用すべき設置手段の情報が提供される、特にその機器が低圧架空電力線ではなく専用の変圧器か発電機から給電される設備での使用を意図している旨が示される

これらのエミッション限度を図 4 に図示する。

### 5.3.3 放射エミッション

電源に接続した状態での放射エミッションの測定は、EUT を伝導エミッションの測定 (§5.2.2) の際

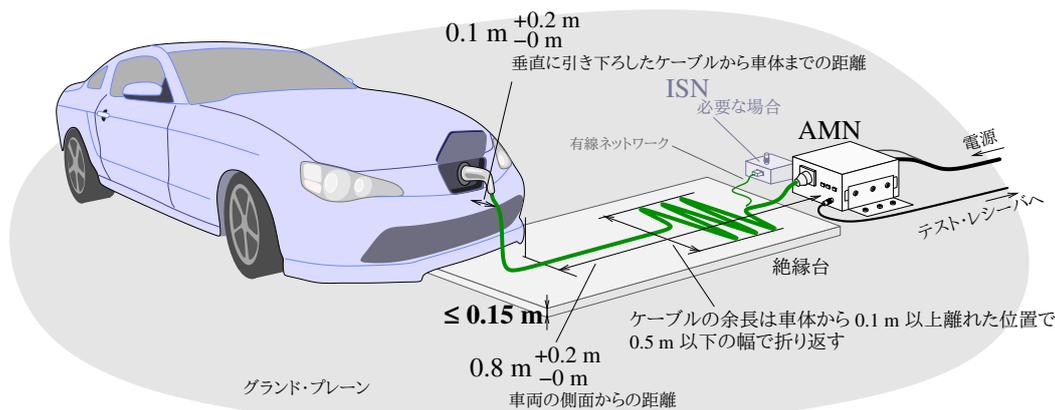


図 3: 車両の AC 電源ポート伝導エミッション測定の設定アップの例

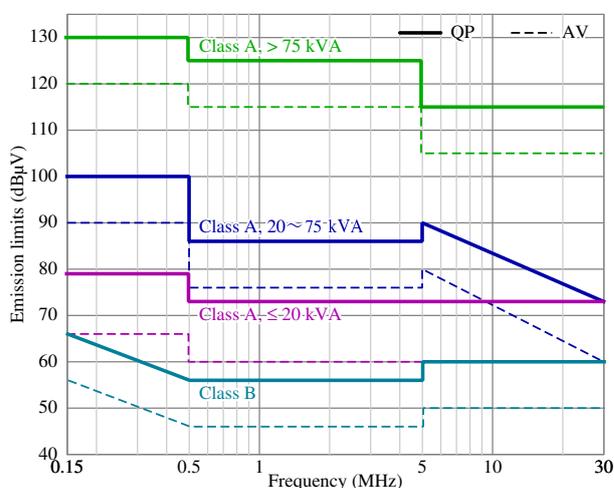


図 4: AC 電源ポート伝導エミッション限度

と同様の配置 (但し、AMN や ISN の使用は任意) として、通常の動作モードの放射エミッションの測定と同様に CAN/CSA-CISPR 12-10<sup>[3]</sup> に従って行なう。

### 5.4 車両、ポート、その他のデバイスのための電源や電力変換装置に対する要求

この規格の対象となる車両、ポート、あるいはその他のデバイスのためのスイッチ・モード電源装置や半導体電力変換装置 (典型的には AC 電源に接続して内蔵のバッテリーを充電するために用いられる) もこの規格の対象となり、所定のエミッション限度への適合が必要となる。

#### 5.4.1 動作条件

この測定は、できれば疑似負荷を接続し、最大値の 80 % 以上のバッテリー充電電流を供給する安定な動作状態として行なう。

負荷として実際の車両などを用い、充電電流を調整できない場合は、試験の全期間にわたってバッテリーの充電率を 20~80 % の範囲に保つ。

#### 5.4.2 伝導エミッション

伝導エミッションの要求は AC 電源ポートに対してのみ適用され、その伝導エミッションの測定は CISPR 16-2-1:2014+A1:2017<sup>[5]</sup> に従って行なう。

