

CISPR 25の概要 — 車載機器のエミッションの評価 (ed. 3)

株式会社 e・オータマ 佐藤智典

2023年1月19日

1

目 次

1 はじめに	
--------	--

2	共通	事項	2
	2.1	試験場所	2
		2.1.1 シールド・ルーム	2
		2.1.2 ALSE	2
	2.2	グランド・プレーン	2
	2.3	測定器 (テスト・レシーバ)	3
		2.3.1 検波	3
		2.3.2 測定帯域幅	4
		2.3.3 測定時間や掃引時間	4
	2.4	電源	4
	2.5	電源などのインピーダンスの管理	5
		2.5.1 低圧直流電源	5
		2.5.2 その他の電源	5
		2.5.3 通信線など	6
	2.6	ロード・シミュレータ	6
		2.6.1 テスト・ハーネスの終端	7
	2.7	テスト・ハーネス	7
	2.8	EUT の配置	7
	2.9	EUT の動作条件	8
3	エミ	ッション限度	8
4	基本	的な測定法	11
	4.1	電圧法	11
	4.2	電流プローブ法	13
	4.3	ALSE 法	13
5	その	他の測定法	14
Ŭ	5.1	TEM セル法	14
	5.2	ストリップライン法	16
6	ну	電源に接続されるコンポーネントの測定	17
_		でしてすったいだっけへったが	•
7	HV	糸とLV 糸のめいたの結合の評価	20
	7.1	エミッション測定のセットアッノを用いた評価	21
	7.2	HV-LV 间結合の測定	21
8	その	他の事項	21
	8.1	AN. AMN. AAN	21
		8.1.1 LV-AN, HV-AN, DC-charging-AN	21
		8.1.2 AMN	24
		8.1.3 AAN	24
	8.2	不確かさ.....................	25
	8.3	ALSE の検証	25
0	埔豆		วร
9		他のエミッション阻度のØ	20 25
	9.1	B =	20 25
		9.1.1 ECE M10.00	20 25
	0.2	3.1.2 EN10-05-20105EN 測完社里の変動英国の刷 雪法プローブ注の埋み	20 25
	9.4	(以下加木の叉到女囚の) 一 电加ノローノムの吻口 0.9.1 重流プローブの位置の影響	20 26
		0.2.1 电加ノロ ノの世国の影音 0.2.2 ハーネス長の影響	20
		0.2.4 / イヘズの形音	41
		3.4.5 ロード・ショュレースのインヒーダンスの影響	97
		のが音 ・・・・・・・・・・・・・・・	21

 9.2.4
 EUT の接地ワイヤの影響
 28

 9.3
 CISPR 25 の改訂
 29

 9.3.1
 CISPR 25 ed. 4 (2016) での主な変更点
 29

 9.3.2
 CISPR 25 ed. 5 (2021) での主な変更点
 30

 10 参考資料
 31

1 はじめに

自動車には多くの電装品が搭載されており、それ らが発生するノイズがその自動車上のラジオなど に妨害を与えることがある。伝統的にはラジオなど の放送受信への干渉が主な問題であったが、現代の 自動車では、キーレスエントリーやイモビライザ、 GPS などを含め、多様な無線デバイスが用いられ るようになっており、それらへの干渉も懸念となっ ている。

CISPR 25^[1] ("車両、小形船舶、及び内燃機関 — 無線妨害特性 — オンボード受信機の保護のための 限度と測定法")は、同一の車両などに搭載される 受信機の保護を目的に、車両や小形船舶、また内燃 機関を搭載したその他のデバイスに取り付けられる 電装品に対するエミッション測定法とエミッション 限度を定めている。この測定法は ECE Regulation No. 10 (ECE R10)^{[2][4]} や OEM 規格 (自動車メー カー規格) などでのエミッション測定法のベースと しても参照され、広く用いられている。



図 1: CISPR 25 ALSE 法での測定の例



本稿では、

- CISPR 25 ed. 2 (2002)
- CISPR 25 ed. 3 (2008)
- CISPR 25 ed. 4 (2016)
- CISPR 25 ed. 5 (2021)

で述べられているコンポーネントとモジュールの試 験について、すなわち試験対象品となるコンポーネ ントやモジュールをテスト・ベンチ上や試験用セル 内に配置して行なう一連のエミッション測定の方法 について述べる。

CISPR 25 では試験対象品となるコンポーネント やモジュールを車両に取り付けてその車両上のアン テナでエミッションを測定する方法も定められてい るが、本稿ではその測定法には触れない。

なお、本稿はこれらの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。規 格についての正確な情報は該当する規格そのもの^[1] を参照されたい。 ALSE の大きさそのものの規定はないが、アンテ ナや EUT と電波吸収体のあいだは 1 m 以上 (また CISPR 25 ed. 2 ではアンテナやテスト・ハーネス と壁面や天井とのあいだは 2 m 以上)、アンテナと 床面のあいだは 250 mm 以上の距離が必要となる。

基本的に ALSE の床面には電波吸収体があって はならない。但し、CISPR 25 ed. 4 や ed. 5 では ALSE の特性が規格で示された要求 ($\S 8.3$) に適合 するならば床に厚さ 25 mm 以下の平らなフェライ ト・タイルがあることが許容される。

また、試験に際して ALSE 内に試験に関係しな い物体 (例えば、人、机、椅子、使用していないア ンテナやその他の機材など) があってはならない。

CISPR 25 ed. 4 や ed. 5 には ALSE の特性の評 価方法 (§8.3) が含まれているが、これは参考扱い となっており、現時点では要求事項とはなっていな い。但し、CISPR 25 ed. 4 や ed. 5 で床面にフェ ライト・タイルがある場合は ALSE の特性の検証が 必要となる。



図 2: ALSE の概観

2.2 グランド・プレーン

電圧法 (§4.1)、電流プローブ法 (§4.2)、及び ALSE 法 (§4.3)の試験は非導電性の試験台の上に グランド・プレーンとして厚さ 0.5 mm 以上の銅、 黄銅、あるいは亜鉛めっき鋼の板を敷き、その上に 試験対象となるシステムを配置して行なう。

このグランド・プレーンは長さと幅の比率が 7:1 以 下の接地ストラップを 300 mm 以下の間隔で取り付

2 共通事項

2.1 試験場所

2.1.1 シールド・ルーム

電圧法 (§4.1) や電流プローブ法 (§4.2) などの試 験は外部からの放送などのノイズを防ぐためにシー ルド・ルーム (ALSE を含む) 内で行なう。

2.1.2 ALSE

ALSE 法 (§4.3) では、単なるシールド・ルーム では壁などでの電磁波の反射が試験に著しい悪影響 を与えることから、ALSE (<u>a</u>bsorber-<u>l</u>ined <u>s</u>hielded <u>e</u>nclosure) と呼ばれる、壁と天井を電波吸収体で覆っ たシールド・ルームが用いられる (図 2)。この電波 吸収体は、CISPR 25 ed. 2 では 70~1000 MHz で 壁や天井からの反射の測定結果への影響が 6 dB 未 満となるようなものであることが、また CISPR 25 ed. 3 と ed. 4 では 70~2500 MHz、CISPR 25 ed. 5 では 70~5925 MHz で反射減衰量が 6 dB 以上で あることが求められる。



け、シールド・ルームの壁か床に直流抵抗が 2.5 mΩ 以下となるように接続する。

グランド・プレーンの最小の大きさは、

- 電圧法 (§4.1) 1000 × 400 mm
- 電流プローブ法 (§4.2):
 - -~ ed. 2 $1000\times400~\mathrm{mm^{\dagger1}}$
 - $-\,$ ed. 3, ed. 4, ed. 5 $2500\times400~\mathrm{mm}$
- ALSE法 (§4.3) 2000×1000 mm、あるいは 試験対象システムの大きさ +200 mm

で、試験対象システムの大きさに応じてさらに大き い実際に必要な大きさのものを用いる。

一般に、グランド・プレーンは試験対象システム (テスト・ハーネスや周辺装置などを含む)全体を全 周に 100 mm 以上の余裕を持って配置できるよう な大きさが必要となる。但し、グランド・プレーン 上に置かれたロード・シミュレータ(§2.6)の先に他 の装置が接続される場合、ロード・シミュレータで 適切に減結合されている(RF境界が作られている) 限りはロード・シミュレータから先の配置やケーブ ルの引き回しは重要ではなく、そのような装置は顕 著な悪影響なしにグランド・プレーンの外に置ける と考えられる。

2.3 測定器 (テスト・レシーバ)

エミッションの測定 (最終的な値の読み取り) に は、伝統的には規定された特性の帯域幅フィルタ (§2.3.2) や検波器 (§2.3.1) などを備えた CISPR 16-1-1 に適合した掃引同調型の測定器、主にステップ 掃引型のテスト・レシーバが用いられる。

CISPR 16-1-1 に適合したスペクトラム・アナラ イザも使用可能であるが、一般的なスペクトラム・ アナライザの多くは CISPR 16-1-1 には適合してお らず、またスペクトラム・アナライザでの測定は広 帯域エミッションの繰り返し周波数が 20 Hz を超 える場合に限られる。

この測定器に関して、CISPR 25 ed. 5 では FFT (高速フーリエ変換) を用いた CISPR 16-1-1:2019 に適合する測定器を使用できる旨の記載が追加さ れた。

これは伝統的な掃引同調型のテスト・レシーバの ように周波数掃引を行なってそれぞれの周波数での 測定を行なう (周波数ドメイン・スキャン)のでは なく信号波形を取り込んで FFT で周波数分析を行 なう (タイム・ドメイン・スキャン)もので、掃引 同調型のテスト・レシーバと測定原理は大きく異な るが、同様の要求が適用され、さらに追加の要求事 項が定められている。

