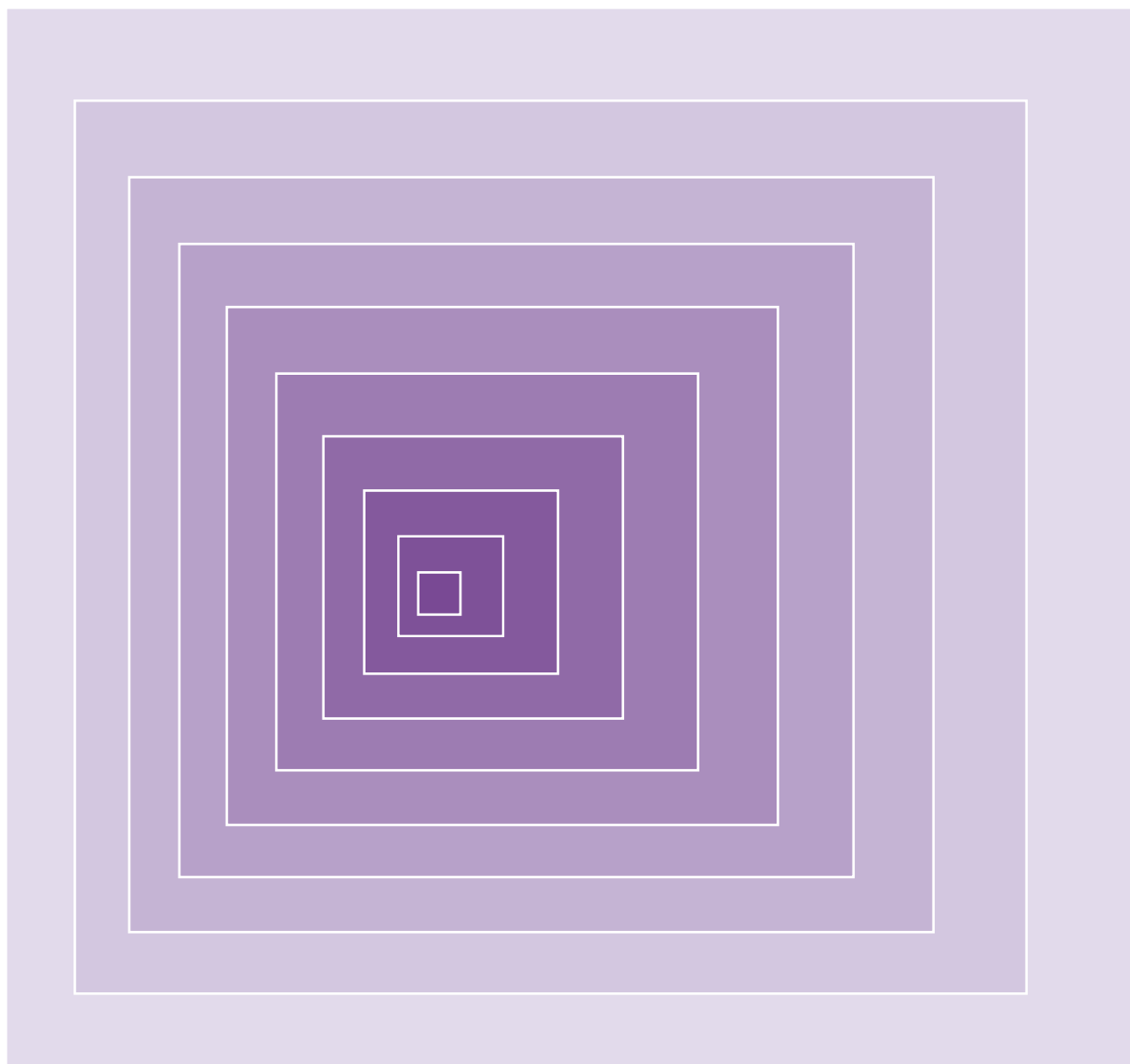


EMCCレポート



著作：電波環境協議会

EMCC レポート第41号 目次

- 放射妨害波測定における電源ケーブル終端装置 VHF-LISN 規格化への取り組み …… 3
一般財団法人 VCCI協会
技術アドバイザー
長部 邦廣
- 医用テレメータの電波不感エリア対策と電波管理実践ガイドについて …… 12
滋慶医療科学大学大学院 医療管理学研究科
加納 隆
- 2024年度 イミュニティ委員会の活動
「無線周波数電磁界伝導妨害イミュニティ試験における EUT 接地の接続先による差異の検証」 …… 18
一般社団法人 情報通信ネットワーク産業協会 (CIAJ)
電磁妨害対策技術委員会
堺 和則
- 第23回技術講演会を開催 …… 25
- 2025年度電波環境協議会表彰について …… 26
- 編集後記 …… 26

放射妨害波測定における電源ケーブル終端装置 VHF-LISN 規格化への取り組み

一般財団法人 VCCI協会 技術アドバイザー
長部 邦廣

1. CISPR規格へのVHF-LISN提案の背景

1985年にCISPR 22（情報技術装置ITEのエミッション規格）の第1版が発行されたが、それを端緒にVCCI協会（当時：情報処理装置等電波障害自主規制協議会）が創設され、自主規制運用が始まった。然しながら、その当時から現在に至るまで、放射エミッション測定におけるサイト間の相関性は、特に30 MHzから300 MHzのVHF帯において、非常に良くないことが認識されていた。

測定結果の再現性が良く無いため、試験所間の相関性は、20 dB以上の差が生じる場合があったが、その原因については、

- EUT動作モードの違い
- EUTシステム試験配置の違い
- EUTから出るケーブルの配置条件の違い
- 試験場のサイトアッテネーション特性の違い
- EUTに接続される付属装置AEの違い

等についての検証が行われたが、明確に答えが出せなかった。最終的に原因として推定されたのが、

- EUT電源供給点から電源ネットワーク側を見たインピーダンス特性の違い

であった。

当時（2005年）、VCCI技術専門委員会で、国内の14試験サイトの供試装置（EUT）電源供給コンセントにおけるコモンモードインピーダンスを測定した結果は、図1に示す通りで、30 MHzから300 MHzの間では、数Ωから1 kΩを超える値まで大きく変化していることが確認された。

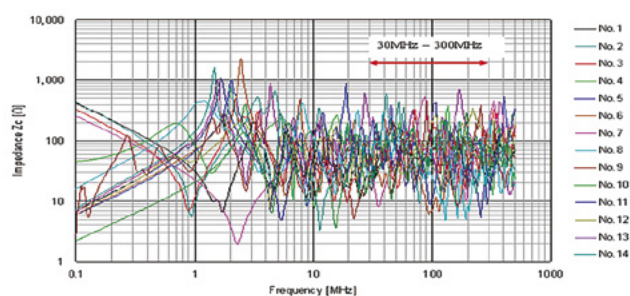


図1 14試験サイトの電源ライン大地間インピーダンス測定結果

この測定結果から、30 MHzから300 MHzの周波数範囲における電源ラインと大地間のインピーダンス中央値はおおよそ50 Ω～100 Ωとなっている。また、電源線の伝導妨害波測定では、インピーダンス50 Ωの擬似電源回路網（AMN）で測定していることから、測定の継続性も考慮して50 Ω終端のVHF-LISNが提案された。

2. CISPR/SC-G/Iにおけるケーブル終端に関する議論

VCCIからCISPRフランクフルト会議において、CMADによるケーブル終端の問題点を以下の文書により説明している。

CISPR/G/WG 1 (Frankfurt/Suzuki, Yamaguchi) 98-01

この文書では、

- 30 MHz付近においてフェライトクランプの装着で放射エミッションレベルが低下する。
- 8試験サイトで3種類のフェライトクランプ（CMAD）終端により測定した結果は、サイト間相関性を改善する効果は小さく、他の要因が関与している。

ことを指摘したにも拘らず、2000年8月にCISPR22第3版修正1により図2に示すように、CMADをケーブルに装着した試験配置が採用された。

しかし、我々が主張する内容と複数ケーブルへCMAD装着する試験配置に問題点が指摘され、2005年4月に発行されたCISPR 22第5版からCMADは削除され、再び放射エミッション測定については試験サイト間相関性が悪い状況に戻り、現在も続いている。

3. VHF-LISNの試作とサイト間相関性検証

2004年にVCCIでは、市販されているVHF帯擬似電源回路網とVLAC（電磁環境試験所認定センター）で技能試験用に使用を計画していたVHF帯の電源ラインインピーダンス安定化回路網（LISN）について調査を実施し、2005年にVHF帯LISN試作機（プロトタイプ）を完成させた。その有効性を確認するために2線電源ケーブルで動作する供試装置（EUT）により、VCCIの技術専門委員会メンバー10試験サイトにおいて比較測定を実施した。図2に10試験サイトの測定レベルの平均値、図3に終端装置による測定結果の標準偏差を示す。

この結果から、電源ケーブルの終端インピーダンスを規定することにより、サイト間相関性は確実に改善できることが確認できた。

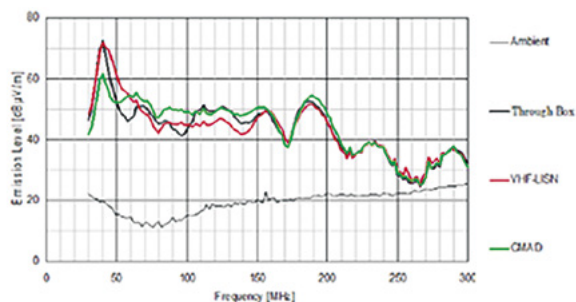


図2 10試験サイトの測定レベル平均値

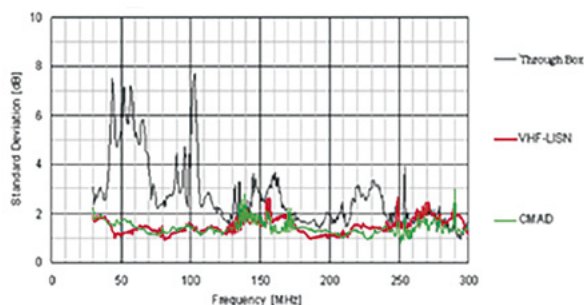


図3 10試験サイトの測定結果標準偏差

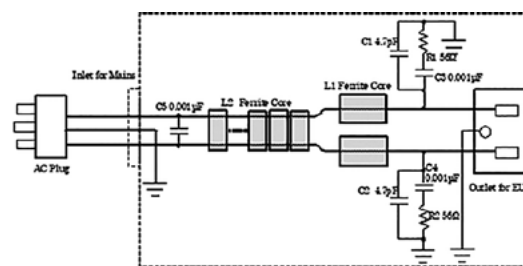
VCCIによるVHF-LISNの開発は、以下の方針で進められた。

- ① 特殊な部品を使用しない
- ② ①の条件で可能な限り高性能（インピーダンス特性他、仕様を設定）
- ③ 今後の放射雑音測定実験におけるデータの安定化に利用可能

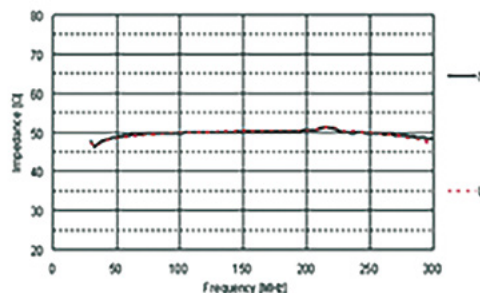
表1および図4に、試作したVHF-LISNの仕様と回路図、および特性データを示す。これが現在標準化された平衡型VHF-LISNの仕様になっている。