試験時、床置き型機器はグラウンド・プレーンから厚さ 15 cm 以下の絶縁材で絶縁して配置する (図 5)。また、卓上型機器や壁面取り付け型機器は基準面 (床のグラウンド・プレーンか金属の壁面) から 40 cm、他の金属面から 80 cm 以上離して配置する。

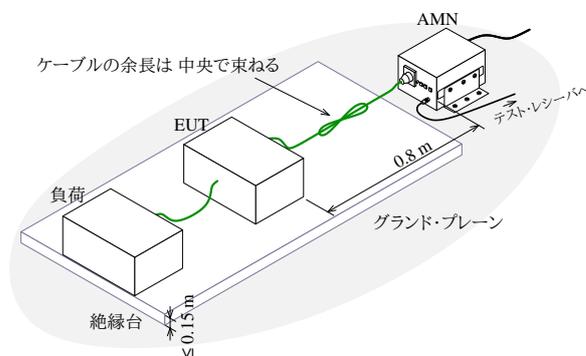


図 5: 電源や電力変換装置の伝導エミッション測定の設定アップのイメージ (床置きの場合)

### 5.4.3 放射エミッション

放射エミッションの測定は CISPR 16-1-4:2019 に適合した OATS<sup>†15</sup>(図 7) か SAC<sup>†16</sup>(図 8)<sup>†17</sup>で、あるいは FAR<sup>†18†19</sup>で、CAN/CSA-IEC CISPR 16-2-3:18<sup>[6]</sup> に従って行なう。

OATS や SAC での測定でのエミッション限度は図 9 に示すように以下のそれぞれの場合の限度が 30~1000 MHz の周波数範囲で、また 10 m と 3 m の測定距離で規定されている:<sup>†20</sup>

1. クラス B
2. クラス A で、定格電力 20 kVA 以下、もしくは以下のその他の条件に該当しない
3. クラス A で、
  - 定格電力が 20 kVA を超え、かつ
  - 第三者の敏感な無線通信機器から 30 m よりも遠くでの使用が意図されており、その旨が技術文書に示されている。

これらの放射エミッション限度は準尖頭値 (QP) で規定されており、CAN/CSA-IEC CISPR 16-1-1:18<sup>[4]</sup> で定められた準尖頭値検波器を用いての測定の結果が該当するエミッション限度を超えなければ適合と判断する。

## 6 補足

### 6.1 クラス

機器は想定される使用環境に応じて次の 2 つのクラスに分類される:

- クラス A

その性質上、居住環境で使用される可能性がほとんどありそうにない機器。

この評価で考慮される特性は、価格、販売や宣伝の方法、機能的な設計が居住環境での使用に適した用途を妨げる程度、あるいはそのような機器の居住環境での使用を実質的に妨げるであろう特徴の任意の組み合わせを含む。

- クラス B

クラス A に分類できない機器。

### 6.2 無線モジュールの組み込み

この規格の対象となる機器にモジュールとして証明を取得済みの無線モジュールを組み込む場合、その機器の ICES-002 に対する報告書から無線モジュールの RSS<sup>†21</sup>に対する報告書を参照する必要はないが、その機器の ICES-002 に対する報告書は証明を取得済みの無線モジュールのホストに適用可能な要求事項への適合を RSP-100<sup>†22</sup> と RSS-Gen<sup>†23</sup> に従って立証しなければならない。

この場合に適用される要求事項は以下のものを含む:

- 無線モジュールの組み込みをモジュールの証明を受けた者が示した意図された使用/構成のための要求事項/指示に従って行なう;
- 最終的な構成で RSS-102<sup>†24</sup> の曝露要求に適合する;
- 最終製品の状態で無線モジュールのラベルがはっきりと見えるようにするか、あるいは組み込まれた無線モジュールの ISED 証明番号を示す “Contains transmitter module IC: XXXXXX-YYYYYYYYYYYY” や “Contains IC: XXXXXX-YYYYYYYYYYYY” のようなラベルを機器の外側に付ける。

<sup>†15</sup> OATS = open-area test site。典型的には屋外の開けた場所に設けられた、規定された周波数範囲にわたって半自由空間環境の模擬が意図された、電磁界の測定に用いられる施設。

<sup>†16</sup> SAC = semi-anechoic chamber。壁と天井が対象の周波数範囲の電磁エネルギーを吸収する電波吸収体で覆われ、床面が導電性のグラウンド・プレーンとなっている、シールド・エンクロージャ。半無響室。

