

供試装置の電源ケーブル終端条件が放射ノイズ測定に与える影響の検証

牧野 斉* 須田 孝義** 石井 啓貴* 本多 章作**

Validation of the Influence of Mains Cable Termination Conditions of
the EUT on Radiated Emission Measurements

MAKINO Hitoshi*, SUDA Takayoshi**, ISHII Hirotaka* and HONDA Shosaku**

抄 録

供試装置の放射ノイズ測定にはテストサイト間でばらつきが生じ、その一因として電源ケーブル終端条件の不明確さが指摘されている。本検証では、VHF-LISNの適用が測定再現性に与える影響を評価するため、当所の3mおよび10m電波暗室で同一ノイズ源を用いた比較測定を実施した。VHF-LISNの使用により相関係数と標準偏差が改善し、最大差分も低減した。測定結果はCISPR 16-1-4が規定するテストサイト間偏差 $\pm 4\text{dB}$ 以内に収まり、VHF-LISNの有効性が確認された。得られた知見は、企業への測定指導に活用できるとともに、将来的な規格化への対応にも有用である。

1. 緒 言

供試装置(EUT: Equipment under Test)から放射されるノイズの測定結果は、テストサイトごとにはばらつきが生じることが知られている¹⁾。主な原因の一つとして、EUTの電源ケーブルの終端条件が測定規格などで明確に定義されていない点が挙げられる。電源ケーブルはアンテナのように振る舞うことがあり、そこから放射されるノイズの強度は、EUTから見た電源ラインのインピーダンス等の終端条件に大きく左右される。

一般財団法人VCCI等の標準化機関では、放射ノイズ測定の再現性向上を目的として、VHF-LISN(Very High Frequency Line Impedance Stabilization Network、電源インピーダンスを安定化させる装置)使用の国際規格化を推進している²⁾。将来的に、CISPR 16-2-3³⁾(放射ノイズの測定法の国際規格)等において、電源ケーブル終端条件としてVHF-LISNの使用が規格化される可能性を踏まえ、本検証では、当所におけるその適用の妥当性を検証する。

* 技術統括センター

** 中越技術支援センター

本検証では、同一のノイズ源を用いて、3mおよび10m電波暗室における放射ノイズの測定結果を比較する。また、電源ラインにVHF-LISN⁴⁾を挿入した場合の影響を定量的に評価することを目的とする。

2. 検証方法

2.1 ノイズ源と電源ケーブルの接続

本検証では、ノイズ源の周波数およびノイズレベルの安定性が重要となることから、次のようにノイズ源を構成する。図1に示すように、コムジェネレータ(Schaffner(TESEQ)製 Reference Spectrum Generator RSG1000)⁵⁾をCDN(TESEQ製 Coupling Decoupling Network M016(M3))⁶⁾のRF portに接続し、コムジェネレータからの信号がCDNを介してEUT portに接続された電源ケーブルへ注入されるように構成⁷⁾する。電源ケーブルのL線とN線はCDNのEUT port出力端子の外側直近位置で短絡し、注入された信号がL線とN線を同相で伝搬するようにする。CDNのAE portは開放状態とする。このようにコムジェネレータをノイズ源とすること

で安定性が確保される。また、実際の EUT の放射ノイズ測定と同様な状態で電源ラインにノイズ源を接続することができ、VHF-LISN の影響を評価することが可能となる。

2.2 測定配置および測定手順

2.1 で構成したノイズ源を高さ 0.8m の EUT 支持台（ポリスチレン製、H 0.8 × W 0.3 × D 0.3 m）に設置する。電源ケーブルは EUT 支持台の後端からまっすぐ下に垂らし、床面（基準金属面）上を直線状に水平に這わせて電源接続ボックスに接続し、変動しないように固定した。