表1 試作したVHF-LISNの仕様

項目	仕様
周波数範囲	30MHz-300MHz
インピーダンス (N, L)	50 Ω ± 20%
位相 θ (N, L)	0deg ± 20deg
アイソレーション	40dB以上
電源定格	230V 16A 50/60Hz



a) VHF-LISN回路図



b) 終端インピーダンス特性

図4 VCCIで試作したVHF-LISN

4. CISPRにおけるVHF-LISN規格化提案

CISPR/SC-Aにおける議論を経て、2008年1月にケーブル終端装置としてCMADがCISPR 16-1-4第2版修正1に掲載された。

これに対し、VCCIとして2010年に開催されたCISPR

シアトル会議SC-A/WG2において、10試験サイトの比較測定結果を基に、CMADの問題点を指摘し、それに代わる電源ケーブル終端装置としてVHF-LISNの規格化審議を行うことを提案した。この時には図2、図3、図5、図6で示すデータを基に、CMAD終端では30 MHz～50 MHz間でエミッションレベルの低減が見られること、保護アース (PE) 線を含む3線電源ケーブルでは、CMADによるインピーダンスの安定化が図れないことを指摘し、我々が提案したVHF-LISNでは、サイト間相関性が改善できるとともに、放射エミッション特性への影響は、CMADより小さいことを測定データにより示した。

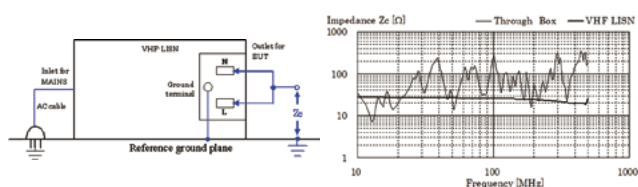


図5 VHF-LISNによる終端インピーダンス特性

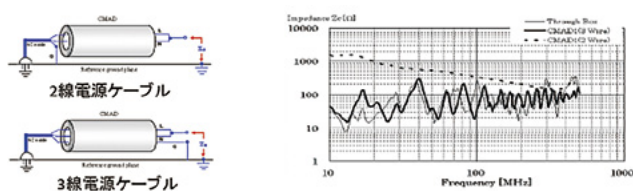


図6 CMADによる終端インピーダンス特性

SC-A/WG2における議論の結果、終端デバイスとしてVHF-LISNの導入について審議を開始することは今回見送るが、製品委員会からの規格化審議要請があれば、基本規格への導入について改めて検討するというものであった。

5. VCCIによる試験サイト国内RRT

SC-Aでの審議結果を受け、マルチメディア機器(MME)のEMC規格を所掌するSC-IにVHF-LISN導入を提案する為、2012年にVCCIによる国内試験場間比較測定を計画した。

この時は、国内8試験所が試験サイト間比較測定テスト(RRT: Round Robin Test)に参加した。巡回した供試装置(EUT)、電源ケーブルの終端条件、測定条件、測定距離は、以下の通りである。

供試装置 (EUT) : コムジェネレータ、タワー PC

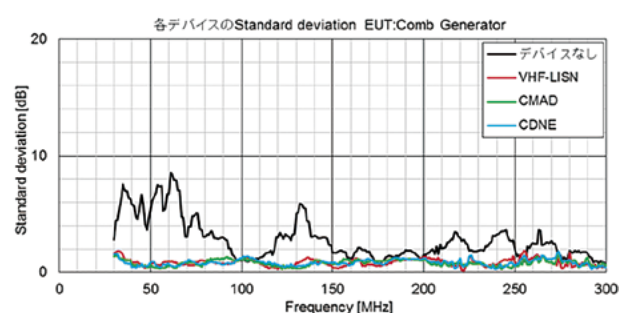


電源ケーブルの終端 : 終端装置無し、VHF-LISN、CMAD、CDNE

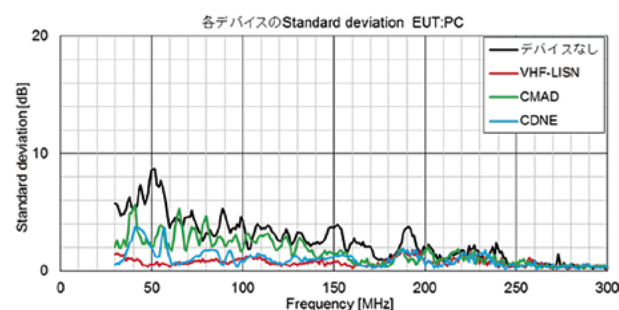
測定条件 : CISPR 22準拠、垂直偏波のみ

測定距離 : 3 m

国内8試験サイト間の比較測定結果の終端装置による測定データの標準偏差は、図7に示す通りである。



EUT : コムジェネレータ



EUT : タワー PC

図7 8試験サイト測定データの終端条件による標準偏差

この測定から、以下の結果を得た

- ① 終端装置無しでは各サイト間偏差が非常に大きく、その標準偏差は8 dBを越える。
- ② コムジェネレータ測定では、VHF-LISN、CMAD、CDNEの各デバイスによる終端でサイト間相関性は大きく改善し、2 dB以下になる。
- ③ タワーPC測定では、VHF-LISN、CDNEによる終端でサイト間相関性はコムジェネレータと同様に大きく改善するが、CMADでは改善効果が小さく、サイト間の標準偏差は、最大6 dBを超える。

なった。終端装置としては、平衡型および不平衡型 VHF-LISN、そして 2 線と 3 線の電源ケーブルでの測定、都合12条件による測定を実施した。尚、CMADによる終端はオプションとして参加試験サイトに任せることとした。測定条件をまとめて図11に示す。

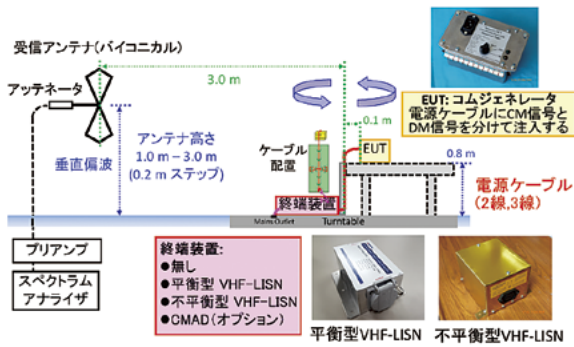


図11 JAHG 6による国際RRT試験条件

JAHG 6による国際試験サイトRRTの結果は、コムジェネレータ信号の注入モードと電源ケーブル2線と3線に分けて図12、図13、図14、図15に示す。

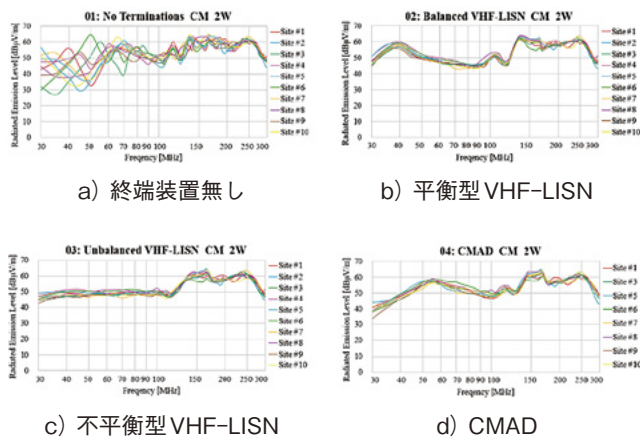


図12 コムジェネレータ-コモンモード信号 (2線電源ケーブル)

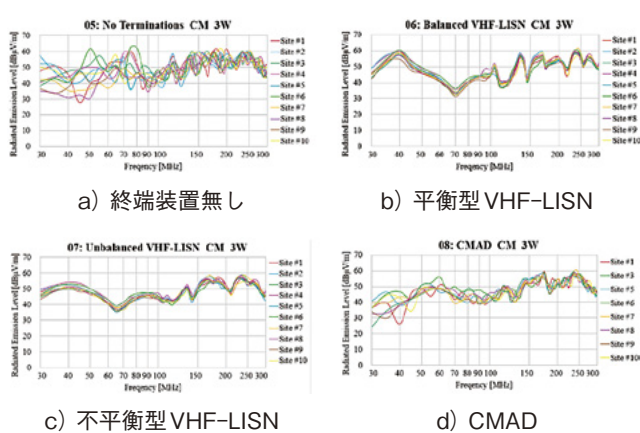


図13 コムジェネレータ-コモンモード信号 (3線電源ケーブル)

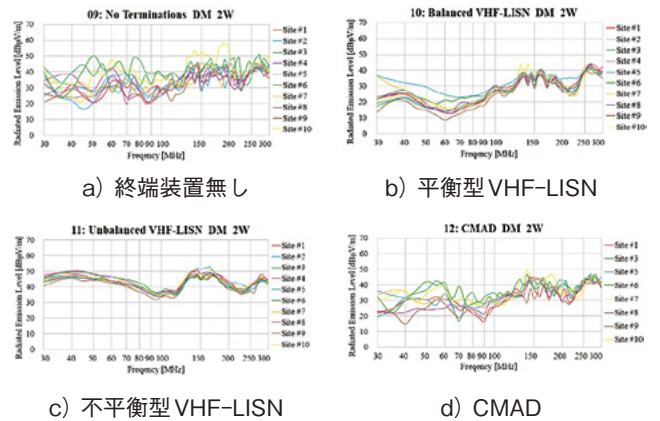


図14 コムジェネレータ-ディファレンシャルモード信号 (2線電源ケーブル)

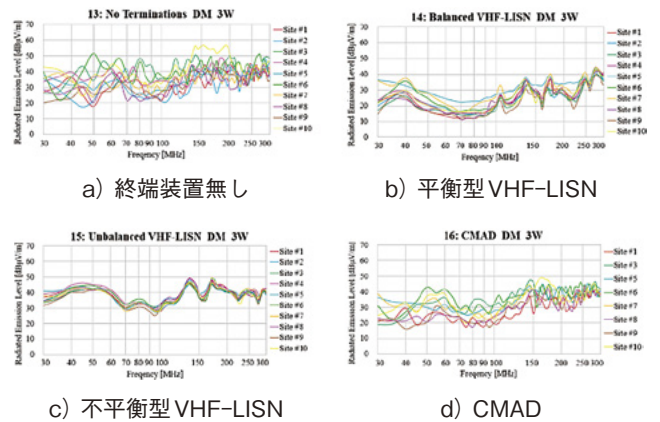


図15 コムジェネレータ-ディファレンシャルモード信号 (3線電源ケーブル)

RRTのデータから、コムジェネレータからコモンモード妨害波を電源ケーブルに印加し、平衡型 VHF-LISNで終端した条件において、2線電源ケーブル (2W) によるデータと3線電源ケーブル (3W) によるデータの差分を集積分布として比較すると、図16の通り、2線電源ケーブルのエミッションレベルが3線電源ケーブルより3 dB ~ 5 dB高くなる。

つまり、3線電源ケーブル (3W) のPE (保護アース) 線は、EMI対策の一つであることがこの測定データから明確になった。

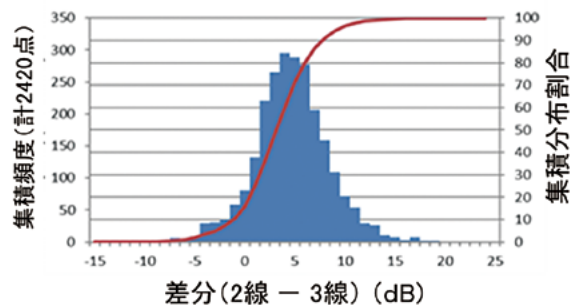


図16 2線電源ケーブルと3線電源ケーブルでの放射エミッション差分 (30 MHz ~ 150 MHz)