FFT 分析ではある程度の周波数範囲の分析を一 括で行なうことが可能で、周波数掃引を行なう場 合と比較して著しく短い時間での測定が可能とな る。但し、FFT 分析の機能を持つ CISPR 16-1-1 に対応したテスト・レシーバでも FFT モードでは CISPR 16-1-1 に適合していない場合や何らかの制 約がある場合もあり、使用するテスト・レシーバの 選択やその特性の検証 (校正)には注意が必要とな るかも知れない。

2.3.1 検波

検波器としては CISPR 16-1-1 で規定された尖頭 値 (PK)、準尖頭値 (QP)、及び平均値 (AV) 検波 器が用いられるが、その適用に関しては規格の版に よる違いがある:

- CISPR 25 ed. 2:
 - 広帯域ノイズには広帯域エミッション限度 (PK、または QP) を、狭帯域ノイズには狭帯域エミッション限度 (PK) を適用する
 - PK と AV の差が 6 dB 以上のものは広
 帯域ノイズ、6 dB 未満のものは狭帯域ノ
 イズと判断する
- CISPR 25 ed. 3, ed. 4, ed. 5:
 - ノイズの性質と無関係に、AV 及び PK、
 または AV 及び QP のエミッション限度
 を適用する

PK と QP の双方のエミッション限度が規定され ている場合にいずれのエミッション限度を適用する かはテスト・プランで規定する。全ての周波数範囲 について全ての検波での限度が規定されているわけ

 $^{^{\}dagger 1}$ これは電圧法と共通となっているだけで、ハーネス長が 1500 ± 75 mm であるので実際にはこの大きさでは対応できな い。



ではなく、一部の検波の限度のみが規定されている 場合はその限度のみを適用する。

エミッション限度が QP や AV で指定されている 場合、PK での測定値が QP や AV のエミッション限 度に入れば QP や AV での測定の省略が、また QP での測定値が AV のエミッション限度に入れば AV での測定の省略が可能である。これは、検波器の特 性上、測定のばらつきによる若干の逆転の可能性を 除いて PK での測定値 \geq QP での測定値 \geq AV で の測定値 となるためである。

CISPR 25 ed. 4 では CISPR 16-1-1:2015、 CISPR 25 ed. 5 では CISPR 16-1-1:2019 が参照 されており、AV 検波はいわゆる "CISPR-AV" と なる。CISPR 25 ed. 3 まででは旧版の AV 検波の 使用も認められているものの、これらは繰り返し周 波数が低いノイズに対して著しく異なる値を示すこ とがあり、CISPR 25 の版に関わらず "CISPR-AV" のみを用いるのが良いかも知れない。

2.3.2 測定帯域幅

一般には周波数範囲に応じて次の測定帯域幅 (RBW)の測定器が用いられる:

- 150 kHz \sim 30 MHz 9 kHz (9 kHz/10 kHz)
- 30~1000 MHz 120 kHz (100 kHz/120 kHz)
- 1 GHz \sim 1 MHz

だが、CISPR 25 では対応する通信サービスに応 じて例えば次のような測定帯域幅が指定されている こともある:

- デジタル放送サービス (DAB III (167~245 MHz), TV Band III (174~230 MHz), DTTV (470~ 770 MHz) — 1 MHz^{†2}
- GPS など (GPS L5 (1.15645~1.19645 GHz), BDS-B1I (1.553098~1.569089 GHz), GPS L1 (1.56742~1.58342 GHz), GLONASS L1 (1.590781~ 1.616594 GHz) — 9 kHz (9 kHz/10 kHz)

2.3.3 測定時間や掃引時間

周波数掃引を行なう場合の最大周波数ステップと 各周波数ステップでの最小測定時間 (ドウェル・タイ ム; ステップ掃引の場合)、あるいは最小掃引時間 (連 続掃引の場合) は、用いるべき測定帯域幅 (§2.3.2) とともに、CISPR 25 の中で周波数帯 (通信サービ ス) と検波毎に規定されている。^{†3}

但し、規格で示されている測定時間や掃引時間は 下限であり、実際の測定に際してはノイズの性質に 応じた調整が必要となる場合がある。例えば、ノイ ズが間欠的に発生する、あるいは有意な変動がある 場合、測定時間を最大の周期よりも長くする、ある いは掃引時間をそれに相当する時間まで長くするこ とが必要となる。^{†4}

また、FFT での測定の場合の測定時間は1秒以 上とすべき (CISPR 25 ed. 5) 旨が書かれているが、 この場合も同様にノイズの性質に応じて測定時間を 長くすることが必要となる。

2.4 電源

テスト・プランで電源電圧が指定されていない場 合のコンポーネント試験における電源電圧を表1に 示す。

電源として電源装置 (安定化電源)を用いる場合、 必要であれば適切にフィルタし、電源に起因するノ イズがエミッション限度よりも 6 dB 以上低くなる ようにしなければならない。電源装置をシールド・ ルームの外に置く場合は電源はシールド・ルームの 壁に取り付けられた適切な貫通フィルタを通して引 き込むことになるだろう。

電源としてバッテリを用いる場合、電源電圧は試 験前と試験後に確認すべきである。

^{†4} これは試験時間に大きく影響する。例えばノイズに 3 秒周 期での変動がある場合は測定時間を 3 秒以上とすべきで、その 条件で 30~1000 MHz の周波数範囲全体を 50 kHz ステップで 周波数掃引すると検波に関わらず 1 回の掃引に最低でも 16 時間 以上を要することになる。従って、ノイズが間欠的に発生する、 あるいは有意な変動があることが予期される場合、その周期が できる限り短くなるような動作条件を選ぶべきである。

^{†2} 同じ周波数帯でのアナログ放送については 120 kHz (100 kHz/120 kHz)。

^{†3} QP 検波器は特に応答が遅く、最小測定時間 (ドウェル・タ イム) は 1 秒とされている。このため、例えば QP 検波で 30~ 1000 MHz の周波数範囲全体を 50 kHz (レシーバの 120 kHz の測定帯域幅の約 1/2) ステップで周波数掃引した場合、1 回の 掃引に最低でも 5 時間以上を要することになる。ノイズに有意 な変動がない (あるいは変動の周期が 1 秒よりも大幅に短い) 場 合、QP のエミッション限度を適用する場合も先に PK での掃 引を行なってそれが QP のエミッション限度を超えた周波数に ついてのみ改めて QP で測定を行なうようにすれば測定時間を 相当節約できる可能性がある。



	DC			AC	
	12 V 系	24 V 系	48 V 系	その他	
CISPR 25 ed. 2	$13.5\pm0.5~\mathrm{V}$	$27 \pm 1 \text{ V}$			
CISPR 25 ed. 3	$13 \pm 1 \text{ V}$	$26\pm 2~\mathrm{V}$			
CISPR 25 ed. 4	$13 \pm 1 \text{ V}$	26 ± 2 V	$48\pm4~\mathrm{V}$	$U_N \pm 10 ~\%$	$U_{N-15\%}^{+10\%}, f_N \pm 1\%$
CISPR 25 ed. 5 $$	$13 \pm 1 \text{ V}$	$26\pm 2~\mathrm{V}$	$48\pm4~\mathrm{V}$	$U_N \pm 10 ~\%$	$U_{N-15\%}^{+10\%}, f_N \pm 1\%$

 U_N : 公称電圧、 f_N : 公称周波数

表 1: コンポーネント試験における電源電圧

2.5 電源などのインピーダンスの管理

2.5.1 低圧直流電源

試験に際して電源のインピーダンスを管理するために、そして電圧法 (§4.1) においては電源ライン 上の測定すべき高周波成分のみを取り出して測定器 に送るために、AN (artificial network) と呼ばれる デバイスが用いられる (§8.1.1)。

12 V や 24 V などの低圧直流電源^{†5} に使用する AN は、5 μ H/50 Ω AN、あるいは単に 5 μ H AN と呼ばれるもので、図 40に示すような構成の、測定 ポートを 50 Ω で終端した時に図 41に示すようなイ ンピーダンス特性を示すものである。

AN は実際の設置に際しての電源リターン線 (バッ テリのマイナス側に戻すための接続; LV-) の長さ に応じて次のような形で用いられる:

 ローカルでの接地 — 電源リターン線が 200 mm 以下の場合^{†7}

AN を1台だけ用いて給電線 (バッテリのプラ ス側への接続; LV+) のみを AN を介して接続 し、電源リターン線 (バッテリのマイナス側へ の接続; LV-) はグランド・プレーンを介して 接続する (図 3)^{†8} 遠隔での接地 — 電源リターン線が 200 mm よりも長い場合

AN を 2 台用いて給電線 (LV+) と電源リター ン線 (LV-) の双方を AN を介して接続する (図 4)

AN はグランド・プレーン上に直接置き、その金 属の筐体はグランド・プレーンとのあいだの直流抵 抗が 2.5 mΩ 以下となるようにグランド・プレーン に接続する。また、低圧電源のマイナス側の線は、 ローカルでの接地 (電源のマイナス側に AN を用い ない; 図 3) の場合は勿論、遠隔での接地 (電源のマ イナス側にも AN を用いる; 図 4) の場合にもその 電源側でグランド・プレーンに接続する。

AN の測定ポートは、電圧法 (§4.1) でその線の 測定を行なう時には必要に応じてアッテネータやパ ルス・リミッタ^{†9}を介して測定器の 50 Ω の入力に 同軸ケーブルで接続し、その他の時には 50 Ω の終 端器 (AN 内蔵のもの、あるいは外付けの同軸終端 器) で終端する。

2.5.2 その他の電源

CISPR 25 ed. 4、ed. 5 では電気自動車やハイ ブリッド電気自動車のためのコンポーネントの HV (高圧)^{†5} 電源ラインには §8.1 で述べる HV-AN を、充電用の直流電源ラインには DC-charging-AN (CISPR 25 ed. 4 では HV-AN) を、また充電用の 交流電源ラインには AMN を用いるように規定さ れている (表3)。