<sup>†17</sup> これらのテスト・サイトは CISPR 12 の放射エミッション測定に用いられるサイト (図 1) とは異なる。また、CISPR 12 の場合と異なり、そのサイトの特性の検証の要求もある。

<sup>†18</sup> FAR = fully-anechoic room。床を含めた全面が電波吸収体で覆われたシールド・エンクロージャ。全無響室。

<sup>†19</sup> 本稿では触れない。

<sup>†20</sup> この他に FAR での測定距離 3 m での限度も規定されている。

<sup>†21</sup> Radio Standards Specifications。ICES が定めた無線デバイスに関する一連の規格。

<sup>†22</sup> RSP-100, *Certification of Radio Apparatus and Broadcasting Equipment*

<sup>†23</sup> RSS-Gen, *General Requirements for Compliance of Radio Apparatus*

<sup>†24</sup> RSS-102, *Radio Frequency (RF) Exposure Compliance of Radiocommunication Apparatus (All Frequency Bands)*

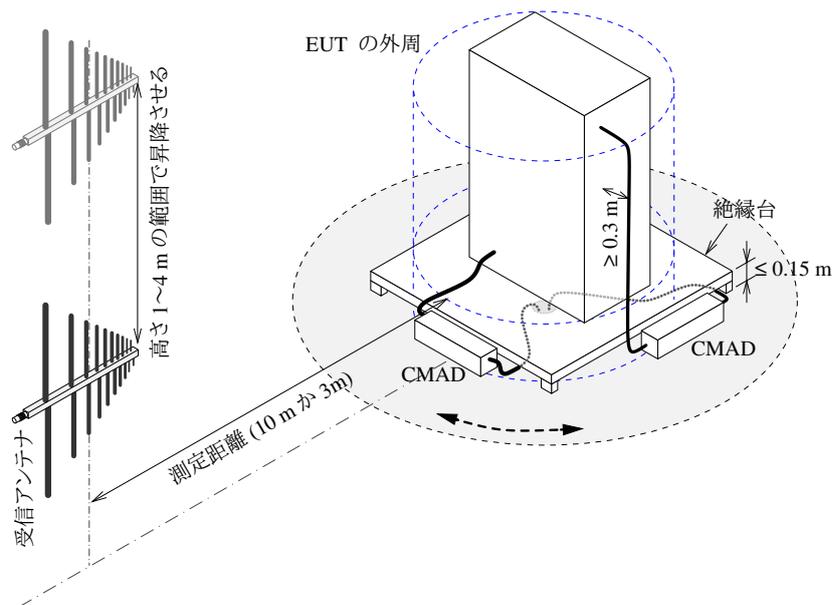


図 6: 電源や電力変換装置の放射エミッション測定の設定アップのイメージ (床置きの場合)