8. JAHG6における主な技術的議論

JAHG 6 による RRT 結果を受けて、VHF-LISN 規格化に向けた CD（委員会審議用ドラフト文書）案作成に向けた主な議論は以下の通りである。

1) VHF-LISN の入カインピーダンス測定法

EUT 電源ケーブルのプラグが挿入される端子のインピーダンスを測定するために、CDNE で採用されているインピーダンス測定アダプタ（IMA）を参考に、同軸中心導体と金属支持板間の特性インピーダンスが 50 オームに設計されている。

VHF-LISN との接続は、図 17 に示す通り、電源ソケット端子に合わせてラウンド面からの高さが調整できる構造になっている。

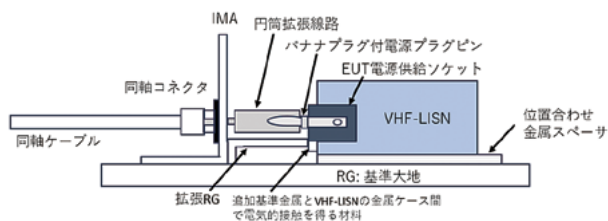
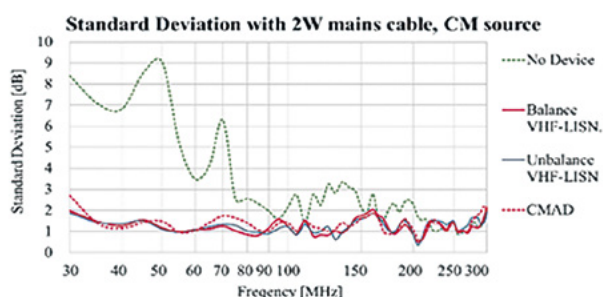


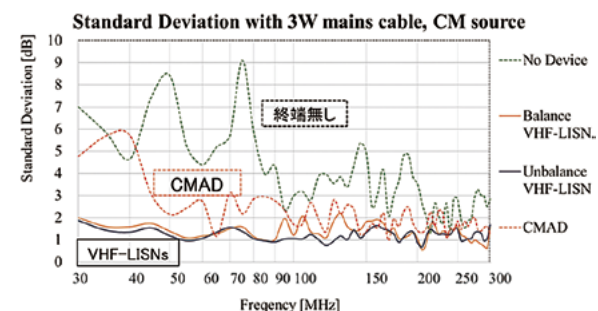
図 17 IMA と VHF-LISN 端子位置合わせによるインピーダンス測定接続例

2) 終端装置による試験サイト間相関性

RRT で実施した 2 線電源ケーブルと 3 線電源ケーブルによるコムジェネレータ測定データから、10 試



a) 2線電源ケーブルコムジェネレータ測定による標準偏差



b) 3線電源ケーブルコムジェネレータ測定による標準偏差

図 18 JAHG 6 による 10 試験サイト RRT 結果

験サイトにおける試験サイト間相関性は、電源ケーブル終端装置毎の標準偏差により確認された。図 18 の通り、今までの RRT とほぼ同じ結果が得られたが、CMAD を含めた終端装置の適用については、CISPR 16-2-3 修正審議が現在行われている。

3 線電源ケーブルコムジェネレータの結果において CMAD による終端の標準偏差が悪化する原因については、PE（保護アース）線も含めて CMAD を装着することによる。図 6 に 3 線電源ケーブルに CMAD を装着して測定した L（活性）線 + N（中性）線とグラウンド間のインピーダンス測定結果が示されている。

CMAD を電源ケーブルに装着した場合の共通モードエミッションの電流経路を図 19 に示す。

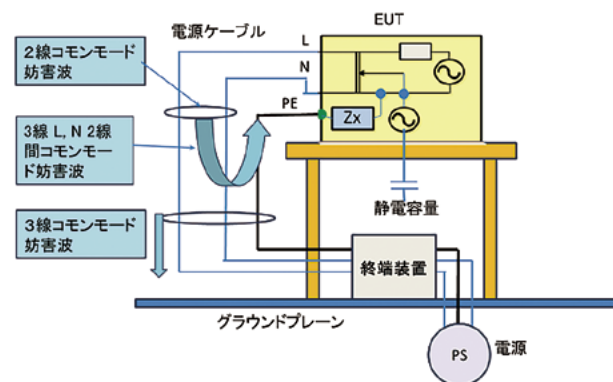
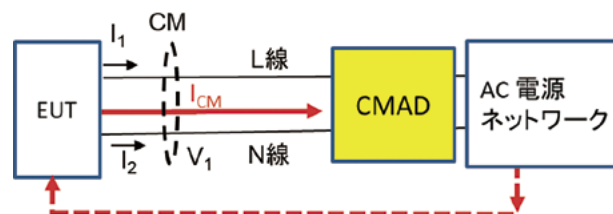
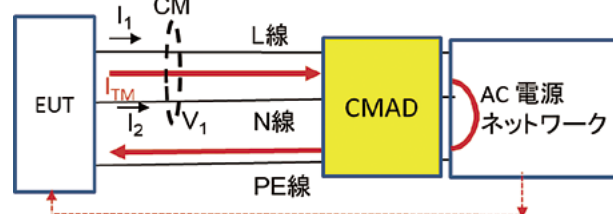


図 19 3線電源ケーブル上の共通モードエミッション電流



a) 2線電源ケーブル上の妨害波電流経路



b) 3線電源ケーブル上の妨害波電流経路

図 20 電源ケーブルを CMAD に挿入した場合の共通モード妨害波電流経路

図解で示すと図 20 のようになり、2 線電源ケーブルに CMAD を装着した場合、CMAD 本来の効果が発揮され、L（活性）線と N（中性）線に流れる共通モード妨害波電流は抑制され、減少する。

然しながら、3線電源ケーブルにCMADを装着した場合、L（活性）線とN（中性）線に流れる共通モード妨害波電流の多くはPE（保護アース）線によりEUTに戻るため、ディファレンシャルモードの電流となり、CMADの効果は殆ど無くなる。

3) 終端インピーダンスの放射妨害波特性への影響

RRT結果から、終端インピーダンスの放射妨害波特性への影響があることが確認できた。特に、放射エミッション特性の共振現象に違いが出るのが、図21に示す平衡型VHF-LISNと不平衡型VHF-LISNのエミッション特性の比較により明らかである。

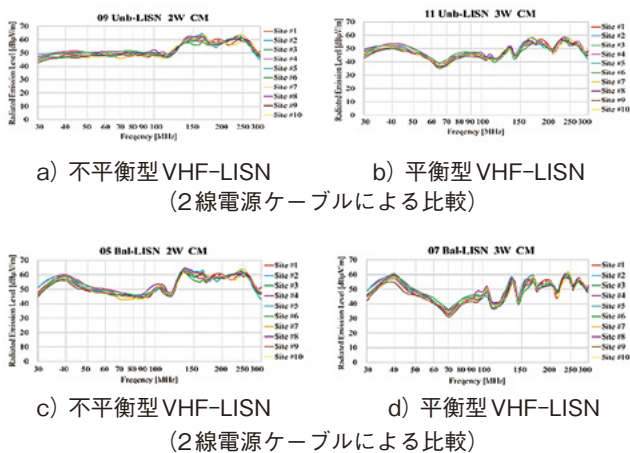


図21 終端インピーダンスによるエミッション特性比較

つまり、平衡型VHF-LISNでは、実際の機器動作環境で起こる共振現象が見られるが、不平衡型VHF-LISNでは共振現象が無くなるか、減少する。

これは、平衡型VHF-LISNではPE線をグラウンドに落とすことで、電源ケーブルからのエミッション放射が一番厳しい条件になっていると考えられるため、不平衡型VHF-LISNでは、PE線は90Ωのインピーダンスを介してグラウンドに接続されるため、平坦なエミッション特性になり、実際の機器動作時に発生するエミッションの共振現象を見落とす可能性が大きくなる。

以上から、PE線がグラウンドプレーンに接地される平衡型VHF-LISNがEUTエンクロージャからの放射エミッション測定時の電源ケーブル終端条件として最適であると判断できるが、VHF-LISN終端による測定法は、CISPR 16-2-3 修正審議がJAHG 6において継続中であり、今後の動向に注目していきたい。

4) VHF-LISN設置によるサイト特性への影響

VHF-LISN規格化審議の中で、VHF-LISNをグラウンドプレーンのターンテーブル上に設置した場合に

は、測定場のサイトアッテネーション特性の再評価が必要との意見がCD（委員会ドラフト）文書に対するコメントとして出されていた。このコメントに対する明確な回答を行うため、図22-1のように最も影響が大きいと思われる位置にVHF-LISNとCMADを配置した場合のサイトアッテネーション特性への影響について検証を行った。その結果を図22-2に示す。

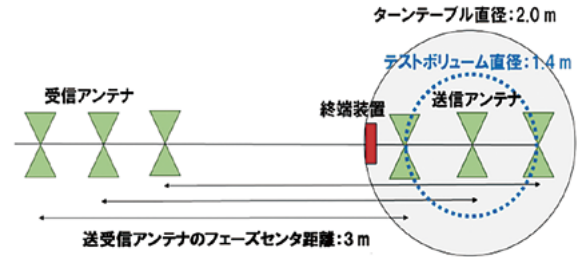
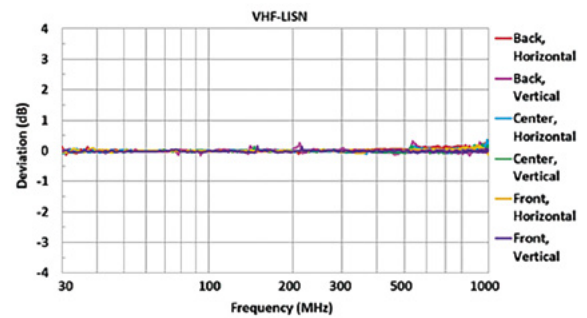
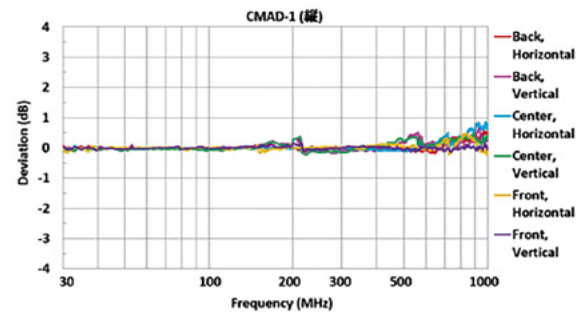