^{†5} この規格では直流電源は 60 V 以上の場合に HV (高圧)、 それを下回る場合に LV (低圧) として扱われる。^{†6}

^{†6} ここで言う低圧は一般に感電の危険がないとみなすことが できる。だが、特にバッテリや大容量の電源装置では低圧であっ ても短絡に伴う発火や火傷などの事故の可能性は考えられ、短 絡の防止に注意を払うとともに、バッテリの直近への適切な定 格のヒューズの取り付けなどの短絡時のリスクの低減のための 処置を講じることが望ましいだろう。高圧では感電に伴う直接 的な危害のリスクも高まり、絶縁の維持や接近の防止に細心の 注意が必要となるだろう。

^{†7}小形のコンポーネントの配線でしばしば行なわれているように、電源リターンをワイヤで戻す代わりにコンポーネントの 近くで車体に落とすような場合。

^{†8} 電源のマイナス側が車体に接地されるものと仮定しており、 電源のプラス側が接地される場合はそのように読み替える。

^{†9} アッテネータは不整合の影響の低減や信号レベルの調整の、 パルス・リミッタ (トランジェント・サプレッサ) は電源の開閉 などに際して生じることがあるような過渡的な過大な信号から の測定器の保護の役割を果たす。これらの 2 つの機能は単一の デバイスで実現できるかも知れない。





2.5.3 通信線など

CISPR 25 ed. 4、ed. 5 では電気自動車やハイブ リッド電気自動車のためのコンポーネントの車両試 験に関しては充電モードでの試験では外部との通信 線などには §8.1 で述べる AAN を用いるように規 定されている (表 3)。

これらの規格ではコンポーネント試験については そのような規定はなく、そのような通信線もロード・ シミュレータ (§2.6) に接続することになるだろう が、場合によっては AAN を、あるいはそれと似た ものをロード・シミュレータの一部として使用でき るかも知れない。

2.6 ロード・シミュレータ

試験に際して、テスト・ハーネスは適切なロード・ シミュレータで終端する。このロード・シミュレー タはグランド・プレーン上に直接置き、それが金属 の筐体に入れられている場合にはそれをグランド・ プレーンに接続する。

グランド・プレーン上の適切な位置に置かれてテ スト・ハーネスを終端するロード・シミュレータと は別の周辺装置が EUT を動作させるために必要と なることもあるだろうが、そのような周辺装置は適 切なロード・シミュレータを介して接続することが できる。

そのような周辺装置をシールド・ルームの外に置 く場合、導体をシールド・ルームの壁の貫通穴(貫 通スリーブ)を通して引き出すとシールド・ルーム のシールド性が損なわれるため、光ファイバで接続 する、シールド・ルームの壁に位置に取り付けられ た貫通フィルタを介して接続するなどの対応が必要 となるかも知れない。

CISPR 25 ではロード・シミュレータについては



「ロード・シミュレータはセンサとアクチュエータ を含み、EUT に接続されたテスト・ハーネスを終 端する」のように述べられているだけで、それ以上 の具体的な要求は示されていない。だが、ロード・ シミュレータ (あるいはロード・シミュレータとそ の他の装置とを組み合わせたもの) は EUT を意図 したように動作させるために必要な機能や性能を持 つことに加えて次のような特徴を持つことが望まし いと思われる:

- テスト・ハーネスのその位置での終端のイン ピーダンス(コモン・モード・インピーダンス、 及び/もしくはノーマル・モード・インピーダ ンス)を適切に管理する。^{†10}
- その先に電源やその他の装置が接続される場合、 それらとのあいだに適切な減結合を与える。
 減結合が行なわれていない場合、ロード・シミュレータの先に接続される電源やその他の装置、 またそれらを接続するケーブルなどが試験の 結果に顕著な影響を与える可能性が予期される (§9.2.3 も参照)が、ロード・シミュレータが適 切な減結合を与えればその影響の大幅な緩和を 期待できる。
- グランド・プレーンに低インピーダンスで接続 できるような (例えば、底面にゴム足やその他 の突出物がなく、筐体の金属面が露出した) 金 属の筐体を持つ。

また、ロード・シミュレータやその他の装置がエ ミッション測定に影響するようなノイズを発生しな い (それらに起因するノイズがエミッション限度よ りも 6 dB 以上低い) ことも必要となる。^{†11}

ロード・シミュレータに接続されるハーネスの配 置はテスト・プランで規定し、これはテスト・レポー トにも記録する。

などもあり、常にそれで確認できるとは限らない。また、エミッション限度を超えているのが EUT 以外からと思われるノイズ

のみであるとしても、一般にはそれを除外して合格と判定する

ことは認められない。

2.6.1 テスト・ハーネスの終端

CISPR 25 ではテスト・ハーネスの終端について あまり具体的に述べられていないが、テスト・ハー ネスの終端のインピーダンスは試験の結果に著しい 影響を与える可能性がある (§9.2.3 も参照) ため、イ ンピーダンス管理を適切に行なうことが望ましいだ ろう。

電源のインピーダンスの管理はある程度は AN な どで行なうこともできるものの、AN のインピーダ ンス (図 41) は 100 MHz までしか規定されておら ず、一般にそれよりも高い周波数でのインピーダン スは不明となる。

テスト・ハーネス (電源を含む) に AN や周辺装置 などを直接接続するのではなくインピーダンス (コ モン・モード、及びノーマル・モード) をより高い 周波数まで管理できるようなロード・シミュレータ (§2.6) を介して接続するようにすれば、AN や周辺 装置の特性に頼らずにテスト・ハーネスの終端のイ ンピーダンスを管理することが、従ってその先に接 続される AN や周辺装置、それらの配置、またそれ らを接続するケーブルやその引き回しが試験の結果 にあまり影響しないようにすることが可能となるだ ろう。

ロード・シミュレータの設計や実装を慎重に行な えば100 MHz よりもかなり高い周波数までのイン ピーダンスを管理できるであろうし、試験で常に同 じロード・シミュレータを用いればその限界を超え た周波数においても試験の再現性の改善への寄与は 期待できそうである。

2.7 テスト・ハーネス

テスト・ハーネスやその接続は実車を代表するも のであるべきで、特にシールドされたハーネスの構 造と接続は実車を代表するものでなければならない。 またハーネスは適用する試験法の要求を満たす長さ でなければならない。

2.8 EUT の配置

EUT (被試験装置; DUT と呼ばれることもある) は低誘電率 ($\varepsilon_r \leq 1.4$)の絶縁材^{†12}の台を用いてグ ランド・プレーンから (50±5) mm の高さに置く。

^{†10} §9.2.3で触れるように、ロード・シミュレータのインピーダ ンスは試験結果に著しい影響を与える可能性がある。CISPR 25 (少なくとも CISPR 25 ed. 5 まで)にはそのような記載はない が、ISO 11452-1:2015^[5] ではロード・シミュレータはコモン・ モード・インピーダンス、及び/もしくはノーマル・モード・イ ンピーダンスを考慮して設計されなければならない旨が明記さ れている。ロード・シミュレータについては [7] も参照。 ^{†11} ロード・シミュレータやその他の周辺装置が有意なノイズ を出していないかどうかは EUT の電源を切って測定を行なう ことで確認できる場合もある。だが、例えば EUT の電源を切 ると周辺装置が発生しているノイズも消える、など)場合

^{†12} 密な材料は誘電率が高いため、発泡材 (例えば発泡ポリス チレン) が用いられる。



EUT の筐体は、それが実際の設置に際して車体 に接続される場合のみ、短いワイヤでグランド・プ レーンに接続する。

2.9 EUT の動作条件

EUT は意図された使用方法の範囲内でエミッションが最大となるような条件で動作させる。

ー般には、ノイズを発生するかも知れない全ての 部分を動作させ、また該当する場合は適切な負荷を かけることが必要となるであろう。出力が可変の場 合は最大出力で連続動作させれば良いと考えるかも 知れないが、出力が低い時や間欠的に動作させた時 の方がエミッションが高くなる場合もあり、最大出 力で連続動作させることが可能であるとしてもその 条件だけを考えれば良いとは限らない。

どの条件が最悪となりそうかがわからない場合や 同時に動作しない機能がある場合などは、様々な動 作条件を含む動作シーケンスを組む(但し、これは 測定時間に影響する; §2.3.3)、複数の動作条件での 測定を行なう、あるいはエミッションが最大となり そうな動作条件の決定のために予備測定を行なうな どの対応も必要となるかも知れない。

電気自動車やハイブリッド電気自動車の動力用 バッテリの状態や充電モードにおける充電電流につ いては、CISPR 25 ed. 5 では車両試験に関して動 力用バッテリの SOC (充電率)は 20~80 %、充電 電流が調整可能な場合は最大定格の 80 % 以上とす るように述べられている。それが適切な場合、コン ポーネント試験でも、また規格の版に関わらず、こ れを準用するのが良いかも知れない。

3 エミッション限度

車両にどのような無線デバイスが取り付けられる かはそれぞれの車両に依存する。また、妨害の結合 にはコンポーネントの取り付け位置、車体の構造、 ハーネスの設計などが関係する。^{†13}このため、この



図 5: 広帯域限度と狭帯域限度の例 (CISPR 25 ed. 2, ALSE 法, Class 5)



図 6: PK, QP, AV 限度の例 (CISPR 25 ed. 5, ALSE 法, Class 5)



図 7: PK, QP, AV 限度の例 (CISPR 25 ed. 5, 電圧法, Class 5)

^{†13} 例えばフロント・ウィンドウ上部に取り付けられるドライ ブ・レコーダの場合、フロント・ウィンドウに貼り付けられたア ンテナ(もしあれば)への結合のリスクは非常に高そうで、その アンテナに対応する周波数帯でのエミッションは非常に低く抑え ることが必要となりそうである。だが、後方の屋根の上に取り付 けられたアンテナへの結合のリスクは低そうで、その周波数帯 でのエミッションはそれほど低く抑えなくても済むことが予期さ れる。フロント・ウィンドウ周辺にはしばしば GPS や ETC な どのアンテナが設置されており、例えばアフターマーケットのド ライブ・レコーダの GPS への干渉もしばしば報告されている。