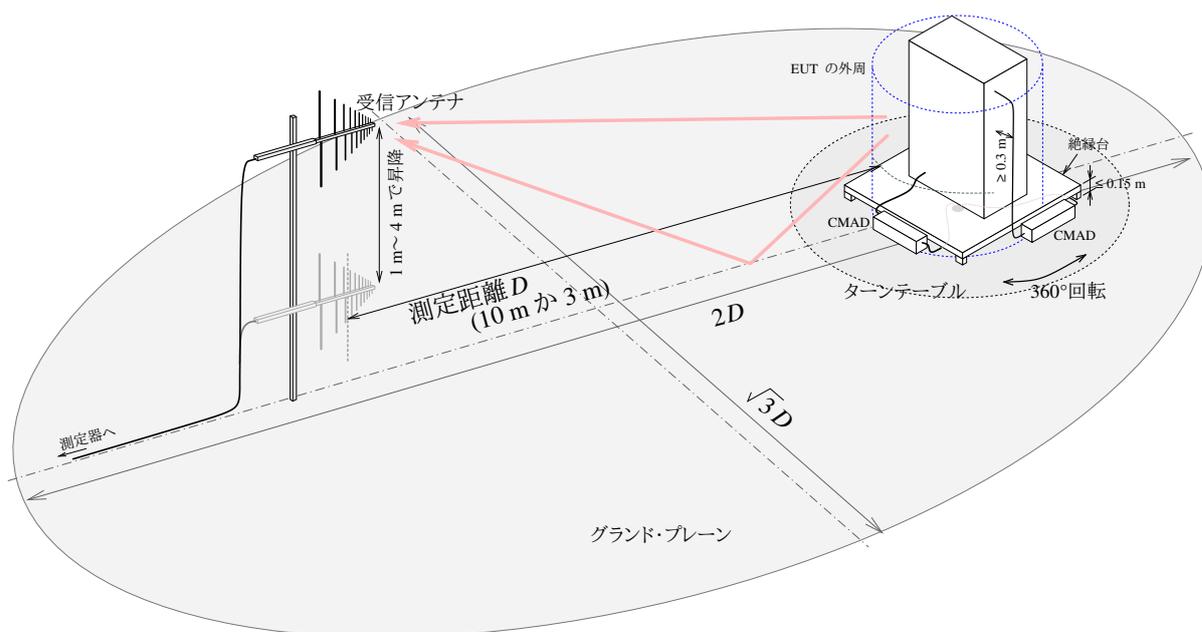


図 7: OATS (open-area test site; オープンサイト) での測定のイメージ

通常はホストの証明の取得は不要であるが、ホストがハンドヘルドやウェアラブルである場合、RSP-100 で規定されているように証明の取得が必要となる場合がある。

## 6.3 AMN と ISN (AAN)

### 6.3.1 AMN

AMN (artificial mains network; 擬似電源回路網) は LISN (line impedance stabilization network) ととも呼ばれ、電源のインピーダンス (図 11) を管理するとともに、電源線上の高周波成分を取り出して測定器 (テスト・レシーバ) に伝える機能を持つ。