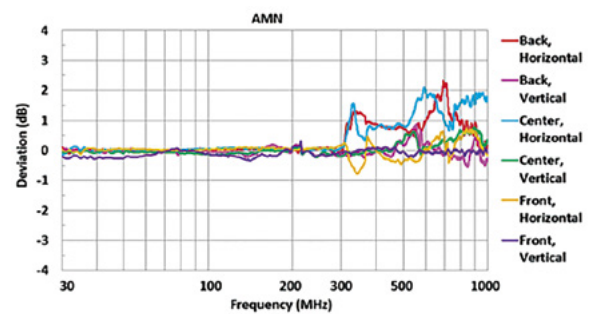
図22-1 終端装置位置とサイトアッテネーション評価配置



a) VHF-LISN (4.8 cm x 6.0 cm x 13.0 cm) 設置による影響



b) CMAD (5.6 cm x 6.0 cm x 62.0 cm) 設置による影響



c) 擬似電源回路網 (36.5 cm x 60.0 cm x 53.3 cm) 設置による影響

図22-2 グラウンドプレーン上に終端装置設置によるサイトアッテネーション特性への影響

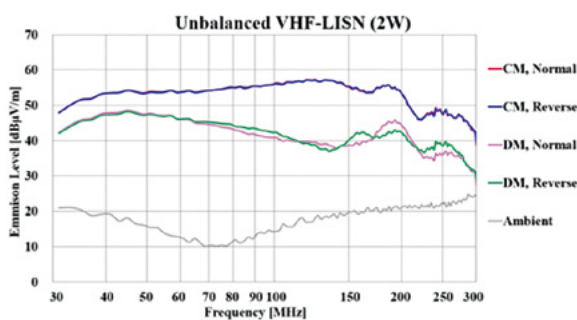
以上の評価結果から、サイトアッテネーション特性への影響は、VHF-LISNでは0.4 dB程度、CMADでは0.9 dB程度が数100 MHz以上の周波数で確認されたが、放射エミッション測定に大きな支障はないとして再評価の必要性は無いことをJAHG 6として確認した。

但し、伝導妨害波測定用の擬似電源回路網（AMN）では、100 MHz付近から最大2 dBを超える影響があることは明確であり、CISPR 16-1-4で規定されているグラウンドプレーンの平坦度の条件を引用し、終端装置の高さについて測定距離に応じた制限を設けることが合意された。

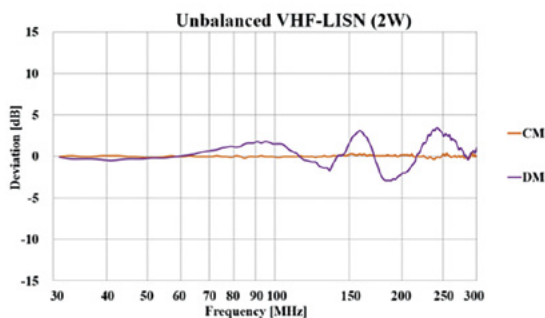
5) 不平衡VHF-LISN終端時のDM信号エミッション

不平衡型VHF-LISNによる終端において、コモンモードエミッションに対してはEUT電源コードのプラグ接続方向にかかわらず放射妨害波特性に変化は無いが、ディファレンシャルモードエミッションについては電源プラグの接続方向により放射妨害波特性に大きな変化があることを検証実験により確認した。

電源プラグ接続の違いによる放射エミッション特性と電源プラグ接続の違いによる放射エミッション特性の差分を図23に示す。



a) 電源プラグ接続の違いによる放射妨害波特性



b) 電源プラグ接続の違いによる放射妨害波差分

図23 不平衡VHF-LISN終端時のDM信号によるエミッション特性

以上の結果を踏まえ、不平衡型VHF-LISNで電源ケーブルを終端する場合は、電源プラグの極性を入れ替えて最大エミッションを確認するため2回の測定が必要になることが指摘されている。

9. JAHG 6におけるVHF-LISN規格化審議

2017年ウラジオストック会議以降、SC-AとSC-IによるJAHG 6によるVHF-LISN規格化審議として、まずは2018年に発行されたVHF-LISNに関するコメント募集（Document for Comments）文書CIS/A/1265/DCに対する各国コメントについての審議から始まった。

このDC文書に対しては、ケーブル終端デバイスとしての基本的な考え方についてのコメントが多くあった。特に既に規格化されているCMADとの競合によって、実際の測定にどちらを選択すべきか、製品レベルの測定規格に対応するガイドのようなものが必要であるとの意見やCMADを削除するのであればVHF-LISNをサポートするというような意見もあり、明確なサポートが得られたという結果に至らなかった。また、JAHG 6での議論でもVHF-LISNについて、さらに有効性の調査を行い、RRT結果から多くのサポートデータを取得すべきとの結論になった。

その後、JAHG 6によるRRTが完了し、結果が明確になった後、2020年に最初のCD文書CIS/A/1333/CDが発行された。

このCD文書に対しては、不平衡型VHF-LISNで規定する終端インピーダンス150 Ωの許容範囲を300 MHzまで規定するには40%にする必要がある。VHF-LISNをGP上に置く場合、NSA評価が必要というようなコメント等、多くのコメントがあったため、2回目のCD文書CIS/A/1353/CDを2021年に発行した。このCD文書に対してもCMインピーダンスの考え方や校正方法についての議論がまとまらず、3回目のCD文書CIS/A/1369/CDを2022年に発行した。この時点でもり基準グラウンド（RG）と基準グラウンドプレーン（RGP）の定義、IMAによるインピーダンス測定に関する詳細、IMA測定図の3D化等の修正があったが、技術的なコメントに対しては概ね解決し、

投票用委員会原案（CDV）とすることが合意された。然しながら、第5版としてCDVはフルテキストで発行する必要があり、全体のエディトリアル修正、およびSC-Aエディトリアル編集チームによる見直し等があり、2年後の2024年4月までずれ込んだ。投票結果は可決され、直ちに最終国際規格案（FDIS）として投票に掛けられ可決され、2025年の10月にCISPR 16-1-4 第5版として発行された。JAHG 6 発足から8年目で、まずは一つ目の国際規格CISPR 16-1-4へVHF-LISNが標準化された。

10. CISPR 16-1-4 第5版におけるVHF-LISNに関連する主な修正内容

1) CMADの用語定義変更

放射妨害波測定において、テストボリュームから出るケーブルに適用され、「適合不確かさを低減するために使用される装置」から「コモンモードインピーダンスをコントロールするために使用する」に修正された。

2) VHF-LISNの用語定義追加

グラウンドプレーンに接地され、テストボリュームから離れる点で電源とEUTの電源ケーブル間にVHF帯のケーブルインピーダンスをコントロールするために接続される装置として、VHF-LISNの定義が追加された。

3) 平衡型VHF-LISN及び不平衡型VHF-LISNの仕様に関する項を追加

第8章が放射エミッション試験に使用するケーブル終端装置として設定され、8.1項をCMAD、8.2項をVHF-LISNとして、

8.2 平衡型VHF-LISN

8.3 不平衡型VHF-LISN

8.4 VHF-LISN インピーダンスの測定

の項が新設された。

11. まとめ

以上の内容を纏めると、

- VHF-LISNの規格化については、基本規格CISPR 16-1-4 第5版に終端条件を規定する装置として追加された。
- RRTの結果を基に、現在は、CISPR16-2-3にケーブル終端装置を装着した試験配置について追加する修正を提案し、議論を継続している。
- CISPR 16-2-3 修正審議が固まってきたら、MMEエミッション規格CISPR32の放射エミッション測定条件として提案する予定である。

VHF-LISNに関するすべての標準化作業は、測定方法を含め、さらに時間を要すると思われるが、関係するVCCI技術専門委員会メンバー、JAHG 6に参加している日本メンバーとも協力して今後も取り組んでいきたい。

医用テレメータの電波不感エリア対策と電波管理実践ガイドについて

滋慶医療科学大学大学院 医療管理学研究科
加納 隆

1. はじめに

現在、病院内では各種電波利用機器がさまざまな用途に使用されている。医用テレメータはその代表的な電波を利用した医療機器であるが、携帯電話や無線LAN等の情報通信機器の普及も目覚ましい。この中で、医療機器への影響が心配された携帯電話の使用については、2014年8月に「医療機関における携帯電話等の使用に関する指針」が策定され、その使用制限が緩和されたこともあり、患者・来訪者と医療スタッフ双方の携帯電話の利用が拡大してきている。一方、医用テレメータに関しては、電波不到達や混信などの電波に関するトラブルが問題視されていた。

そこで、総務省では電波環境協議会（EMCC）の中に「医療機関における電波利用推進部会」を立ち上げ、厚生労働省との連携のもと臨床工学技士を含む関係識者による詳細な検討が行われた。その成果として2016年4月に「医療機関において安心・安全に電波を利用するための手引き」（以下、「手引き」）が発行された。その後、手引きの内容を各医療機関で実施する際のひな形となる「電波の安全利用規程（例）」が発行され、また、医療関係者に対する教育ツールとして、EMCCホームページ上で、啓蒙・啓発動画やe-learningコンテンツも公開された。

ところで、EMCCに設置された「医療機関における電波利用推進部会」は、企画委員会傘下の作業部会として活動してきたが、2018年7月の総会において委員会に格上げされ、「医療機関における電波利用推進委員会（医療推進委員会）」となった。この医療推進委員会ならびにその傘下に設置された「医療電波作

業部会」における調査・検討の活動成果として、2021年7月に手引きの改訂版¹⁾が発行された。これらの成果物は全国11地域の「医療機関における電波利用推進協議会」主催の説明会ならびに技士会・医師会・看護協会等の医療関連団体におけるハンズオン支援講義等で活用されている。

また、医療推進委員会は（公財）日本医療機能評価機構に対して、手引きをもとに病院内電波管理の必要性についての説明を行い、病院機能評価の際に電波の安全管理状況の評価内容を追加することを具体的に提案してきた。その結果、2023年4月から開始された病院機能評価3rdG_ver3.0の中に電波利用に係る評価内容が追加された。

さらに、2025年6月には手引きに書かれている医用テレメータの電波管理の内容を実践する際の助けとなる「医用テレメータの電波管理実践ガイド」²⁾（以下、「実践ガイド」）が発行された。本稿では電波不感エリア対策を含む実践ガイド作成までの経緯とその概要を説明する。

2. 実践ガイド作成までの経緯

総務省ならびに厚生労働省による全国の全病院を対象に行った2024年度のアンケート調査³⁾（病院発送数：8,113件、回収数：2,464件、回収率：30.4%）では、回答病院の75.4%で医用テレメータを導入しているが、無線チャンネル管理の実施率は59.3%で、40.3%の病院では「管理していない」と回答しており、病床数の少ない病院ほど実施率が低い（図1）。また、医用テレメータの運用を規定している「小電力医用テレメータ

の運用規定」(JEITA AE-5201B)で「無線チャンネル管理者」に相応しいと記載されている臨床工学技士の在籍と管理実施状況の割合を見ると、在籍している病院では実施率が74.4%であったのに対し、在籍していない病院では実施率が38.3%であった(図2)。

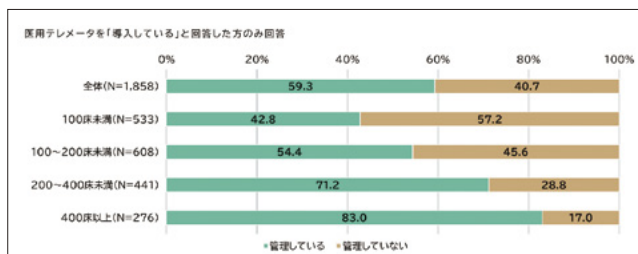


図1 病院全体での医用テレメータの無線チャンネル管理実施状況 (2024年度総務省・厚生労働省アンケート調査)