図 8: エミッション限度の例 (CISPR 25 ed. 5, 電圧法, PK)



図 9: エミッション限度の例 (CISPR 25 ed. 5, 電圧法, QP)



図 10: エミッション限度の例 (CISPR 25 ed. 5, 電圧法, AV)



図 11: エミッション限度の例 (CISPR 25 ed. 5, 電流プ ローブ法, PK)



図 12: エミッション限度の例 (CISPR 25 ed. 5, 電流プ ローブ法, QP)



図 13: エミッション限度の例 (CISPR 25 ed. 5, 電流プ ローブ法, AV)



•

6 GHz

1 GHz

20

0 L 150 kHz

1 MHz



図 16: エミッション限度の例 (CISPR 25 ed. 5, ALSE 法, AV)

Frequency

 $10 \ \mathrm{MHz}$

100 MHz



図 17: GPS L5 に対するエミッション限度の例 (CISPR 25 ed. 5, ALSE 法, AV)



図 18: GLONASS などに対するエミッション限度の例 (CISPR 25 ed. 5, ALSE 法, AV)

規格では、測定法、及び周波数帯毎にクラス1(最 も緩い)からクラス5(最も厳しい)の5段階の限 度が示されており、どの周波数帯について限度を適 用するか、またどの限度を適用するかは規格のユー ザーが選択するようになっている。^{†14†15}

エミッション限度は CISPR 25 ed. 2 では広帯域

限度 (PK、QP) と狭帯域限度 (PK) として規定さ れていた (図5) が、CISPR 25 ed. 3 以降ではその 区別はなくなり単純に該当するそれぞれの検波に対 する限度が規定されている (図6, 図7)。

通常、どの周波数帯についてどのエミッション限 度 (クラス 1~5 のいずれか、あるいはその他の指 定された限度) に適合すべきか、またどの検波を適 用すべきかは事前に決定し、テスト・プランに記載 することが必要となる。

コンポーネントを OEM (自動車メーカー) に納 入する場合はこれは OEM から指定される、あるい は事前に OEM と協議して決定することになるだろ うが、CISPR 25 で示されたエミッション限度の中 から選択するのではなく OEM が独自に定めた比較 的厳しいエミッション限度 (一例を §9.1.2 に示す) への適合が求められることが多く^{†16}、適用すべき測 定法にも CISPR 25 とは相違があるかも知れない。

一方、ECE R10.06^{[2][4]} では充電モード以外につ いては 30~1000 MHz についてのみ QP (広帯域エ ミッション限度) と AV (狭帯域エミッション限度) のかなり緩いエミッション限度のみが規定されてい る (§9.1.1)。

4 基本的な測定法

CISPR 25 ではコンポーネント試験の方法とし て表2に示すものが述べられており、そのうち、主に

- 電圧法 (§4.1)
- 電流プローブ法 (§4.2)
- ALSE 法 (§4.3)

が用いられる。

4.1 電圧法

EUT の低圧電源ラインを 200⁺²⁰⁰₋₀ mm のワイヤ で AN に接続して EUT を動作させ、AN の測定 ポートに接続したテスト・レシーバなどの測定器を 用いて EUT の低圧電源ライン上のノイズ^{†17}を測定 する (図 19, 図 20)。

^{†14} 多くのエミッション規格と異なり、この規格のエミッション限度は様々な無線サービスに対応する形で細切れに示されている。また、異なる無線サービスで使用される周波数帯に対しては複数の限度が示されていることもある。

^{†15}新しい版ではより多くの無線サービスに対応する限度が示 されている (例えば、一部は以前の版にも含まれており、また この版でも全ての周波数帯がカバーされているわけではないが、 CISPR 25 ed. 5 では 2G~5G のデジタル携帯電話で用いられ る様々な周波数帯に対する限度が追加されている; 図 60) が、全 ての無線サービスがカバーされているわけではない。例えば緊 急サービス (警察、消防、救急など)のための車両での使用が意 図されたコンポーネントではそれに応じた追加の限度の適用も 必要となるかも知れない。

^{†16} また、コンポーネントの性質や取り付け位置などに関わら ず同じエミッション限度への適合が求められることが多い。 ^{†17} グランド・プレーンと測定対象の線のあいだに現れる電圧

で、コモン・モードとノーマル・モードの双方の成分を含む。



試験法	CISPR 25 ed.2	CISPR 25 ed.3	CISPR 25 ed.4	CISPR 25 ed.5	
電圧法 (§4.1)	0.15~108 MHz	0.15~108 MHz	0.15~108 MHz	0.15~108 MHz	
電流プローブ法 (§4.2)	0.15~108 MHz	$0.15 \sim 108 \; {\rm MHz}$	$0.15\sim 245~\mathrm{MHz}$	$0.15\sim 245~\mathrm{MHz}$	
ALSE 法 (§4.3)	0.15~960 MHz	$0.15\sim\!2500~\mathrm{MHz}$	$0.15\sim\!2500~\mathrm{MHz}$	$0.15\sim 5925~\mathrm{MHz}$	
TEM セル法 (§5.1)	0.15~245 MHz	0.15~245 MHz	0.15~245 MHz (参考)		
ストリップライン法 (§5.2)	_	0.15~960 MHz (参考)	0.15~960 MHz (参考)	0.15~960 MHz (参考)	

表 2: コンポーネント試験の方法



図 19: 電圧法のセットアップの例 (ローカルでの接地)



図 20: 電圧法のセットアップの例 (遠隔での接地)



この測定は、

- ローカルでの接地 (図19) の場合 給電線 (LV+)のみ
- 遠隔での接地 (図 20) の場合 給電線 (LV+)
 と電源リターン線 (LV-)

について行なう。

4.2 電流プローブ法

測定対象のワイヤの束を電流プローブに通し、そ の束を流れる電流を測定する (図 21)。^{†18}

基本的に、CISPR 25 ed. 2 では制御/信号リー ド全てを、また CISPR 25 ed. 3、ed. 4、ed. 5 で はハーネス全体 (全てのワイヤ)を電流プローブに 通して測定を行なう。また、少なくとも CISPR 25 ed. 4、ed. 5 では、ハーネスが複数の束 (バンドル) に分かれて引かれれる場合はそれぞれの束について も測定を行なう。^{†19}

ハーネス長と電流プローブの位置にも規格の版に よる違いがある:

- CISPR 25 ed. 2:
 - ハーネス長: 1500±75 mm
 - - 電流プローブの位置: EUT から 50 mm、 500 mm、1000 mm、及び AN かロード・ シミュレータから 50 mm

- CISPR 25 ed. 3, ed. 4, ed. 5:
 - ハーネス長: 1700⁺³⁰⁰ mm
 - - 電流プローブの位置: EUT から 50 mm、

 及び 750 mm

電流プローブの位置が複数指定されているのは §9.2.1で述べるようにその位置によって一部の周波 数での測定結果が大きく異なったものとなることが あるためで、指定された全てのプローブ位置でエ ミッションが所定のエミッション限度を超えないこ とが必要となる。

少なくとも CISPR 25 ed. 5 では使用する電流プ ローブは 200 MHz までの周波数範囲で CISPR 16-1-2 に適合するものでなければならない。

4.3 ALSE法

ALSE 法では、ALSE (§2.1) 内で、EUT やハー ネスから空間に放射される電磁界を受信アンテナを 用いて測定する。

EUT はグランド・プレーンの前縁から 200 ± 10 mm、高さ 50±5 mm の位置に置く。ハーネス は、グランド・プレーンの前縁から 100±10 mm、高さ 50±5 mm の位置に、1500±75 mm がグラ ンド・プレーンの前縁と平行となるように引く。

受信アンテナは、1000 MHz 以下ではハーネスの 中心の正面、1000 MHz 以上では EUT の正面、ハー ネスから 1000±10 mm の距離、またモノポール・ア ンテナ以外はグランド・プレーンから 100±10 mm の高さに置く (図 22~図 24)。^{†20}

典型的には受信アンテナとしては次のようなものを用い、30 MHz 以下については垂直偏波のみ、 30 MHz 以上については垂直偏波と水平偏波での測定を行なう:

^{†18} これに加え、OEM 規格などでハーネス内のワイヤを個別 に測定するように求められることがあるかも知れない。だが、例 えばモータなどの負荷への PWM (パルス幅変調)出力をその ような形で測定しようとした場合などは、負荷への電流の高周 波成分が測定周波数範囲内に入れば高いレベルのノイズとして そのまま測定されることになるだけでなく、その電流が周波数 とは無関係に測定器を過負荷とし、場合によっては焼損させる 可能性もある。従って、このような測定にで測られるエミッ ションを低く抑える必要がある場合は基本設計からの配慮も必 要となりそうである。ローカルでの接地 (図3)の場合、ハーネ ス全体を一括で測定する場合であっても電源電流の高周波成分 はそのまま測定されることになるが、通常は電源電流の高周波 成分は低く抑えるように設計されているものと思われる。

^{†19} 電流プローブをハーネス全体に取り付けた場合はノーマル・ モードの電流は相殺され、結果に現れないが、ハーネス全体が1 つの束として引かれる場合、干渉の主な原因となるのはハーネ ス上のコモン・モード・ノイズであり、通常はこの形で測定すれ ば充分と考えられる。だが、ハーネス全体が1つの束としてで はなく分岐して引かれる場合はハーネス全体に対する測定だけ では不足かも知れない。CISPR 25 の版に関わらず、どの束に ついて (どのワイヤを電流プローブに通して)測定を行なうかを テスト・プランに明記することが望ましいだろう。