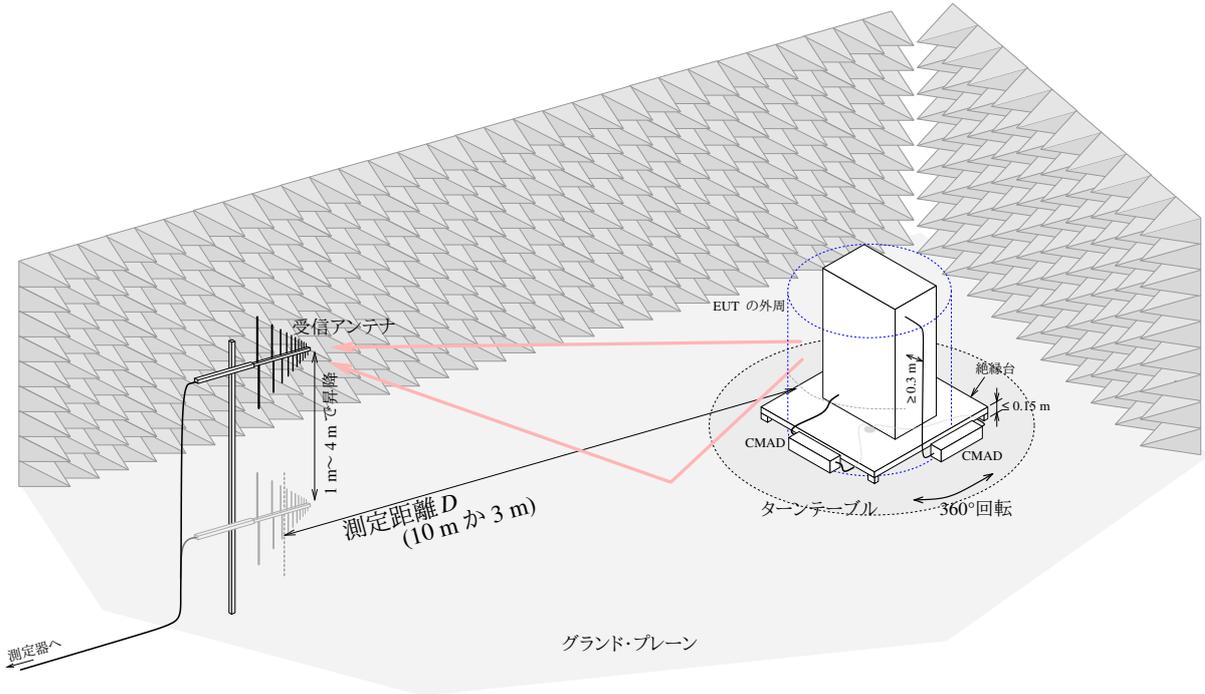


図 8: SAC (semi-anechoic chamber; 半無響室) での測定のイメージ

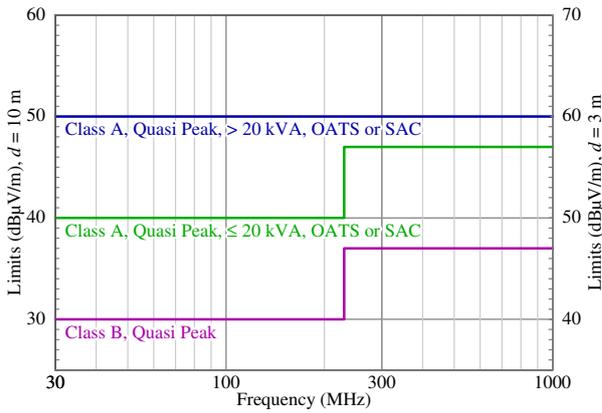


図 9: 電源や電力変換装置の放射エミッション限度

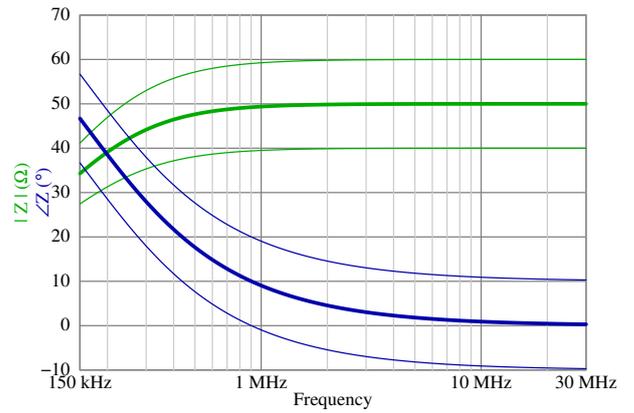


図 11: AMN (50  $\mu\text{H}$  / 50  $\Omega$ ) のインピーダンス

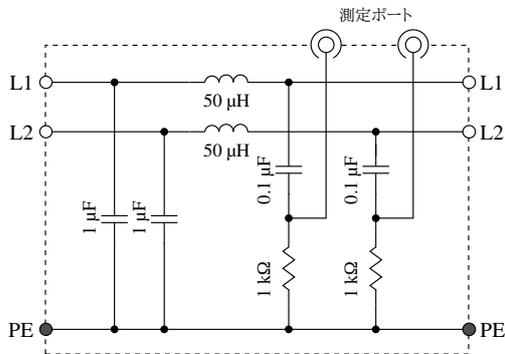


図 10: AMN (50  $\mu\text{H}$  / 50  $\Omega$ ) の原理 — 単相電源用

### 6.3.2 ISN (AAN)

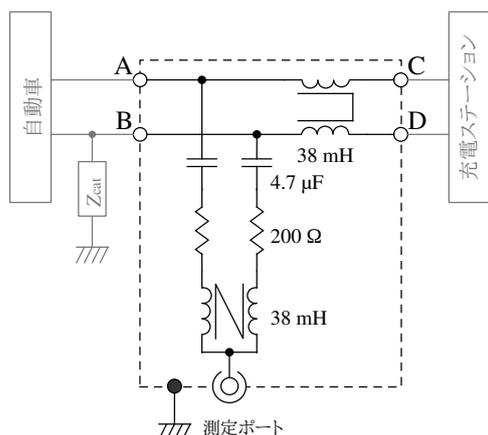
AAN (asymmetric artificial network) は ISN (impedance stabilization network) と呼ばれる<sup>†25</sup>もので、電源ポートに対して AMN (LISN) が行なうのと同様に通信線のインピーダンス (コモン・モード・インピーダンス) を管理する機能<sup>†26</sup>と、通信線の上の高周波成分 (主としてコモン・モード成分) のみを測定器に伝える機能を持つ。また、AAN は AE