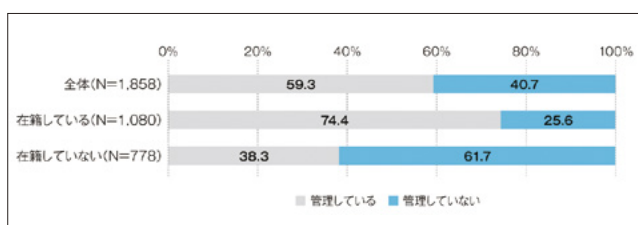


図2 臨床工学技士の在籍状況による医用テレメータの無線チャンネル管理 (2024年度総務省・厚生労働省アンケート調査)

医用テレメータの電波に関するトラブルの経験についてのアンケートでは、36.8%の病院で「トラブルの経験がある」と回答しており、そのトラブル経験の内訳では、「特定の場所で電波が十分に届かない」が79.2%で回答の中で最も多かった(図3)。そのほか、「チャンネル設定を間違える」、「電池切れに気づかない」、「同一チャンネルの送信機を複数台使用する」などの人的ミスも目立つ。

このアンケートでは、「特定の場所で電波が十分に届かない」というトラブル経験が全体の約8割を占めていたが、その原因の一つとして、本来は病室内に設置すべき受信アンテナが、病室と廊下の間にあるコンクリートの梁や防火壁などにより、適切な配線と設置が困難になっていることが判明した。この問題を解決するためには、建築設計段階における配線経路の確保が重要であるが、現状では病院建設後に適切なアンテナ・ケーブルの配線ができないことに気付くケースが少なくない。具体的には、予めコンクリート製の梁や防火壁などに貫通口というケーブルを通すための穴を空けておく必要があるが、臨床工学技士や医療機器メーカーへの相談がないままに病院建設工事が進み、手

遅れになってしまっている事例が少なくなかった。

そこで、医療推進委員会の協力の下、主に建築設計・施工者向けに、医用テレメータのアンテナシステムを敷設する場合の留意点が記載された「医療機関における電波利用機器に配慮した建築ガイドライン・同解説－医用テレメータ編－」⁴⁾(以下、「建築ガイドライン」)が日本建築学会から発行された。この建築ガイドラインは、医療施設建築設計者・施工者、医用テレメータを利用・管理する病院関係者や医用テレメータの製造販売業者が、施設計画段階から情報を共有することによって、医用テレメータを適切に使用するための電波環境を提供することを目的としている。医療施設を建設する際には、必ず建築設計・施工者をはじめとして、臨床工学技士などの病院関係者や医療機器製造販売業者に、建築ガイドラインを周知することが重要である。EMCCのホームページでは、建築ガイドラインの要点を抜粋したエッセンス版⁵⁾も公開されている。

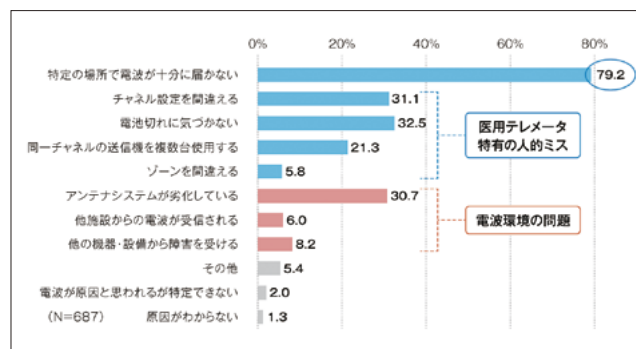


図3 医用テレメータの電波に関するトラブル経験の内訳 (実践ガイドより引用)

3. 電波不感エリア対策事業

建築ガイドラインは、医療施設を新築ならびに増改築する際の建築設計上の留意点について言及したものである。そこで、多くの既設の医療施設において、医用テレメータの受信不良が発生している場合、具体的にどのように改善することができるかについての参考資料を提供することを目的として、総務省による医用テレメータ電波不感エリア対策調査が行われた。図4に2022年度から2024年度の3か年の調査概要を示すが、ここでは、2023年度に実施された電波不感エリア対策調査について説明する。

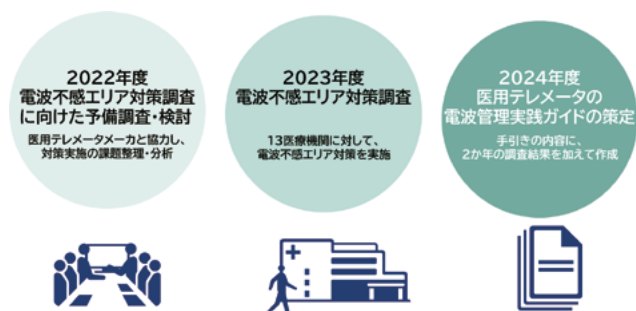


図4 2022年度から2024年度の3か年の調査概要

この調査では、まず、電波不感エリアを有する調査協力医療機関の募集を令和5年4月28日～7月31日までの期間で行った。応募してきた32件に対して、発生状況、経年数、配線図などに関して審査し、13件の実施医療機関を決定した。その対策実施内容は、アンテナ未設置のケースにおいて病室中央へアンテナを敷設したのが3件、アンテナ位置が廊下や病室入口などの不適切なケースにおいて病室中央へアンテナを敷設し直したのが6件（既設アンテナとのダイバシティ化を行った1件を含む）、アンテナシステム自体に不具合があったのが4件（ブースタの更新や調整など）であった。対策調査の実施方法は、現地における電波強度測定を行った上で、対策案の設計と対策工事を実施し、対策前後で電波強度の改善を評価した。

受信電波強度の測定手順と評価方法であるが、基本測定（スポットチェック）として、対策工事实施前後の受信電波強度とC/N(信号/雑音)の測定を病室内の5カ所で行い、対策工事により改善されているかどうかを確認した。改善が不十分な場合は要因を検討し、さらに、受信電波強度の経時的な変動測定（モニタリング）を行った。具体的には、患者に装着した送信機からの受信電波強度とC/Nの変動を一定期間連続測定し、C/Nが15dB（受信限界）を下回る変動回数を計測した。変動原因に対してダイバシティ化などで対策した場合、そのことで受信状態の改善が見られたかを確認した。

4. 職種別実践ガイドの作成

医療推進委員会では、「医療機関において安心・安全に電波を利用するための手引き」および2023年度

の電波不感エリア対策調査結果など、これまでに得られた知見を基に「医用テレメータの電波管理実践ガイド」が作成された。これには、看護師、臨床工学技士、医療機関管理者・事務職の個々を対象とした見開き2ページの職種別実践ガイドも含まれており、その実践的な活用を進めることを主な目的とした。また、建築事業者を主な対象とした「既存施設における医用テレメータの電波不感エリア対策ガイド/実例」は5ページにまとめられた。図5に実践ガイドの表紙ならびに目次を示す。実践ガイド本体のほかに、付属資料としてより詳細な情報も提供されている。

目次	4
表紙	4
医用テレメータの電波管理実践ガイド	
看護師	10
臨床工学技士	12
医療機関管理者・事務職	14
既存施設における医用テレメータの電波不感エリア対策ガイド/実例	16
【付属資料】	
付1. システム概要	22
付2. 無線チャンネルの確認	25
付3. 電波環境の測定(調査の方法)	28
付4. テクニカルアラームの表示および対応	30
付5. 管理体制	36
付6. 対策事例 令和5年度「医用テレメータの電波不感エリア対策に関する調査検討」	39
参考 無線LANテレメータ	53

図5 「医用テレメータの電波管理実践ガイド」の表紙と目次（実践ガイドより引用）

医用テレメータは、病棟における心電図を中心とした患者モニタであり、病室の患者の状態をナースステーションにおいて集中的に観察する重要な役割を果たす。したがって、これによる患者の異常やモニタリングの不具合を知らせるアラームの役割は大きい。アラームの不確実性や操作上の問題から、アラームの頻発に悩まされている現状がある。また、電波を使用するために、様々な原因による受信不良や混信の問題がある。

医用テレメータのアラームは、バイタルアラーム（生体情報の異常を報知）とテクニカルアラーム（測定システムの異常を報知）の2つに分かれるが、本実践ガイドでは、バイタルアラームには触れず、電波に関連したテクニカルアラームとディスプレイ表示についてそれぞれ言及している。通常、テクニカルアラームはアラーム音などが控えめな設計になっており、見落としてしまうことも少なくない。また、チャンネル設定間違いや他病棟・他施設における同一チャンネル送信機の使用による混信に気付かないこともある。

そこで、電波の受信不良、混信の際にどのような波形・表示が出るかを各社製品について紹介するとともに、現場の当事者である看護師と臨床工学技士が具体的にどの様に連携して対処することが求められるのかについて、具体的に示した実践ガイドが用意された。また、医療機関管理者や事務職員の理解を得るために、医療機関管理者・事務職向けの実践ガイドも用意された。表2に各実践ガイドの要点を示す。図6は看護師向け実践ガイド、図7は臨床工学技士向け実践ガイド、図8は医療機関管理者・事務職向け実践ガイドであるが、いずれも見開き2ページで簡潔にまとめられている。

また、建築事業者を主な対象とした「既存施設における医用テレメータの電波不感エリア対策ガイド/事例」は、先に発行された「医療機関における電波利用機器に配慮した建築ガイドライン・同解説－医用テレメータ編－」が医療施設を新築ならびに増改築する際

の建築設計上の留意点にとどまっていたのに対して、多くの既存施設の場合はどうすればいいかについてまで言及したものである。令和5年度「医用テレメータの電波不感エリア対策に関する調査検討」（総務省）における対策実施例（13医療機関）について、その実施概要ならびに対策工事の際の留意事項などが5ページにまとめて書かれている。

表2 職種別実践ガイドの要点（実践ガイドより引用）

<p>看護師向け 実践ガイド</p>	<p>●波形・表示の記録、場所などの情報を臨床工学技士などの電波管理担当者へ報告 (医用テレメータにおけるトラブルの第1発見者であり、得た情報を報告する必要があることの認識)</p>
<p>臨床工学技士向け 実践ガイド</p>	<p>●電波管理担当者の設置 トラブル点検と定期点検の実施方法についての周知</p> <p>●「簡易スペアナ機能」や「グループID・ホスピタルID機能」(以下「ID機能」という)の活用</p> <p>●建築ガイドラインの周知</p> <p>●アンテナ配線図の医療機器メーカーとの情報共有 (アンテナシステムも老朽化による更新が必要であることの認識)</p>
<p>医療機関管理者 事務職向け 実践ガイド</p>	<p>●電波管理担当者・電波利用コーディネータ・委員会の設置</p> <p>●建築ガイドラインの周知 (アンテナシステムも老朽化による更新が必要であることの認識)</p>

5. 実践ガイド付属資料

実践ガイド本体は多くのユーザーに幅広く周知するために極力簡便に書かれている。そこで、より詳細な情報を知りたい場合を考慮して付属資料が用意された(表3)。この中で、「5 管理体制」のP37-P38には電波管理を実践する際に推奨される病院機能評価のポイント(案)が示されているので、評価を受ける際の参



図6 看護師向け実践ガイド（実践ガイドより引用）



図7 臨床工学技士向け実践ガイド（実践ガイドより引用）



図8 医療機関管理者・事務職向け実践ガイド（実践ガイドより引用）

考にして頂ければと思う。また、「6 対策事例」(P39-P52) は令和 5 年度「医用テレメータの電波不感エリア対策に関する調査検討」(総務省)の対象となった13医療機関における詳細な情報が記載されており、不感エリアがある医療施設にとっての貴重な情報提供となっている。

表3 実践ガイド付属資料(実践ガイドより引用)