^{†20} 一般に、低い周波数ではハーネスからの放射が支配的と考 えられるが、周波数が高くなると EUT からの放射の寄与が高 くなるとともに使用される受信アンテナの指向性が鋭くなる傾 向があり、受信アンテナをハーネスの中央に向けて置いたので は適切な評価を行なえなくなる可能性が高まる。このため、こ の規格では 1 GHz を区切りとして受信アンテナの位置を変える ようになっている。受信アンテナを EUT の正面に置いた場合 はハーネスの大部分が受信アンテナの視野から外れる可能性が 高いが、1 GHz 以上の周波数ではハーネスは EUT から 10 cm 程度までの部分がアンテナの視野に入っていれば充分と考えら れる。





図 21: 電流プローブ法のセットアップの例

- 0.15~30 MHz
 1 m アクティブ・モノポール・アンテナ
- 30~300 MHz
 バイコニカル・アンテナ
- 200~1000 MHz
 対数周期アンテナ (LPDA)^{†21}
- 1000 MHz∼

ホーン・アンテナ (ダブルリッジド・ウェーブ ガイド・ホーン・アンテナ)、または対数周期 アンテナ

1 m モノポール・アンテナの校正は CISPR 25 ed. 3 や ed. 4 では CISPR 16-1-4、CISPR 25 ed. 5 では CISPR 16-1-6:2014+A1:2017 に従って行なう。^{†22} また、いずれの版でも、30 MHz 以上のアンテナ の校正は SAE ARP 958 Rev D の "procedure for two identical antenna 1 m gain measurements" で 述べられた方法で行なう。

5 その他の測定法

5.1 TEM セル法

TEM セル法は古い版の CISPR 25 には含まれて いたが、CISPR 25 ed. 4 で参考扱いに変更され、 CISPR 25 ed. 5 で完全に削除された。

^{†21} 200~300 MHz がオーバーラップしているが、これはバイ コニカル・アンテナと対数周期アンテナの双方で重複して測定 を行なうことを意味するわけではない。これらのアンテナを用 いる場合、通常は 200 MHz か 300 MHz でアンテナの切り替 えが行なわれる。

^{†22} ECSM (等価容量置換法) と呼ばれる、アンテナの自己キャ パシタンスに相当するコンデンサ (ダミー・アンテナ) を介して信

号を注入して求めた減衰量からアンテナ係数を算出する方法が用い られる。CISPR 25 ed. 3 や ed. 4 で参照されている CISPR 16-1-4:2007+A1:2007 や CISPR 16-1-4:2010 と CISPR 25 ed. 5 で参照されている CISPR 16-1-6:2014+A1:2017 とでこの測定 の方法に違いはない。だが、CISPR 16-1-4 では一般に用いら れるモノポール・アンテナの自己キャパシタンス C_a が 10 pF (MIL-STD-461 や ANSI C63.5 で示されているものと同一の 値) であると述べられていたが、 C_a がこの値となるのはロッド の直径が 3 mm 弱の場合で、CISPR 16-1-6 ではこれはより実 際的な 12 pF (ロッドの直径が 7 mm 前後の場合を代表する) という値に修正されている。いずれの版でも校正で用いるべき キャパシタンスは規格で示された式と実際のロッドの寸法とか ら算出できる。





図 23: ALSE 法のセットアップの例 (30~1000 MHz) — 図 22 も参照



図 24: ALSE 法のセットアップの例 (1000 MHz~) — 図 22 も参照

CISPR 25 の概要 — 車載機器のエミッションの評価 (ed. 3)

TEM セル法では EUT を TEM セル内に配置し て動作させ、TEM セルの同軸コネクタに現れる電 圧を測定する (図 25, 図 26)。TEM セル自身がシー ルドを与え、また後述のように TEM セルから出る 導体 (ハーネス) は TEM セルの出口でフィルタさ れるので、他の測定法と異なり一般に測定をシール ド・ルーム内で行なう必要はない。

測定可能な周波数の上限は TEM セルの大き さから決まり、セルの高さが 600 mm の場合は 200 MHz、1200 mm の場合は 100 MHz となる。

EUT からの導体 (ハーネス) は AN (§8.1.1) と似 たインピーダンス特性を持つ低域通過フィルタを、 あるいはそれが信号線の特性のために適切でない場 合にはこれと異なる適切なフィルタを通して引き出 す。このフィルタは TEM セルのコネクタ・パネル に取り付けるか、それが難しい場合はその外に置い て同軸ケーブルで接続することになるだろう。

このフィルタは 30 MHz から最大測定周波数ま でで 40 dB 以上の減衰を持たなければならず、そ の最小減衰量の例を図 27に示す。このフィルタは外 部からのノイズの侵入を低減するとともに、他の測 定法でのロード・シミュレータと同様に RF 境界を 作り、ハーネスの終端インピーダンスを管理する役 割も果たす。



5.2 ストリップライン法

ストリップライン法は CISPR 25 ed. 3、ed. 4、 ed. 5 で参考扱いとして示されているものである。

ストリップライン法では、通常は図 29のようにテ スト・ハーネスをストリップライン内に引いてスト リップラインの同軸コネクタに現れる電圧を測定す る形となり、0.15~400 MHz の周波数範囲が測定 可能と考えられる。



図 26: TEM セル内の EUT とハーネスの配置







図 28: TEM セルの例 (写真は Teseq 社提供)

ストリップラインはシールドされておらず、試験 はシールド・ルームか ALSE で行なう必要がある。 シールド・ルームの壁からの反射の影響はストリッ プラインのポートから見た反射係数への影響が6dB 未満となるようにすべきで、電波吸収体を用いて壁 からの反射を抑えることが必要となるかも知れない。





図 29: ストリップライン法のセットアップ (寸法は 50 Ω ストリップラインのもの)



図 30: ストリップラインの例 (写真は Teseq 社提供)

6 HV 電源に接続されるコンポー ネントの測定

CISPR 25 ed. 4 Annex I や ed. 5 Annex H で は電気自動車のインバータや充電システムのように HV (高圧) 電源^{†5} (例えば DC 300~500 V 程度の バッテリのような) に接続されるコンポーネントの 測定方法も述べられている。^{†23}このようなコンポー ネントは充電のために DC や AC の電源にも接続さ れることもある。

このようなコンポーネントの電圧法 (§4.1)、電流 プローブ法 (§4.2)、及び ALSE 法 (§4.3) でのセット アップの例を、それぞれ図 31、図 33、及び図 34に 示す。

基本的なポイントは、

HV 電源ラインは HV-AN (§8.1.1) を介して接続する。必要な場合、実際の使用状況でのコモン・モードやディファレンシャル・モードのインピーダンスを模擬するためのインピーダンス

整合回路網を HV-AN と EUT のあいだに接 続することもできる。

- HV のハーネスがシールドされている場合、そ のシールドは HV-AN のシールド・ボックスに 適切に接続する。ケーブルのシールドとシール ド・ボックスのあいだの接続、またシールド・ ボックスとグランド・プレーンとのあいだの接 続は測定結果に有意な影響を与える可能性があ り、実際の使用での状況を模擬するために意図 的に別の形とする場合以外は高周波的に良好な 接続を行なうべきである。^{†24}
- 充電用の DC 電源ラインは DC-charging-AN (CISPR 25 ed. 4 では HV-AN; §8.1.1) を介 して接続する。
- 充電用の AC 電源ラインは AMN (§8.1.1) を介 して接続する。
- AN、HV-AN、AMN の RF ポートは測定器に 接続されていない時は全て 50 Ω の終端器 (AN 内蔵のもの、あるいは外付けの同軸終端器) で 終端する。
- 電流プローブ法や ALSE 法では LV 系のハー ネスをグランド・プレーンの縁の最も近くに引 き、そのグランド・プレーンの縁からの距離は 100±10 mm とする。
- LV 系、HV 系、及び充電用電源のハーネスの 間隔はそれぞれ 100⁺¹⁰⁰₋₀ mm とする。
- ほとんどの場合、ハーネス長は1700⁺³⁰⁰₋₀ mm、 ハーネスのグランド・プレーンの前縁と平行な 部分の長さは1500±75 mm とする。
- モータ (電動機) は別のグランド・プレーンに置いても良い^{†25}が、テスト・プランでグランド・ プレーン間の接続の構成を規定しなければならない。
- 電圧法での測定は、それぞれの HV 電源ライン (HV+、及び HV-) について、そして LV 電源

^{†23} ECE R10.06^{[2][4]} は CISPR 25 ed. 2 を参照しているが、 これと同様の規定を含む。

^{†24} ケーブルのシールドのシールド・ボックスへの接続は、例え ば HV-AN のシールド・ボックスに取り付けられた EMC 用の ケーブル・グランド (cable gland) を用いてケーブルのシールド を全周でシールド・ボックスに接続することで行なえる (図 42)。 いわゆる「ピッグ・テール」接続は一般に許容できない。 ^{†25} 強度や振動などの理由のため、グランド・プレーンを分離 することが望ましい、あるいは必要となるかも知れない。グラ ンド・プレーンを分離するかどうかに関わらず、モータの固定に は注意が必要となるかも知れない。



図 31: HV 電源と AC 電源に接続されるコンポーネントの電圧法でのセットアップの例



図 32: HV 電源とモータに接続されるコンポーネントの電圧法でのセットアップの例



図 33: HV 電源と AC 電源に接続されるコンポーネントの電流プローブ法でのセットアップの例



図 34: HV 電源と AC 電源に接続されるコンポーネントの ALSE 法でのセットアップの例

ラインもある場合には LV 電源ライン (LV+、 及び/もしくは LV-) について行なう。^{†26}

- 電流プローブ法での測定は以下のラインについて行なう:
 - HV 電源ライン (HV+ と HV-)、また モータへの3相ライン (該当する場合) に ついて、一括で、また該当する場合は個 別に;^{†27}
 - 充電用の AC 電源ラインがある場合、AC 電源ハーネス全体を一括で。^{†28}