この際、CDN から基準金属面へ至る電源ケーブルの垂直部分がターンテーブルの回転軸と一致するように配置する。測定距離（測定アンテナから電源線の垂直部分までの水平距離）は 3m とする。測定アンテナの高さは 1m、2m および 3m とし、ターンテーブルを 360 度回転させ、周波数 30MHz から 300MHz において 10MHz 間隔で放射ノイズの最大レベル（ピーク検波）を水平偏波および垂直偏波について記録する。測定時の配置を図 1 に、測定の様子を図 2 に示す。

3. 測定結果

VHF-LISN の有無でそれぞれ放射ノイズの測定を行い、測定結果を比較した。

図 3 の (a) から (d) に放射ノイズレベルの測

定結果を、図 4 に 3m 電波暗室と 10m 電波暗室間の放射ノイズレベルの差分を VHF-LISN の有無ごとに示す。また、表 1 にサイト間の相関係数および標準偏差並びに最大差分を、VHF-LISN の有無で比較評価した。

表 1 に示す相関係数は、3m および 10m 電波暗室における放射ノイズレベルの測定結果の一致度を示す統計指標であり、1 に近いほど両者のスペクトラム形状がよく一致していることを意味する。表 1 に示すように、VHF-LISN を使用することで相関係数および標準偏差の双方に改善が見られる。また、VHF-LISN 無しの場合には垂直偏波で 6.9 dB、水平偏波で 7.9 dB の最大差分が確認されたが、VHF-LISN を使用することで最大差分は垂直偏波で 3.4 dB、水平偏波で 6.2 dB へと低減した。

一方で、VHF-LISN 有りでも 100 MHz 以下では水平偏波において 6 dB 程度の差分が残っている。これは、使用しているアンテナの SWR (Standing Wave Ratio) が 3 以上と高く、アンテナ特性が測定値に影響しているためと考えられる。

アンテナ特性の影響を除けば、テストサイトの特性である NSA (Normalized Site Attenuation) を規定する国際規格 CISPR 16-1-4⁸⁾ において、許容されるテストサイト間偏差 ±4 dB 以内に収まっており、VHF-LISN の有効性が確認された。

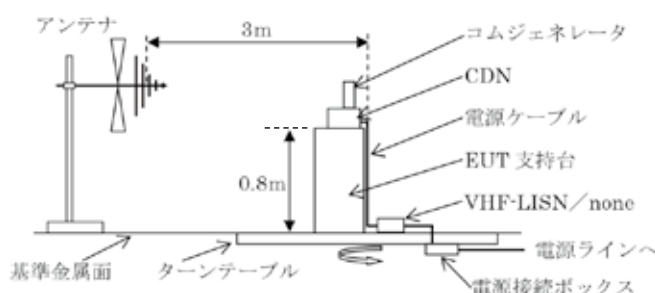


図1 測定時の配置

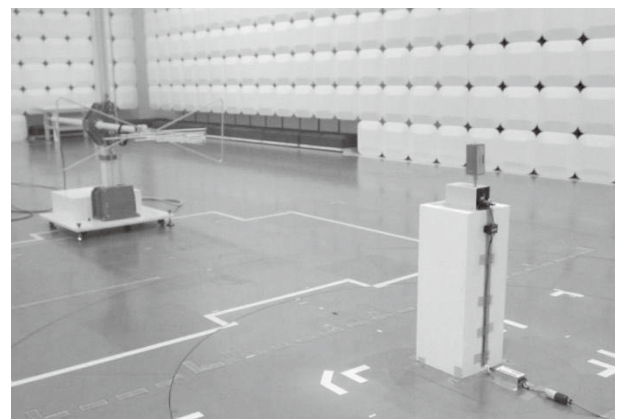
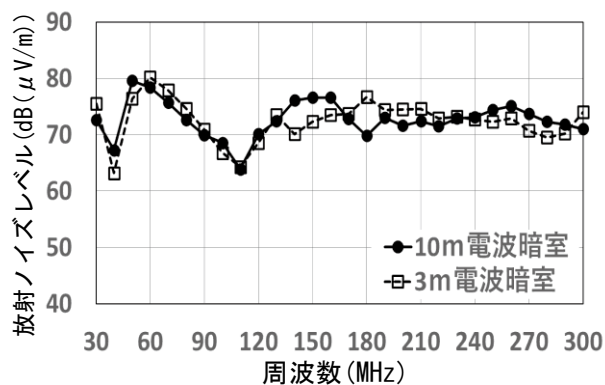
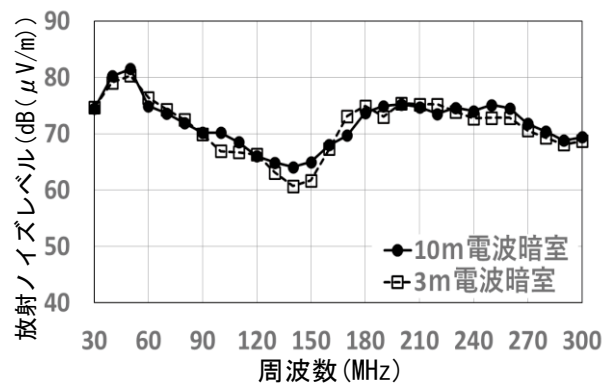