【付属資料】	
1 システム概要	22
2 無線チャンネルの確認	25
3 電波環境の測定(簡易な方法)	28
4 テクニカルアラームの表示および対応	30
5 管理体制	36
6 対策事例	39
参考 無線LANテレメータ	53

11.8%であり、必ずしも十分な電波管理が行われていないことが分かる(図9)。その背景には、臨床工学技士不在の病院があるということだけではなく、臨床工学技士が在籍していてもマンパワー不足の問題から十分な電波管理が実施できない病院も少なくないのではないかと推察される。

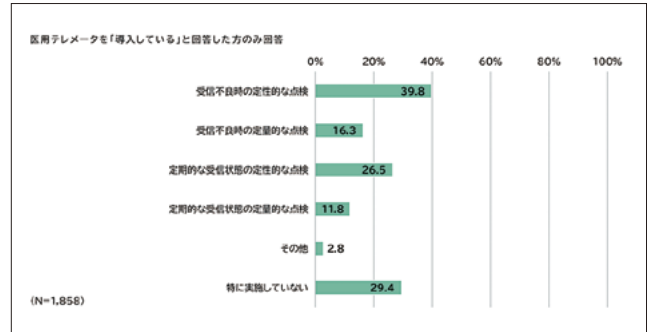


図9 医用テレメータの保守点検の実施状況(2024年度総務省・厚生労働省アンケート調査)

6. おわりに

医用テレメータの電波管理は「小電力医用テレメータの運用規定」(JEITA AE-5201B)にも明記されているように臨床工学技士の重要な任務であるが、臨床工学技士が在籍している病院でも25.6%は無線チャンネル管理を行っていないというアンケート結果がある(図2)。また、同アンケートにおける医用テレメータ導入病院の保守点検の実施状況の調査では、受信不良時の定量的な点検を実施している施設は16.3%、定期的な受信状態の定量的な点検を実施している施設は

この問題の解決策の一つとして、不感エリア対策調査でも使用された「医用テレメータ電波管理システム(MRD)」⁶⁾のような電波環境のモニタリングシステムの導入がある(図10)。このシステムは、臨床工学技士が病棟などの臨床現場に足を運ばなくても、パソコンやスマートフォンを使って、Web上で電波管理状況を自動的に取得できるものである。また、臨床工学技士などの電波管理をする人材がいない施設においては、医用テレメータのメーカーサイドがWeb上で電波管理状況を取得することも可能となる。つまり、病院機能評価で求められていることを容易に実施できる

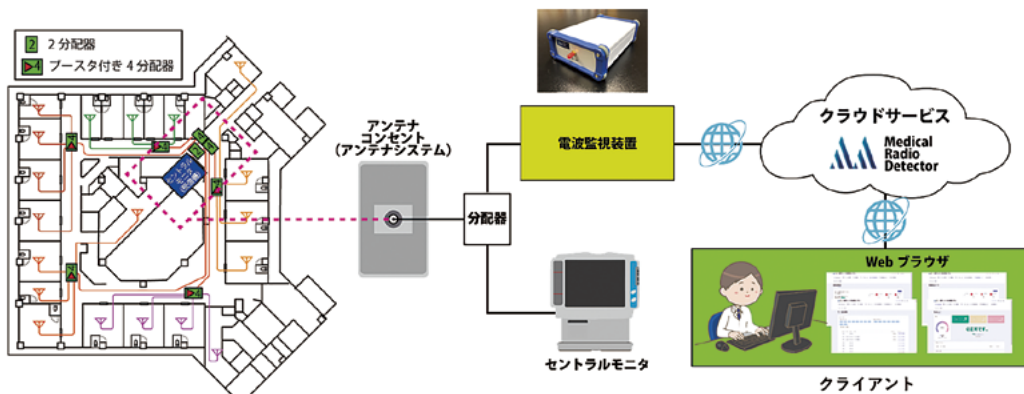


図10 医用テレメータ電波管理システム(MRD)

- IoT技術を利用して24時間医用テレメータの電波状況を記録・管理
- そのことで突発的な不具合や長期間の電波状況の変化を見逃さない
- 電波監視装置にソフトウェア無線デバイス(SDR)を用いて導入コスト低減

ものである。

「医用テレメータの電波管理実践ガイド」は、看護師、臨床工学技士、医療機関管理者・事務職の個々を対象とした個別実践ガイドを作成し、その活用を進めることを主な目的として発行された。より詳細な情報については必要に応じて【付属資料】を参照して頂ければと思う。

なお、臨床工学ジャーナル「クリニカルエンジニアリング」の2026年1月号⁷⁾において、「『医用テレメータの電波管理実践ガイド』の活用と電波不感エリア対策」の特集を組んだので、併せて参考にして頂ければ幸いである。

【参考文献】

- 1) 電波環境協議会：医療機関において安心・安全に電波を利用するための手引き（改訂版）2021
https://www.emcc-info.net/medical_emc/info20210700.html（2026年1月12日閲覧）
- 2) 電波環境協議会：医用テレメータの電波管理実践ガイド 2025
https://www.emcc-info.net/medical_emc/practical_guide/index.html（2026年1月12日閲覧）
- 3) 電波環境協議会：2024年度医療機関における適正な電波利用推進に関する調査の結果 2025
https://www.emcc-info.net/medical_emc/pdf/25_R7_question.pdf（2026年1月12日閲覧）
- 4) 一般社団法人日本建築学会：医療機関における電波利用機器に配慮した建築ガイドライン・同解説－医用テレメータ編 2021
- 5) 電波環境協議会：医療機関における電波利用機器に配慮した建築ガイドライン・同解説－医用テレメータ編－エッセンス版 2021
https://emcc-info.net/medical_emc/pdf/21-101-04_build_guide_es.pdf（2026年1月12日閲覧）
- 6) 株式会社アルネッツ：医用テレメータ電波管理システム（MRD）
<https://alnetz.co.jp/service/mrd/>（2026年1月12日閲覧）
- 7) 加納 隆編：特集「医用テレメータの電波管理実践ガイド」の活用と電波不感エリア対策 クリニカルエンジニアリング（Gakken）Vol.37 No.1 2026.1

2024年度 イミュニティ委員会の活動

無線周波数電磁界伝導妨害イミュニティ試験におけるEUT接地の接続先による差異の検証

一般社団法人 情報通信ネットワーク産業協会 (CIAJ)
電磁妨害対策技術委員会

堺 和則

1. はじめに

近年のAV機器、IT機器、放送受信機器などの普及に伴う電気電子機器の多様化や、複合化により、通信機器の置かれる電磁波雑音の環境はいっそう複雑化している。また、これらの電気電子機器から発生する不要な電磁波に加え、5G（第5世代移動通信システム）などの新たな無線通信や公共用の電波が利用される環境のなかで、これからの通信機器は、さまざまな電氣的ストレスに耐えうる能力を有する必要がある。

JIS C 61000-4-6 では、周波数範囲 150 kHz ~ 470 MHz の意図する無線周波 (RF) 送信機から到来する電磁妨害に対する電気・電子装置の伝導性イミュニティ要求事項について規定されている。本研究では、通信機器における接地インピーダンスの伝導性イミュニティ特性に対する影響度に着目した。

2. 目的

JIS C 61000-4-6 においては2017年度版への改定に際し、これまで国内の電源事情を考慮した通信装置と基準グラウンドとの接続に関する内容が一部見直されており、特定の条件においては試験結果に影響を及ぼす可能性があることが考えられる。

このため、PE線（保護接地線）やきょう体グラウンド端子を有するEUTにおいて、基準グラウンドと各々の接地端子間との接地インピーダンスの違いがイミュニティ試験時の動作に与える影響を評価すること

により、EUTの接地状況を考慮した試験条件をあらためて考察することを目的とする。

3. JIS C 61000-4-6 (2006年度版) と (2017年度版) の相違点

JIS C 61000-4-6 (2006年度版) にはPE線の接続方法について、基準グラウンドに接続することが望ましいと記載されていた。しかしながら、JIS C 61000-4-6 (2017年度版) では、これらの記載が日本特有の形態ではなく、国外においても同様の電源事情の国があるということ、JISの基本規格であるIEC規格の規定で試験は可能であるということから削除された。

JIS C 61000-4-6 (2006年度版) と JIS C 61000-4-6 (2017年度版) のグラウンド端子接続の記載に関する比較を表3.1に示す。

表3.1 JIS C 61000-4-6の版による記載の相違点

EUTグラウンド端子種別	基準グラウンドとの接続	
	JIS C 61000-4-6 (2006年度版) (日本の電源系)	JIS C 61000-4-6 (2017年度版)
PE線 (保護接地)	直接接続	記載なし
きょう体グラウンド端子 (FG)	直接接続	記載なし
機能接地端子	記載なし	CDN-MI 経由

4. 使用機材

本研究テーマで使用する使用機材を表4.1に、結合・減結合回路を表4.2示す。

また供試装置の外観を図4.1に示す。


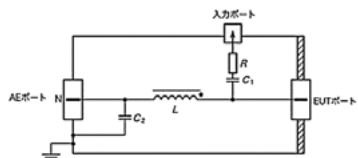

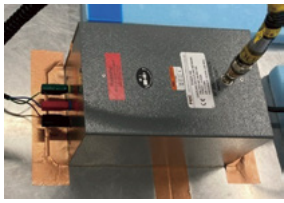
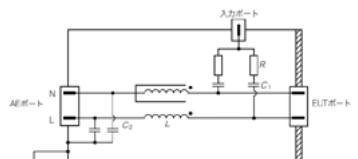
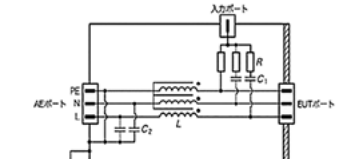
表 4.1 使用機材


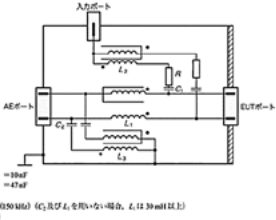

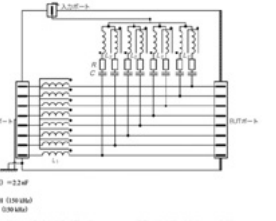
名称	メーカー	型番	機能・性能（概略）
xDSL装置	A社	VDSL	規格：ITU-T G.993.2 通信速度：下り最大 100Mbps、 上り最大 100Mbps
信号発生器	Rhode & Schwarz	SMB100A	9 kHz - 6 GHz
電力増幅器	R&K	A009K080-5050-R	9 kHz - 80 MHz / +50 dB / 100 W
減衰器	多摩川電子	UFA-100NPJ-6	DC - 3 GHz / 6 dB / MAX 100 W
データクオリティアナライザ	Anritsu	MD1230B MU120131A	伝送速度：10/100Mbps全/半二重、 1000Mbps全二重
オシロスコープ	Tektronix	MSO44	アナログ帯域 200 MHz / 6.25 GS/s
電流プローブ	Tektronix	TCP0030A	最大電流 DC 30 A / 最大RMS 30 A / ピーク電流 50 A / 最小電流 1 mA / 帯域幅 120 MHz
結合・減結合回路	—	CDN-M116 他	CDN-M1/M2/M3/T2/T8