シールドされた HV 電源ラインの電圧法での測 定については HV 系と LV 系のあいだの結合減衰量 (§7) に応じて高いレベルに設定される HV 電源ラ イン特有のエミッション限度 (図 35~図 37) が適用 されるが、電流プローブ法と ALSE 法については通 常の限度 (図 11~図 16) を適用できる。



図 35: シールドされた HV 電源ラインに対するエミッ ション限度の例 (CISPR 25 ed. 5, 電圧法, HV–LV 結合 減衰量クラス Class A1, PK)



図 36: シールドされた HV 電源ラインに対するエミッ ション限度の例 (CISPR 25 ed. 5, 電圧法, HV–LV 結合 減衰量クラス Class A1, QP)



図 37: シールドされた HV 電源ラインに対するエミッ ション限度の例 (CISPR 25 ed. 5, 電圧法, HV–LV 結合 減衰量クラス Class A1, AV)

7 HV 系と LV 系のあいだの結合 の評価

CISPR 25 ed. 4 Annex I や ed. 5 Annex H では、 EUT の HV 系から LV 系への結合の程度の評価^{†29} の方法として、

- エミッション測定のセットアップを用いた評価 (§7.1)
- HV-LV 間結合の直接的な測定 (§7.2)

^{†26} この測定は充電用電源ラインには適用されないが、例えば IEC 61851-21-1^[8] はオンボード充電システムの充電用電源ラ インに対するエミッション要求も含む。

^{†27} 個別での測定の場合は殊に、測定器を不用意に接続すると 著しく高い高周波電流のために測定器が過負荷となり、あるい は焼損するかも知れない。

^{†28} 充電用の DC 電源ラインも同様に測定できそうである。

^{†29} この評価の目的は HV 系 (通常はシールドされている)上 のノイズがその EUT を介して LV 系 (通常はシールドされてい ない)に漏洩して干渉問題を引き起こす可能性を評価することと 考えられる。但し、ALSE 法では HV 系からの直接の放射も測 定される形となる。



の2つが示されている。

7.1 エミッション測定のセットアップを用 いた評価

 HV-AN とインピーダンス整合回路網 (もしあ れば)、もしくは EUT のあいだに注入デバイ ス (ISO 11452-4^[5] で規定された電流注入プ ローブ、あるいは ISO 7637-3^{6]} の DCC 法で 規定されているコンデンサ)を取り付けて 30 ~108 MHz の信号を注入し、その HV-AN の RF ポートで測定された信号レベルが HV ライ ンに対するいずれかのエミッション限度と等し くなる大きさとなるように調整する (図 38)。

注入を電流注入プローブで行なう場合は EUT は接続して電源を切った状態^{†30}とし、コンデ ンサで行なう場合は EUT は切り離す。

 それぞれの周波数で先ほどと同じ振幅の信号を 注入しながら電圧法 (図 31)、電流プローブ法 (図 33)、あるいは ALSE 法 (図 34) でのエミッ ションの測定を行ない、先に選択した HV ラ インに対するエミッション限度と同一のクラス の通常のエミッション限度を超えないことを確 認する (図 39)。

この測定は CISPR 25 ed. 4 では EUT をテ スト・プランで指定されたように動作させて、 CISPR 25 ed. 5 ではテスト・プランでの指定 に従って通電状態か非通電状態で行なう。

 この測定は、HV の双方のポートからの注入に 対して、また電圧法と電流プローブ法の場合に は LV の双方のポート (もしあれば) について 行なう。

7.2 HV-LV 間結合の測定

非通電状態の EUT の HV ポートから LV ポー トへの結合 (減衰量) をネットワーク・アナライザ などを用いて直接測定する。

この測定は、HV の双方のポートからの注入に対 して、また LV の双方のポート (もしあれば) につ いて行なう。

8 その他の事項

8.1 AN, AMN, AAN

CISPR 25 ed. 5 での試験に際しては、表3 で示 すような AN (artificial network)、AMN (artificial mains network)、及び AAN (asymmetric artificial network)^{†31}を接続対象の線に応じて使用する。^{†32}

CISPR 25 ed. 4 はこれと似た規定を含むが、DCcharging-AN とコントロール・パイロット上の信号/ 制御線のための AAN を含まない。

また、CISPR 25 ed. 3 までは AN (LV-AN) 以外 の規定を含まないが、ECE R10.06^{[2][4]} (CISPR 25 ed. 2 を参照している) は CISPR 25 ed. 5 のこれら の規定と概ね整合した規定を含む。

これらの測定用ポートはそのラインのエミッショ ンを測定する際には測定器 (テスト・レシーバ) に 接続し、その他の時には 50 Ω の終端器 (AN 内蔵 のもの、あるいは外付けの同軸終端器) で終端する。

8.1.1 LV-AN, HV-AN, DC-charging-AN

AN (LV-AN)、HV-AN、及び DC-charging-AN はいずれも 5 μ H / 50 Ω AN で、基本回路 (図 40) やインピーダンス (図 41)の規定は同様だが、図 40 に示すように、電源入力側の定数として異なる値が 示されている。^{†33}

HV-AN とテスト・ハーネスのあいだには、必要 に応じて適切なインピーダンス整合回路網を入れる ことができる。高圧 DC 電源線はしばしばシールド されるため、HV-AN はケーブルのシールドを適切 に終端できるような構造となっているか、あるいは そのようなシールド・ケースに入れて使用されるこ とが多い (図 42)。

 $^{^{\}dagger 30}$ CISPR 25 ed. 5 Figure H.13 では HV 電源は接続して EUT には他に何も接続しないように描かれているが、測定の際 と同じセットアップで、だが電源 (HV 電源も LV 電源も)を切 り離した形としても良いかも知れない。

 $^{^{\}dagger 31}$ CISPR 25 ed. 3 まででは AAN という略語が artificial antenna network に対して用いられることがあったが、これは CISPR 25 ed. 4 で AAA (artificial antenna adapter) に変 わっている。

^{†32} AN や AMN は LISN (line impedance stabilization network) と呼ばれることもある。

^{†33} インピーダンス Z_{PB} は端子 A–B を (従って C_2 を) 短絡 した状態で規定されているため、 C_2 の容量の違い (また、 C_2 が あるかどうか) の影響を受けない。だが、 C_2 の 150 kHz にお けるインピーダンスは 1 μ F では約 1 Ω 、 0.1 μ F では約 10 Ω で、実際の使用時には $C_2 = 0.1 \mu$ F の HV-AN の端子 P–B 側から見たインピーダンスは電源入力側のインピーダンスの影 響を有意に受けることが予期される。HV-AN の入力側の貫通 フィルタを通して電源を接続すればこの影響はある程度緩和さ れるだろう。





図 38: HV 系と LV 系のあいだの結合の評価 — レベル設定



図 39: HV 系と LV 系のあいだの結合の評価 — 電圧法での測定



電源線用 AN, AMN			
低圧 DC 電源線	AN (LV-AN; 5 μ H / 50 Ω) — CISPR 25 E.2.1 (🗵 40)		
高圧 DC 電源線	HV-AN (5 μ H / 50 Ω) — CISPR 25 E.2.2 (🖾 40)		
DC 充電ライン	DC-charging-AN [†] (5 μ H / 50 Ω) — CISPR 25 E.2.3 (🗵 40)		
AC 充電ライン	AMN (50 $\mu {\rm H}$ / 50 $\Omega)$ — CISPR 16-1-2 (\boxtimes 43)		
信号/制御/通信線用 AAN			
対称信号/制御ポート	CISPR 25 E.4.2 (図 45)		
電源線上の PLC	CISPR 25 E.4.3 (図 46)		
コントロール・パイロット上の PLC	CISPR 25 E.4.4 (図 47)		
コントロール・パイロット上の信号/制御	CISPR 25 E.4.5‡ (図 48)		
シールド線	CISPR 32 Annex G		

† これは CISPR 25 ed. 4 には含まれず、HV-AN を使用する

‡ CISPR 25 ed. 4 には含まれない

表 3: AN, AMN, AAN (CISPR 25 ed. 5)



図 40: LV-AN, HV-AN, DC-charging-AN の原理



図 41: 5 μH/50 Ω AN のインピーダンス Z_{PB} (測定ポートを 50 Ω で終端、端子 A–B を短絡した状態での計算値)



シールド・ケース グランドとの接触面は金属を露出させる

図 42: HV ケーブルの HV-AN への接続の例 — ケーブ ルのシールドをケーブル・グランドの金属のフィンガー などを介してシールド・ケースに 360° 接続する







図 44: AMN (50 μH / 50 Ω) のインピーダンス



Z_{cat}: LCL が所定の値となるように平衡度を調整 図 45: AAN (対称信号/制御ポート)の原理 — 2 線 (1 対) 用



8.1.2 AMN

AMN (図 43) は商用電源に接続される一般の電 気機器の電源ポート伝導エミッション測定で良く用 いられるものと同様の 50 μH / 50 Ω のものであり、 AC 充電の車両やコンポーネントの充電モードでの 試験で用いられる。



図 47: AAN (コントロール・パイロット上の PLC) の 原理



図 48: AAN (コントロール・パイロット上の信号/制御) の原理

8.1.3 AAN

AAN は車両の充電モードの試験で通信ポートに 用いられる。

電源線上の PLC 用の AAN (図 46) は AMN や DC-charging-AN などと並列に接続することを意図 しており、コモン・モード・インピーダンスを制御 する機能を持たない^{†34}が、その他の AAN (図 45, 図 47, 図 48, 及び CISPR 32 で示されているシール ド線用の AAN) は 150 Ω のコモン・モード・イン ピーダンスを与えるようになっている。