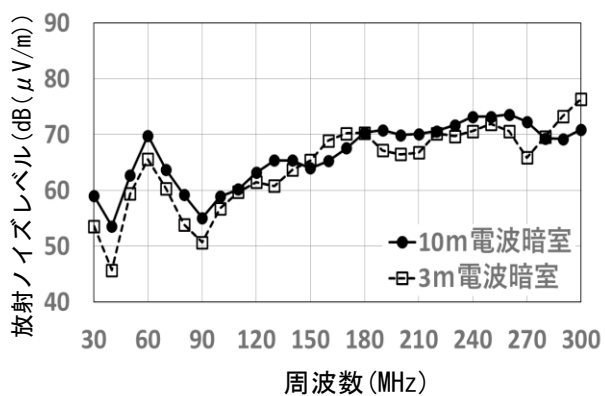
図2 測定の様子



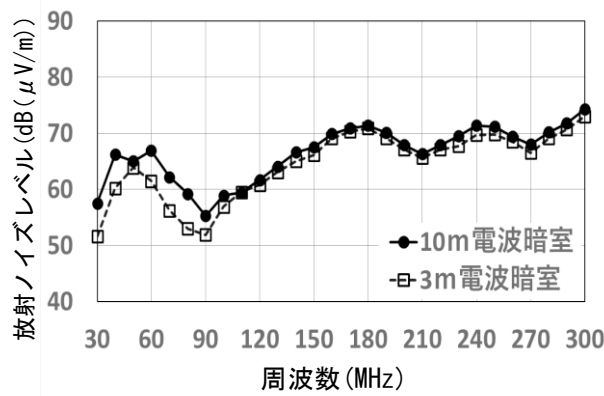
(a) 垂直偏波 VHF-LISN 無



(b) 垂直偏波 VHF-LISN 有

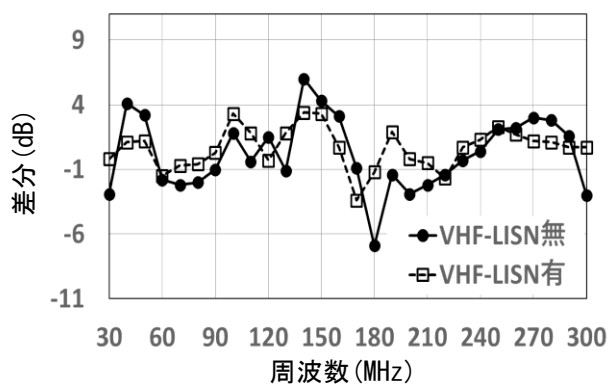


(c) 水平偏波 VHF-LISN 無

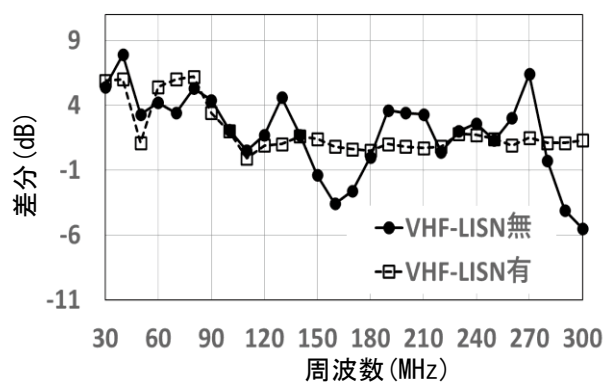


(d) 水平偏波 VHF-LISN 有

図3 放射ノイズレベル



(a) 垂直偏波 差分



(b) 水平偏波 差分

図4 電波暗室間の放射ノイズレベルの差分

表 1 評価結果

電源ケーブル の終端条件		VHF-LISN	
		無	有
相関係数	垂直	0.68	0.95
	水平	0.91	0.96
標準偏差 (dB)	垂直	2.81	1.56
	水平	3.17	1.90
最大差分 (dB)	垂直	6.9	3.4
	水平	7.9	6.2

4. 結 言

- (1) 本検証で得られた結果は、放射ノイズ測定
の再現性向上に寄与するものであり、当所
の電波暗室を利用する企業に対し、具体的
な留意点を示す技術的根拠として活用でき
る。
- (2) 将来的に VHF-LISN の使用が測定規格に採用
された場合^{9) 10)}には、本検証で蓄積した知見
を基盤として、迅速かつ的確に技術支援体
制を整えることが可能となった。

参考文献

- 1) 田中嶋克行, “エミッション測定用擬似電源回
路網を用いた放射妨害測定の有効性に関する
調査(VHF-LISN を使用したラウンドロビンテ
スト)”, 電波環境協議会 EMCC レポート, 第 26
号(2010), pp.12-17.
- 2) 一般財団法人 VCCI 協会, 供試装置(EUT)の電
源ケーブルを平衡型 VHF-LISN により終端し
た条件で実施する放射エミッション測定に関
するガイダンス, VCCI 32-1-L(2024).

- 3) International Special Committee on Radio Inter-
ference, “CISPR 16-2-3 Ed.4.2 : Specification for r
adio disturbance and immunity measuring apparat