<sup>†25</sup> CISPR 16-1-2 では AAN と呼ばれているが、以前は ISN と呼ばれており、ICES-002 でも ISN として参照されている。

<sup>†26</sup> 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。

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。

平衡型の通信線用の AAN は基本的には通信線上のコモン・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。<sup>†27</sup>



$Z_{cat}$ : LCL が所定の値となるように平衡度を調整

図 12: AAN (平衡通信線用) の原理の例 — 2 線 (1 対) 用

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。<sup>†28</sup>ケーブルのカテゴリが特に指定されていない場合には、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で特定のペア数 (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であり、後者の場合は対象のポートに応じたペア数のものを選択することが必要となる。

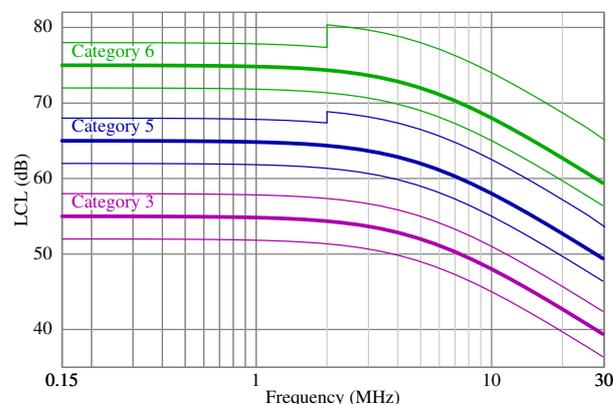


図 13: ケーブルのカテゴリと LCL

## 7 参考資料

- [1] ICES-Gen Issue 1 + amendment 1 (February 2021), *Interference-Causing Equipment Standard — General Requirements for Compliance of Interference-Causing Equipment*, <https://ised-isde.canada.ca/site/spectrum-management-telecommunications/en/devices-and-equipment/interference-causing-equipment-standards-ices/ices-gen-general-requirements-compliance-interference-causing-equipment>
- [2] ICES-002 Issue 7 (September 2020), *Vehicles, Boats and Other Devices Equipped with Internal Combustion Engines, Traction Batteries or Both*, <https://ised-isde.canada.ca/site/spectrum-management-telecommunications/en/devices-and-equipment/interference-causing-equipment-standards-ices/ices-002-vehicles-boats-and-other-devices-equipped-internal-combustion-engines-traction-batteries-or-both>
- [3] CAN/CSA-CISPR 12-10, *Vehicles, boats and internal combustion engines – Radio disturbance characteristics – Limits and methods of measurement for the protection of off-board receivers* (CISPR 12:2007+A1:2009, MOD)
- [4] CAN/CSA-IEC CISPR 16-1-1:18, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 1-1: Radio disturbance and immunity measuring apparatus – Measuring apparatus* (CISPR 16-1-1:2015, IDT)

<sup>†27</sup> 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・モードで発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。

<sup>†28</sup> EUT からコモン・モードで発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則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 はより高いエミッション測定結果を生じると考えられる。

- [5] CISPR 16-2-1:2014+A1:2017, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 2-1: Methods of measurement of disturbance and immunity – Conducted disturbance measurements*
- [6] CAN/CSA-IEC CISPR 16-2-3:18, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 2-3: Methods of measurement of disturbances and immunity – Radiated disturbance measurements* (CISPR 16-2-3:2016, IDT)
- [7] カナダのデジタル・デバイスの EMC 規制 — ICES-003 の概要, 株式会社 e・オータマ, 2021,  
<https://www.emc-ohtama.jp/emc/reference.html>
- [8] 車両等からの電磁波の放射の制限 — CISPR 12 の概要, 株式会社 e・オータマ, 2020,  
<https://www.emc-ohtama.jp/emc/reference.html>
- [9] ISM 機器のエミッション — CISPR 11 の概要, 株式会社 e・オータマ, 2021,  
<https://www.emc-ohtama.jp/emc/reference.html>
- [10] CISPR 25 の概要, 株式会社 e・オータマ, 2016–2023,  
<https://www.emc-ohtama.jp/emc/reference.html>
- [11] 電気自動車のオンボード充電システムの EMC — IEC 61851-21-1 の概要, 株式会社 e・オータマ, 2022,  
<https://www.emc-ohtama.jp/emc/reference.html>