対称通信線用の AAN (図 45) の Z_{cat} は、LCL (longitudinal conversion loss; 不平衡減衰量) を実際の使用時に接続される装置とケーブルに合わせる ように調整する。

CISPR 25 ではコンポーネント試験で AAN を用 いるという規定はないが、場合によっては AAN を、 あるいはそれと似たものをロード・シミュレータの 一部として使用できるかも知れない (§2.5.3)。

^{†34} PLC の信号は AMN などを通過できず、この AAN は信 号を通すため代替の経路を提供する。



8.2 不確かさ

CISPR 25 ed. 5 では、Annex J~N (informative) で測定系の不確かさ^{†35}の評価のガイダンスが、また Annex M (informative) で不確かさの見積もりの例 が示されているが、エミッション限度への適合の判 定で不確かさを考慮することが求められているわけ ではない。

CISPR 25 で示されているエミッション限度は不 確かさを考慮したものとされており、それらのエミッ ション限度への適合の判定での不確かさの考慮は不 要と考えられる。

OEM などがエミッション限度 (CISPR 25 に基 づくものであれそれ以外のものであれ) への適合の 判定で測定系の不確かさを考慮するように求めるこ ともあるかも知れないが、これは別の話である。

また、コンポーネントの製造業者は受け入れ検査 や抜き取り検査での限度超過(量産でのばらつきや 測定のばらつきなどによって生じるかも知れない) の可能性を下げるためにマージンを取るべきと考え るかも知れないが、これはコンポーネントの製造業 者の判断となるだろう。

8.3 ALSE の検証

CISPR 25 ed. 4 Annex J や ed. 5 Annex I で は 150 kHz~1 GHz の周波数範囲での ALSE の特 性の検証の方法が示されている。これは参考扱いと なっているが、床面にフェライト・タイルがある場 合 (\S 2.1) は ALSE の特性の検証が必須となる。

CISPR 25 ed. 4 Annex J では基準測定法 (Annex J.2) とロング・ワイヤ法 (Annex J.3) の 2 つ の方法が示されていたが、CISPR 25 ed. 5 Annex I では基準測定法は削除されロング・ワイヤ法のみと なっている。

ロング・ワイヤ法は、図49のようにグランド・プ レーン上に置いた長さ 50 cm の"ロング・ワイヤ" アンテナを放射素子として用いて通常の位置に置い た受信アンテナで測定を行ない、その結果を規格で 示されているシミュレーションによって求められた 基準値と比較するものである。 グランド・プレーンやそのグランド・プレーンへ の接続もこの検証に影響し、従って ALSE の検証 はそれらも実際の測定の際と同じ状態として行なう ことが必要となるだろう。

この測定の結果が 90 % 以上のデータ・ポイント で偏差が ±6 dB 以下となればその ALSE は要求に 適合するものと判断できる。^{†36}

9 補足

9.1 他のエミッション限度の例

9.1.1 ECE R10.06

ECE R10.06^{[2][4]}の ALSE 法のエミッション限度 を図 50 に示す。

この測定法は CISPR 25 に基づくものの、ECE R10.06 のこのエミッション限度は明らかに AM ラ ジオや GPS などを保護せず、またその緩いエミッ ション限度はその車両上の FM ラジオなどの保護の ためにも充分ではなさそうである。ECE R10.06 の このエミッション限度はその車両上の受信機ではな く近隣の受信機の保護を意図したものと考えられる。

9.1.2 EMC-CS-2010JLR

OEM (自動車メーカー) 規格の一例として、 Jaguar Land Rover EMC-CS-2010JLR v1.2^[3]の ALSE 法 (RE310)のエミッション限度を図51 に 示す。

ここで EMC-CS-2010JLR を参照したのはその 規格が公開されているためで、それ以上の意味はな い。OEM の要求は様々であり、CISPR 25 Class 5 よりもかなり厳しいエミッション限度への適合が求 められる可能性もある。

9.2 測定結果の変動要因の例 — 電流プ ローブ法の場合

電流プローブ法 (§4.2) の場合について、測定結 果に顕著な影響を与える可能性がある、試験対象品 側に起因する要因のいくつかの例を示す。

^{†35} これは測定の不確かさではなく、例えば EUT のセットアッ プのばらつきに起因する変動など (測定系の不確かさよりも大き くなるかも知れない) は含まれない。

^{†36} 一部の周波数範囲で非常に大きな偏差を生じていてもこの 判断基準では適合と判断できる場合があるが、少なくとも実際 に測定を行なう周波数帯については最大の偏差を小さく抑える ことが望ましいと思われる。





図 49: ALSE の検証 ("ロング・ワイヤ"法)



図 50: ECE R10.06 のエミッション限度 (ALSE 法)

このうち、電流プローブの位置は電流プローブ法 に特有のものであるが、それ以外の要因は他の測定 法での測定にも影響を与えることが予期される。^{†37}

9.2.1 電流プローブの位置の影響

図 21に示したように、この規格では電流プローブ の取り付け位置を変えて測定を繰り返すように述べ



図 51: 他のエミッション限度の例 (EMC-CS-2010JLR v1.2, ALSE 法)

られており、これはハーネスが電気的に長い^{†38}こと から生じる可能性がある測定レベルの変動を緩和す るためと考えられる。

この影響を推定したもの^{†39}を図 52と図 53に示す が、図 52の条件では、電流プローブを *d* = 500 mm に置いて測定した場合は 40 MHz 近傍での測定結果 が著しく低くなりそうなことがわかるだろう。

^{†37} ALSE 法 (§4.3) においては、ハーネスの長さや配置、ロード・シミュレータの配置やインピーダンスの変化などが放射パターンの変化も引き起こすことも予期される。^[9] この測定は受信アンテナの位置は固定で行なわれることから、放射パターンの僅かな変化が測定結果の大きな変動をもたらす可能性が考えられる。

^{†38} 100 MHz での波長 λ は 3 m (自由空間中での値)、 $\lambda/4$ は 0.75 m となる。

^{†39} ハーネスを無損失伝送線路とみなした理想化したモデルに よる単純な推定であり、正確なものではない。また、実際のハー ネスでは信号の伝搬速度が若干遅くなる場合があるが、その影 響も考慮していない。

なお、図 52の推定では、どの周波数についても電 流プローブの位置を $d = 1450 \text{ mm} (\Pi - \mathbb{F} \cdot \hat{\mathcal{Y}} > 2 \square \mathcal{V}$ レータから 50 mm) とした時が最大となっている が、これはこの推定で EUT 側のインピーダンスを 50 Ω、ロード・シミュレータ側を短絡 (0 Ω) として いるためであり、常にそうなるわけではない。^{†40}



ハーネス長 L = 1500 mm、EUT のインピーダンスを 50 Ω 、 ロード・シミュレータ側は短絡としての推定 図 52: 電流プローブの位置の影響 (CISPR 25 ed. 2)



ハーネス長 L = 1700 mm、EUT のインピーダンスを 50 Ω 、 ロード・シミュレータ側は短絡としての推定 図 53: 電流プローブの位置の影響 (CISPR 25 ed. 3)

9.2.2 ハーネス長の影響

ハーネス長の違いの影響を上と同様の方法で推定 したものを図 54に示す。

プローブの位置を変えて測定を繰り返せばその影響は緩和されるものの、この図で見られるように、 ハーネス長も測定結果にかなりの影響を与える可能 性がある。従って、規格で定められたハーネス長を 守る^{†41}とともに、再現性が重要な場合には、同一の 試験では常に同じ長さのハーネスを用いることが、 可能であれば同一のハーネスを用いることが望まし いだろう。



9.2.3 ロード・シミュレータのインピーダンスの影響

しばしば見過ごされているように見受けられるが、 §2.6でも述べたように、ロード・シミュレータはテ スト・ハーネスの終端のインピーダンスを管理する 役割を持ち、その特性が試験結果に著しい影響を与 えることが予期される。

電流プローブ法はハーネスを流れるコモン・モー ド電流を測定するものであるので、ロード・シミュ レータのグランド・プレーンに対するインピーダン スが高い場合、電流の流れが妨げられ、低い周波数 での測定結果は著しく低いものとなる。

この影響を推定したものを図55に示すが、ロード・シミュレータ側を開放(高インピーダンス)とした時には、電流プローブをどの位置にしても低い周波数のレベルが著しく低くなるであろうことがわかるだろう。

測定を適切に行なうためには、ロード・シミュレー タがノーマル・モード・インピーダンス^{†42}のみでな く、全測定周波数にわたるコモン・モード・インピー

^{†40} 図 55の赤の短い破線 (20 MHz よりも上でグラフの下から 現れる)で示されるように、ロード・シミュレータ側のインピー ダンスが高い場合、ロード・シミュレータから 50 mm の位置 でのレベルは著しく低くなることが予期される。

^{†41} 試験によって異なる長さのハーネスが規定されている場合 にはそれぞれの長さのものを用意すべきであり、異なる長さの もので代用したり長いハーネスを折り畳んで使用したりすべき ではない。

^{†42} ハーネス内の線と線のあいだのインピーダンスで、しばし ば回路の動作に影響するため、回路設計者はこれは考慮してい るかも知れない。

ダンス^{†43}を適切に管理することが非常に重要とな る。^{†44}

また、ロード・シミュレータの先に長いハーネス や周辺装置が接続される場合も、ロード・シミュレー タで充分に減結合が行なわれていれば、そこから先 に接続されるハーネスや装置が試験の結果に悪影響 を与えにくくなると期待される。だが、減結合が適 切に行なわれていない場合は、その先に接続された ハーネスや装置も試験の結果に大きな影響を与える 可能性がある。



ハーネス長 L = 1500 mm、EUT のインピーダンスを 50 Ω とし、ロード・シミュレータ側を短絡とした場合 (青) と開放と した場合 (赤) の推定 — d = 50 mm (太い実線) d = 500 mm (細い実線), 1000 mm (長い破線), 1450 mm (短い破線) 図 55: ロード・シミュレータのインピーダンスの影響