us and methods - Part 2-3 : Methods of measurem
ent of disturbances and immunity - Radiated distu
rbance measurements”, 2023.
- 4) 協立電機(株), 電源ライン・インピーダンス
整合回路網, 製品カタログ VHF-LISN Model:K
DEMC-1015L.
- 5) TESEQ, Reference Spectrum Generator RSG 100
0, Data sheet 82-234361 E01 Dec. 2011.
- 6) TESEQ, Coupling / Decoupling Network, Data sh
eet 82-239965 E10 December 2021.
- 7) 放射妨害波測定における電源インピーダンス
の影響, [https://www.gitec.rd.pref.gifu.lg.jp/files/r
eports/2021/gitec_2021_35.pdf](https://www.gitec.rd.pref.gifu.lg.jp/files/reports/2021/gitec_2021_35.pdf), (閲覧 2025-10-1
6).
- 8) International Special Committee on Radio Inter-
ference, “CISPR 16-1-4 Ed.5.0 : Specification for ra
dio disturbance and immunity measuring apparatu
s and methods - Part 1-4: Radio disturbance and i
mmunity measuring apparatus - Antennas and test
sites for radiated disturbance measurements”, 202
5.
- 9) 長部邦廣, “VHF-LISNのCISPR規格化動向と関
連課題への取り組み”, 一般財団法人 VCCI協
会, 2026年 規定説明会・技術シンポジウム,
技術シンポジウム発表資料, 東京, 2026年.
- 10) 長部邦廣, “平衡型VHF-LISN適用の妥当性と
ガイダンス(VCCI 32-1-L:2024)に基づく測定”,
一般財団法人 VCCI協会, 2026年 規定説明
会・技術シンポジウム, 特別講演発表資料,
東京, 2026年.