図 4.1 xDSL装置

表 4.2 結合・減結合回路

結合・減結合回路	外観/型名	簡略図（注1）
電源線用 結合・減結合回路 (CDN-M1)	 CDN-M116	 C_1 (伝真値) = 22 nF C_2 (伝真値) = 47 nF R = 100 Ω L = 200 μH (150 kHz)
	 KSI-8001	
電源線用 結合・減結合回路 (CDN-M2)		 C_1 (伝真値) = 10 nF C_2 (伝真値) = 47 nF R = 200 Ω L = 200 μH (150 kHz)
電源線用 結合・減結合回路 (CDN-M3)	 FCC-801-M2/M3-16A	 C_1 (伝真値) = 10 nF C_2 (伝真値) = 47 nF R = 200 Ω L = 200 μH (150 kHz)

<p>通信線用 結合・減結合回路 (CDN-T2)</p>	 <p>CDN-2W</p>	 <p> C_1 (代表値) = 30nF C_2 (代表値) = 47nF $R = 200\Omega$ $L_1 = 20\mu\text{H}$ (50MHz) $L_2 = L_3 = 8\text{mH}$ </p> <p>図 D.4-1 無誘導平衡線路上に用いる CDN-T2 回路の接続図の例 (6.2.2.3 参照)</p>
<p>通信線用 結合・減結合回路 (CDN-T8)</p>	 <p>F-090407-1004-1</p>	 <p> C (代表値) = 22nF $R = 600\Omega$ $L_1 = 20\mu\text{H}$ (50MHz) $L_2 = 4\text{mH}$ (50MHz) </p> <p>図 D.4-2 無誘導平衡線路上に用いる CDN-T8 回路の接続図の例 (6.2.2.3 参照)</p>

(注1) 簡略図は、JIS C 61000-4-6 (2017年度版) 附属書 D を参照した。

5. 接地インピーダンスによる通信品質の測定

5.1 測定の構成

xDSL装置 (EUT-1) の測定構成を図5.1に示す。

PE線と基準グラウンド間の接地インピーダンスの違いによる通信品質の違いを数値的に把握するためにPG/ED (pattern generator/error detector: パターン (データ) 発生器/エラー検出器) を使用して試験を行った。

試験信号は、効率的に試験結果を得るためEUT-1の仕様を考慮した特定周波数を選定し、電源線に一定時間印加することとした。

また、EUT-1内部の制御信号/監視信号については、伝送信号であるデータパケット信号のインバンドで送受するため、PG/EDとPCのそれぞれをL2SW、CDN-T8を介してEUT-1に接続した。ATTは、製品仕様の伝送限界距離近辺として、200 mのツイストペアメタルケーブルを使用した。

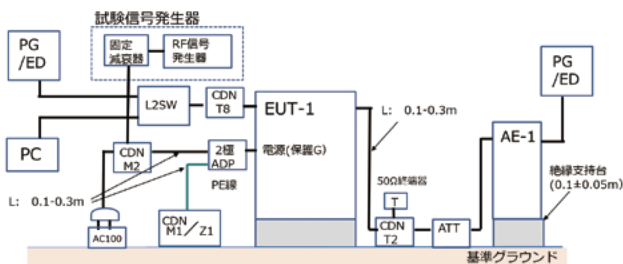


図5.1 xDSL装置 (EUT-1) の測定構成図

5.2 試験信号周波数の選定

雑音注入のための試験信号の周波数は、EUTの使用帯域や、システムクロック周波数を加味して選定した。具体的にはEUT-1の受信部に影響する上り信号電力スペクトラムであるUS1 (3.75 MHz - 5.2 MHz) の帯域内から 4 MHz、US2 (8.5 MHz - 12 MHz) の帯域内から 10 MHz、及びUS3 (18.1 MHz - 30 MHz) の帯域内から 24 MHzを選定した。またJIS C 61000-4-6の試験周波数範囲である 150 kHz ~ 80 MHzから両端の150 kHzと80 MHzについてもあわせて選定した。

EUT-1の上り信号電力スペクトラムと選択した試験信号周波数を図5.2に示す。

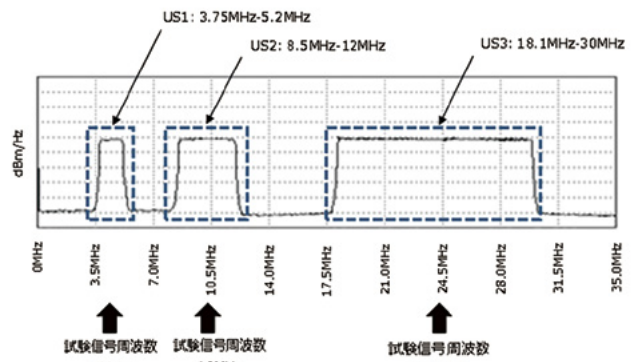


図5.2 EUT-1の試験信号周波数

6. 試験結果

6.1 試験系の設置状況

図5.1に示したEUT-1の試験系の具体的な設置状況を図6.1に示す。

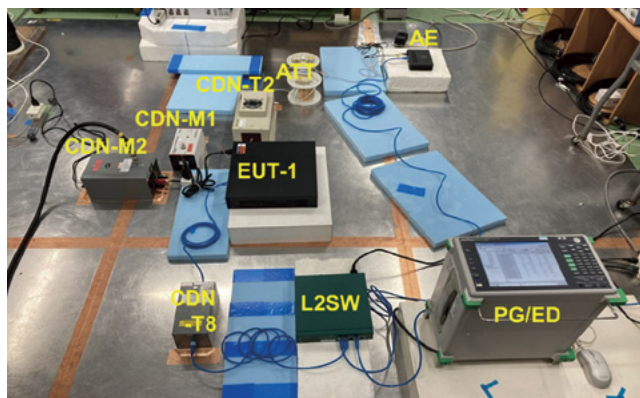


図6.1 EUT-1を使用した試験系の設置状況

6.2 通信品質の判断基準

通信品質を検証する判断基準として、「通信装置におけるイミュニティ試験ガイドライン（CES-0030-4）F3.3.1ネットワーク機能 性能判定基準Aを参照した。代表的な判断基準としたイベントを以下に示す。

- 確立した接続が試験適用中を通して維持されていること。
- 動作状態の変化や保存されたデータの変化が発生しないこと。

6.3 EUT-1に関する試験結果

EUT-1に対する試験結果を表6.1に示す。

パケットロスや、リンクダウンは、試験信号の周波

数が受信信号の帯域内（US2/US3）の場合のみ発生している。

また、上記受信帯域内の試験信号の周波数のなかでは、試験周波数の高い方が顕著に影響が表れている。

PE線の接地抵抗値を変化させると、試験信号周波数が10 MHzの場合は、PE線を基準グラウンドに未接続の場合のみリンクダウンが発生している。また、試験信号周波数が24 MHzの場合は30 Ωの場合にパケットロスが発生しており、PE線を基準グラウンドに未接続の場合及びJIS C 61000-4-6の6.2.1で規定しているCDN-M1（150 Ω相当）のインピーダンスの場合に、リンクダウンが発生している。このことから、接地インピーダンスが高いほどパケットロスやリンクダウンを起こしやすい傾向があることがわかった。

試験信号が通信線の受信信号に与える影響を直接的に観測する手段として、試験信号印加時の受信部のSNRマージンの値を観測した。一例として24 MHzの試験信号をEUT-1に印加した状態でのEUT-1受信部の上り信号SNRマージンの状況を図6.2に示す。

試験信号の影響により、SNRマージンの劣化が発生しており、SNRマージンが0 dBを下回った場合、EUT-1の受信部で受信エラーが発生する。発生した受信エラーはEUT-1内部の機能である誤り訂正機能によりエラー訂正が行われるが、誤り訂正能力以上の受信エラーが発生した場合には、パケットロスとしてPG/EDにて検出される。さらに、パケットロスの頻度が大きい場合は、EUT-1は再度トレーニングを必要とするために、強制的に通信回線のリンクダウンが発生させる。

表6.1 EUT-1 試験結果

電源CDN	PE端子処理 (接地抵抗)	試験信号 印加電圧	試験信号印加周波数						
			150kHz	1MHz	4MHz (US1)	10 MHz(US2)	24 MHz(US3)	80MHz	
CDN-M3	-	3V	-	-	-	○	○	-	
		10V	○	○	○	○	×	○	
CDN-M2	0Ω	3V	-	-	-	○	○	-	
		10V	-	-	-	○	○	-	
CDN-M2	30Ω	3V	-	-	-	○	○	-	
		10V	-	-	-	○	△	-	
CDN-M2	CDN-M1(1)	3V	-	-	-	○	○	-	
		10V	○	○	○	○	×	○	
CDN-M2	CDN-M1(2)	3V	-	-	-	○	○	-	
		10V	○	○	○	○	×	○	
CDN-M2	open	3V	-	-	-	○	○	-	
		10V	-	-	-	×	×	-	

○：パケットロスなし
△：パケットロスあり

×：通信回線リンクダウン発生
-：未試験

注) CDN-M1(1)、(2)は別メーカーの2種類で調査した

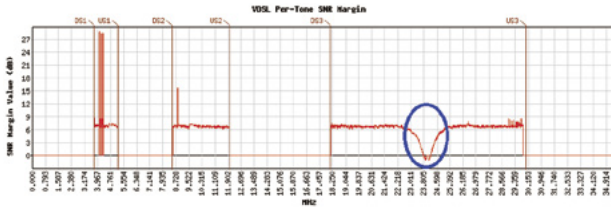


図6.2 EUT-1 上り SNR マージン(24 MHz 試験信号印加あり)

7. 試験結果に対する考察

6章の試験の一つ目の結果として、試験信号の周波数については、EUTの使用帯域のうち高い周波数ほど試験信号の雑音の影響を受けやすい結果が得られた。これはEUTの対地不平衡減衰量の特性として、高い周波数ほど平衡度が悪くなり、通信線間の雑音レベルが大きくなることに起因すると推測した。このため、EUT-1にて不平衡減衰量を測定して、雑音耐力との関係を確認することとした。また、通信線の平衡度に影響を及ぼすCDNについてもあわせて不平衡減衰量の確認をすることとした。

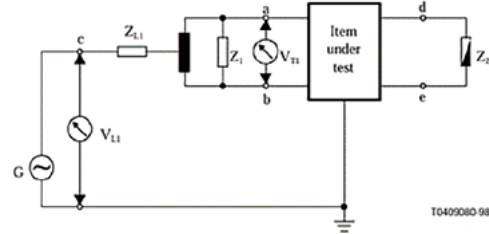
6章の試験の二つ目の結果として、PE線（保護接地線）やきょう体グラウンド端子と基準グラウンド間のインピーダンスが高いほど試験信号の雑音の影響を受けやすい結果が得られた。これは基準グラウンドとのインピーダンスが高いほど通信線端子での通信線と基準グラウンド間の縦電圧が大きくなり、結果として通信線間の雑音レベルが大きくなることに起因すると推測した。通信線と基準グラウンド間の縦電流値については、接地インピーダンスが高いほど大きな値を示すことが確認されたが、縦電圧値については直接的に測定出来なかった。このため、PE線（保護接地）やきょう体グラウンド端子と基準グラウンド間のインピーダンスと通信線の縦電圧との関係性をシミュレーションにて確認することとした。