例:周辺装置として CAN トランシーバとコンピ ュータを用いる場合

対向器として非絶縁の CAN トランシーバ (変換器) とコンピュータ (PC) を用いたセットについて、 CAN のハーネス上のノイズを測定する場合を考え る。

この場合、CAN トランシーバをロード・シミュ レータとして考え、規格に忠実に配置したとしても、 CAN のラインのコモン・モード・インピーダンス が制御されていない (RF 境界としての役割を適切 に果たしていない) 場合には、図 56に示すように、 CAN トランシーバ、それと PC とを接続するケー ブル、そして PC やその状態 (例えば、それが低イ ンピーダンスとなっているか、それとも高インピー ダンスとなっているか、など) が、測定結果に予期 できない影響を与える可能性が考えられる。



ハーネス長 L = 1500 mm、EUT 側インピーダンスを 50 Ω とし、CAN トランシーバの CAN 側と PC 側のあいだのイン ピーダンスが低いと仮定し、PC 端を短絡 (青) とした場合と開 放 (赤) とした場合の推定 — d = 500 mm (実線), 1000 mm (長い破線), 1450 mm (短い破線)

図 56: CAN のコモン・モード・インピーダンスが制御さ れていない場合

だが、図 57に示すように、CAN トランシーバの 手前で CAN のラインのコモン・モード・インピー ダンスを制御し、またそこから先のラインを減結合 した場合には、その先の部分の影響が著しく軽減さ れることが期待される。

CAN トランシーバが絶縁型でフローティングと なっている、あるいは高周波的にアイソレートされ ている場合、コモン・モードでの終端を行なわなけ れば図 55のロード・シミュレータ側を開放とした場 合と同様に低い周波数での測定結果がさらに低くな ることが予期される。

9.2.4 EUT の接地ワイヤの影響

CISPR 25 では、実際の使用に際して接地される EUT もグランド・プレーンから 50 mm の高さに 置かれ、接地ワイヤでグランド・プレーンに接続さ れる。

この接地ワイヤはインダクタンスを与え、一方 EUT とグランド・プレーンとのあいだにはキャパ シタンスが生じるので、これが並列共振回路となっ

^{†43} ハーネスとグランド・プレーンとのあいだのインピーダン スで、回路の動作に影響しないことも多く、あまり意識されない ことがある。

^{†44} 規格では要求されていないものの、ロード・シミュレータ は望ましくは測定周波数範囲全体で、それが難しいとしてもで きる限り高い周波数までのインピーダンスを管理することが望 ましいだろう。通常は AN のインピーダンスは 100 MHz まで についてのみ管理されており、それよりも高い周波数でのイン ピーダンスは不明であるので、AN をハーネスの終端に用いる ことは好ましくないかも知れない。







て共振周波数近傍で著しいインピーダンスを生じ、 試験の結果に影響を与える可能性が考えられる。

図 58はこの影響を推定したもので、EUT とグラン ド・プレーンとのあいだのキャパシタンスを 20 pF、 接地ワイヤのインダクタンスを 200 nH⁺⁴⁵と仮定 した時、その共振周波数となる 80 MHz 付近での エミッションの著しい低下が推定されている。

実際の測定でこの共振周波数が測定周波数範囲内 に入るかどうかは微妙かも知れず、それが測定周波 数範囲内に入ったとしても著しい影響を受ける可能 性があるのはその近傍のごく限られた周波数範囲の みで、比較的影響は小さそうである。だが、できる 限り短い接地ワイヤを用い、また再現性が重要な場 合には同一の長さの接地ワイヤを同じような形で取 り付けることは、この問題の軽減の役に立ちそうで ある。

9.3 CISPR 25 の改訂

9.3.1 CISPR 25 ed. 4 (2016) での主な変更点

 電気自動車などのシールドされた HV 電源系 に接続されるコンポーネントのエミッション測



ハーネス長 L = 1500 mm、電流プローブ位置 d = 1000 mm、 EUT 側インピーダンスを 50 Ω 、ロード・シミュレータ側を短 絡とし、EUT とグランド・プレーンの接続のインピーダンスを 変えた場合の影響 図 58: EUT の接地ワイヤの影響

定の方法、また HV 系と LV 系のあいだの結 合の評価の方法が追加された。

- 電気自動車などに充電ケーブルを接続して充電 を行なっている状態でのエミッションを車両に 取り付けたアンテナで測定する方法 (本稿では 触れない) についての記載が追加された。
- ALSE の特性が規格の要求を満たすならば床に 厚さ 25 mm までの平らなフェライト・タイル があっても良い。
- 電圧法でこの規格のエミッション限度を用いる 場合に AN の補正係数を適用しない旨の記述が 削除され、電圧分圧比の測定に関して CISPR 16-1-2 の参照が追加された。
- エミッション限度の見直し:
 - ALSE 法 GLONASS L1 バンド (1.591 ~1.616 GHz)、GPS L1 civil バンド (1.567~1.583 GHz) に対するエミッショ ン限度が追加された (図 59)。
 - - 電流プローブ法 周波数範囲が 245 MHz まで拡大され、VHF (142~175 MHz) と DAB III (171~245 MHz) のエミッショ ン限度が追加された (図 61)。
- HV-AN、AMN、AAN の規定が追加された。
- TEM セル法は参考扱いに変更された。
- ALSE の特性の検証方法 (基準測定法、及びロング・ワイヤ法) が参考情報として含められた。

^{†45} 5 cm の間隔で置かれた 20 cm 角の平板のあいだのキャパ シタンスは、エッジ効果を含めて 20 pF 程度となると推定され る。200 nH は、しばしば用いられる 1 nH/mm としての概算 で 20 cm のワイヤに相当する。



図 59: CISPR 25 ed. 3 と ed. 4 のエミッション限度の比較 (ALSE 法, Class 5)



図 60: CISPR 25 ed. 4 と ed. 5 のエミッション限度の比較 (ALSE 法, Class 5)

9.3.2 CISPR 25 ed. 5 (2021) での主な変更点

- FFT (高速フーリエ変換)を用いた CISPR 16-1-1:2019 に適合する測定器を使用できる旨が明示された。
- ALSE 法の周波数範囲が 5925 MHz までに拡 大され、ALSE の電波吸収体の反射減衰量に対 する要求もそれに合わせて拡大された。
- 電流プローブが 200 MHz までの周波数範囲で CISPR 16-1-2 に適合するものでなければなら ない旨が追加された。
- モノポール・アンテナの校正方法に関する参照

規格が CISPR 16-1-4 から CISPR 16-1-6 に変 更された。

- エミッション限度の見直し:
 - ALSE 法 2G~5G のデジタル携帯電話
 で用いられる様々な周波数帯に対するエ
 ミッション限度の追加などが行なわれた
 (図 60)。
 - 電流プローブ法 デジタル放送帯に対する限度が見直され、TV Band III (174~230 MHz) に対する限度が追加され、またDAB III (171~245 MHz)の限度と測定帯域幅が変更された (図 62)。
- TEM セル法が削除された。





図 61: CISPR 25 ed. 3 と ed. 4 のエミッション限度の 比較 (電流プローブ法, Class 5)



図 62: CISPR 25 ed. 4 と ed. 5 のエミッション限度の 比較 (電流プローブ法, Class 5)

- CISPR 25 ed. 4 でシールドされた HV 電源系 のための測定の方法として導入されたものから シールドされているという条件が削除され、そ の測定法が HV 系のシールドの有無に関わら ず適用されるようになった。
- HV系とLV系のあいだの結合のエミッション 測定のセットアップを用いた評価はテスト・プ ランに従って給電状態か非給電状態で行なうよ うになった。
- DC-charging-AN の規定が追加され、DC 充電 ラインには HV-AN ではなく DC-charging-AN が使用されるようになった。
- ALSE の特性の検証方法 (情報扱いのままで、

規定とはなっていない)から基準測定法が削除 され、ロング・ワイヤ法のみとなった。

10 参考資料

- [1] CISPR 25, Vehicles, boats and internal combustion engines – Radio disturbance characteristics
 – Limits and methods of measurement for the protection of on-board receivers
- [2] ECE Regulation No. 10 Revision 6, Uniform provisions concerning the approval of vehicles with regard to electromagnetic compatibility, United Nations, 2019

https://www.unece.org/trans/main/wp29/wp29regs1-20.html

 [3] EMC-CS-2010JLR v1.2, Electromagnetic Compatibility Specification For Electrical/Electronic Components and Subsystems, Jaguar Land Rover, 2012,

http://emc.jaguarlandrover.com.edgesuite.net/
docs/requirements.htm

[4] ECE Regulation No. 10.06 の概要, 株式会社 e・ オータマ, 2014–2021,

https://www.emc-ohtama.jp/emc/reference.html

[5] ISO 11452 シリーズの概要, 株式会社 e・オータ マ, 2014–2020,

https://www.emc-ohtama.jp/emc/reference.html

[6] ISO 7637-2 & ISO 7637-3 の概要, 株式会社 e・ オータマ, 2021,

https://www.emc-ohtama.jp/emc/reference.html

[7] 車載機器の EMC 試験の準備 — ロード・シミュ レータ、テスト・ハーネスなどの準備,株式会社 e・オータマ, 2018,

https://www.emc-ohtama.jp/emc/reference.html

[8] 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

[9] Test harness length in CISPR 25 ALSE method and electric field pattern at 1 m distance, T. Sato, 2016

http://t-sato.in.coocan.jp/compliance/cispr25alse-field-pattern/

© 2016–2023 e-OHTAMA, LTD. All rights reserved.

免責条項 — 当社ならびに著者は、この文書の情報に関して細心 の注意を払っておりますが、その正確性、有用性、完全性、その 利用に起因する損害等に関し、一切の責任を負いません。