8. 対地不平衡減衰量の確認

8.1 EUTの対地不平衡減衰量の確認

今回使用したEUT-1と同等の供試装置を使用して不平衡減衰量の確認を行った。

測定系を図8.1-1に、測定結果を図8.1-2にそれぞれ示す。



注) ITU-T 勧告 0.9 参照
図8.1-1 対地不平衡減衰量測定系

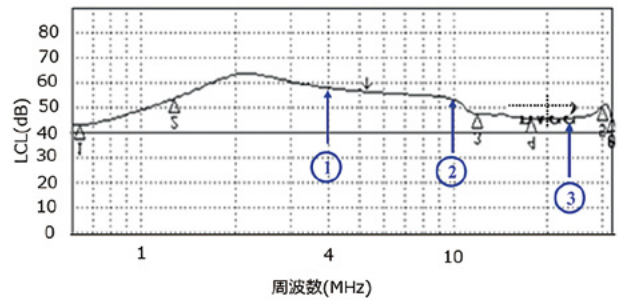


図8.1-2 対地不平衡減衰量測定結果

結果として、4 MHz (①) に対して10 MHz (②) では6 dB程度、24 MHz (③) では13 dB程度不平衡減衰量が低い傾向にあり、上記考察に記したように高い周波数になるに従い通信線間の雑音レベルが大きくなることから、通信品質の悪化を引き起こす原因になることが考えられる。

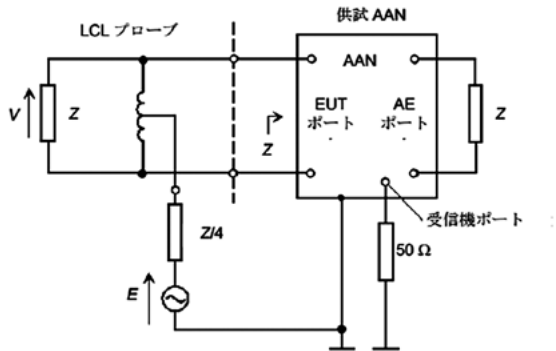
8.2 CDNの対地不平衡減衰量の確認

参考として今回使用したCDN-T2の対地不平衡減衰量の確認を行った。

測定系を図8.2-1に、測定結果を図8.2-2にそれぞれ示す。

CISPR35 答申の4.2.7 広帯域インパルス伝導妨害の項目の中では、「150 kHz から xDSL 技術で使用する最高周波数又は、30 MHz のどちらか低い方の周波数範囲にわたり（中略）少なくとも 60 dB あるべきである。」との記載があるが、図8.2-2の測定結果に示すように、既存のCDNでは当該の周波数内においては60 dBを下回るケースが多く見られると考えられる。CIAJでも、2008年に「リアルタイムサービスに使用するDSL機器のイミュニティ試験法に関する調査研究報告書」にてCDNの対地不平衡減衰量の測定を行っており、60 dB以上を満足できないことが報告されている。

このため通信線入力点の不均衡減衰量については、EUTの不均衡特性のみならず、使用するCDNの不均衡特性からも少なからず影響を受けるものと考えられる。



注) CISPR16-1-2 附則E参照
図8.2-1 対地不均衡減衰量測定系

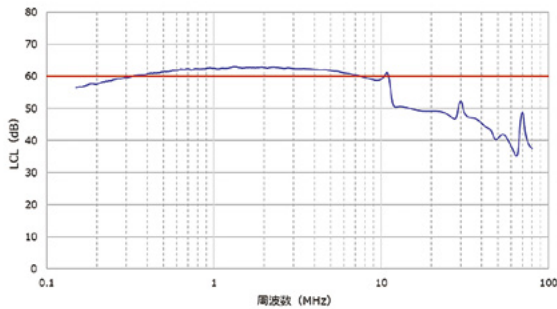


図8.2-2 対地不均衡減衰量測定結果

9. シミュレーションによる確認

9.1 試験系のモデル化

EUT-1の接地インピーダンスと、通信線の入力点での通信線と基準グラウンド間の縦電圧の相関をシミュレーションにて検証した。CDN-T2内のディファレンシャルモードコイルのモデル化においてはコモンモードのインピーダンスを理想値 ($L=0$ mH) とした。

試験系の詳細を図9.1-1、試験系のモデル化を図9.1-2に示す。

9.2 シミュレーション結果

シミュレーションによる確認としては図9.1-2に示すように、通信線の入力点での縦電圧 (V1) をPE線 (保護接地線) と基準グラウンド間のインピーダンスを変えてそれぞれ確認した。

通信線の入力点での縦電圧 (V1) の計算結果を図9.2に示す。PE線の接地インピーダンスを 0Ω から開放 (未接続) まで変化させた場合、ほぼ直線的に通信線入力点での縦電圧が増加することがわかる。8.1項に示したようにEUTの不均衡減衰量が無限に大きくない限り、通信線の入力点での縦電圧が高いほど入力雑音が増加することとなり、PE線の接地インピーダンスが高いほど通信線からのEUT入力点での雑音が増加することがわかる。

また、CDN-M1については、 50Ω 終端した場合にコモンモードインピーダンスが 150Ω になるよう設計されているため、純抵抗として 150Ω を接続した場合と同等な電圧値を示した。

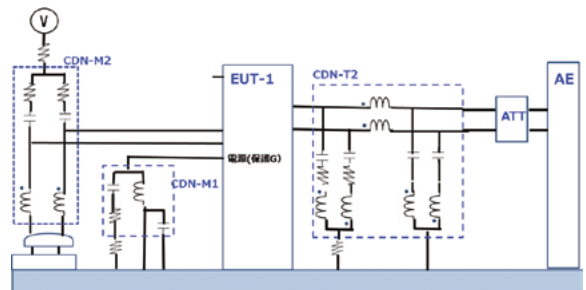


図9.1-1 試験系の詳細

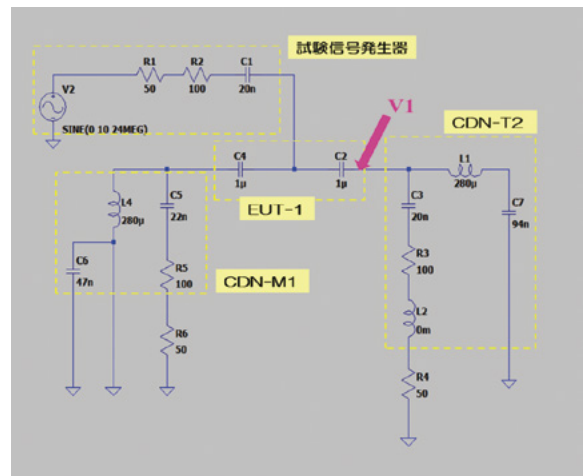


図9.1-2 試験系のモデル化

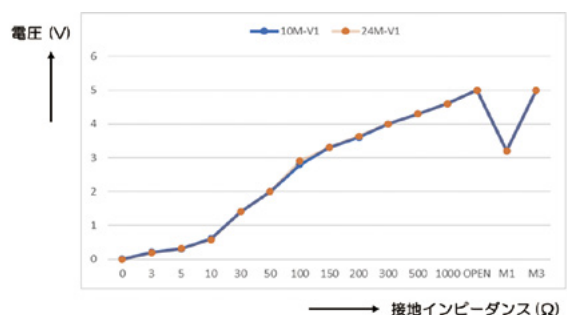


図9.2 通信線入力点の縦電圧

10. まとめ

先般のJIS C 61000-4-6（2017年度版）改定において、JIS C 61000-4-6（2006年度版）の6.2.1.1.1日本の電源系に適用する場合のPE線（保護接地線）の接続方法、及びきょう体グラウンド端子の接続方法が削除されたことより、あらためて接地インピーダンスの規定の必要性について検討した。

まず、伝送品質に影響が大きい試験周波数としては、対象装置の通信信号の使用周波数帯域に入っており、通信信号に干渉する周波数帯であること、さらにその中でもより高い周波数の試験信号に影響を受けやすいことが判明した。

これは対象装置の不均衡減衰量が高周波帯域において低くなる傾向にあることが起因していると考えられる。

このため、対象装置の通信信号の入力点での試験信号の縦電圧の大きさにつき、シミュレーションをもとに検証した結果、PE線の接地インピーダンスが大きいくらいほど、入力点での縦電圧が大きくなることが判明した。これにより、伝導イミュニティ試験結果が示す、接地インピーダンスが大きいくらいほど通信品質の劣化を引き起こすという結果と矛盾しないことがわかった。

今回の検討の結果としてPE線、及びきょう体グラウンドを基準グラウンドへ低インピーダンスで接続すれば良好な通信品質を確保することができることがあらためて検証できたが、具体的なイミュニティ試験においては、CDN-M3を使用する3端子の商用電源系の試験条件も考慮したうえで、実際の国内の接地環境に近似したインピーダンスで接続された試験系が求められると考える。またCDNの不均衡減衰量については、直接的に試験結果に影響を及ぼす可能性があり、既存のCDNの不均衡減衰量の特徴を把握したうえで実施可能な要求値の規定も検討する必要がある。

11. 標準化への対応

これらのことから、IEC SC77B国内委員会に本研究結果の情報提供を行い、SC77B国内委員会を通じて、今後のJIS化またはIEC標準の議論で考慮に入れてもらうように働きかけるとともに、次版改訂の際の検討に協力することが必要であると考えられる。

電波環境協議会 第23回技術講演会を開催

2025年12月12日（金）に、電波環境協議会 第23回技術講演会を電波産業会会議室とオンライン併用で開催しました。今回は、特別講演2件と、イミュニティ委員会の2024年度調査研究成果報告1件の、3講演を実施いたしました。

1件目は、「放射妨害波測定における電源ケーブル終端装置VHF-LISN規格化への取り組み」について、一般財団法人VCCI協会技術アドバイザーの長部邦広氏にご講演いただきました。

2件目は、「医用テレメータの電波不感エリア対策と

電波管理実践ガイド」について、滋慶医療科学大学大学院客員教授の加納隆氏にご講演いただきました。

3件目は、「無線周波数電磁界伝導妨害イミュニティ試験におけるEUT 接地の接続先による差異の検証」について、一般社団法人情報通信ネットワーク産業協会電磁妨害対策技術委員長の堺和則氏にご講演いただきました。

当日は、電波産業会会議室とオンラインを合わせて64名の皆様に参加いただき、熱心にご聴講いただきました。



電波環境協議会 第23回技術講演会の様子



VCCI協会
長部氏



滋慶医療科学大学大学院
加納氏



情報通信ネットワーク産業協会
堺氏

2025 年度電波環境協議会表彰について

2025年7月9日（水）開催の、電波環境協議会 第40回総会におきまして、次の2名方々を、表彰させて頂きました。（50音順）

表彰者	表彰事由概略
新 秀直 氏 （東京大学医学部附属病院）	電波利用安全管理専門委員会の委員として病院内の電波管理を推進するとともに数多くの論文や総説の執筆ならびに学会発表や講演をされるなど医療機関の電波利用推進や管理活動などにおいて顕著な貢献をされました
伊藤 紳一郎 氏 （独立行政法人 自動車技術総合機構）	自動車の不要電磁波の抑制に関する国際規格に規定する屋外試験サイトの特性調査及び特性管理において多くの実験や理論解析を行い国内及びCISPR規格の策定及び改定に多大な貢献をされましたまた自動車のEMCに関する国際基準の国内採択及び改定にも貢献されました

編 集 後 記

今回のEMCCレポートは、第23回技術講演会にてご講演いただいた皆様のご協力と、ご支援により完成いたしました。

編集にあたり、ご執筆いただいた皆様をはじめ、ご協力いただいたすべての方々に感謝申し上げます。（事務局）

－無断転載を禁ず－

EMCCレポート第41号

2026年3月

著 作：電波環境協議会

Electromagnetic Compatibility Conference Japan
〒100-0013 東京都千代田区霞が関1-4-1（日土地ビル）
一般社団法人電波産業会内
電波環境協議会事務局
TEL 03-5510-8596
FAX 03-3592-1103

