

電磁ノイズ測定の実現性に関する研究

戸枝保* 能戸崇行*

Research on the Reproducibility of Electromagnetic Noise Measurement

TOEDA Tamotsu*, NOTO Takayuki*

抄録

電波暗室における放射電界強度測定の実現性に関して、測定距離、使用暗室、アンテナの違いによる影響について検討し、それぞれの特性の違いや3 m法・広帯域アンテナにおける問題点が把握できた。また、電源線や信号線を有する機器のセッティングが測定結果に与える影響について、機器のごく近傍におけるわずかな配線経路の違いが大きく影響する場合があることなどが明らかになった。

キーワード：電磁ノイズ，放射電界強度測定，実現性，EMC，電波暗室

1. はじめに

電気電子機器のデジタル化や、携帯電話をはじめとする無線利用の拡大に伴い、EMC（電磁両立性）の問題はますます重要となってきた。こうした状況に対し、埼玉県では産業技術総合センターに、10m法対応の電波暗室（以下「大型暗室」とする）や測定距離3 mの電磁波障害対策室（以下「簡易暗室」とする）等を整備し、本年度より運用を開始した。

本研究では、これらの設備を用いた電磁ノイズ測定において、実現性という観点から基本的な特性や測定時の注意点などを把握し、今後の試験業務や電波暗室利用企業への指導等に役立てていくことを目的とする。

2. 測定距離による違い

2.1 測定方法

30MHz ~ 300MHz についてはパイコニカルアンテナ（Schwarzbeck BBA9106）、300MHz ~ 1GHz についてはログペリオディックアンテナ（Schwarzbeck UHALP9108-A1）を用い、大型暗

室において10m法及び3 m法によりノイズジェネレータ（Schaffner CNE6500B）の放射電界強度ピーク値を測定し、測定距離による違いを比較した。

2.2 測定結果及び考察

卓上に置いたノイズジェネレータを測定した結果を図1に示す。測定結果には、距離に比例した減衰量（10dB）を補正した後も違いが見られる。これは、電波暗室の床面が電波を反射するEMC用の電波半無響室であるため、測定結果には図2に示すような直達波と反射波の干渉が影響して距離との単純な反比例とならないことが原因であると考えられる。

この差はアンテナの特性やアンテナと被測定物の位置関係により決まってくるので、3 m法と10 m法の間で測定結果を換算できる可能性が考えられる。しかし、様々な製品の測定においては直達波と反射波の干渉の結果がアンテナ高さに対する電界強度の変化であるハイトパターンにおいて明確に表れていない場合が多い。これは、測定に用いたノイズジェネレータは小型で、電池駆動のため電源線などのケーブルもないため直達波と反射波の関係がはっきりと表れたのに対し、多くの製

* 電子情報技術部

品においては、製品自体の大きさや電源線・信号線が広い範囲に及んでいるため、直達波と反射波の干渉が明確に表れないものと考えられる。また、図3に示すように、ノイズ源の位置が異なる場合、直達波と反射波の経路の差が変化するため、測定結果は全く異なったものとなる。また、ノイズ放射の方向も製品によって異なる。したがって、各製品で3m法と10m法の測定結果の差も違ってくると考えられ、今回のノイズジェネレータの測定結果を用いて3m法と10m法の間で測定結果を補正することは困難と考えられる。

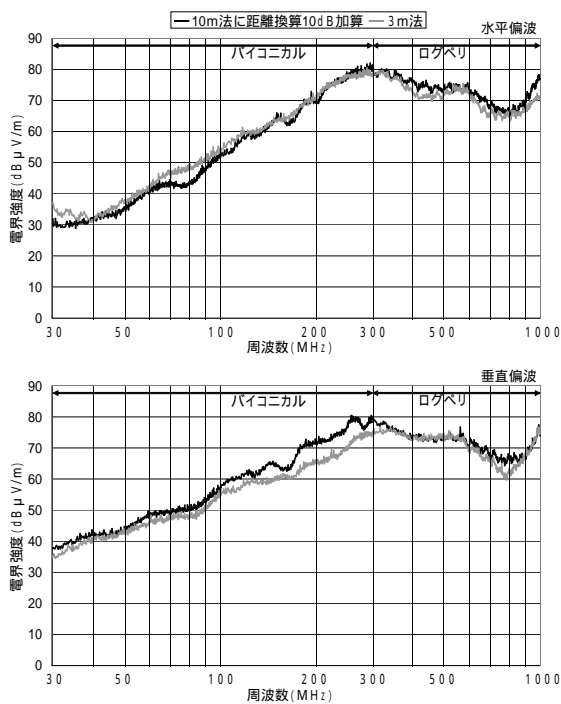
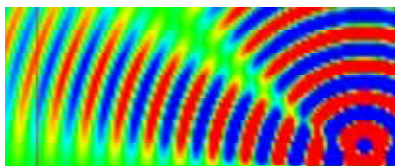
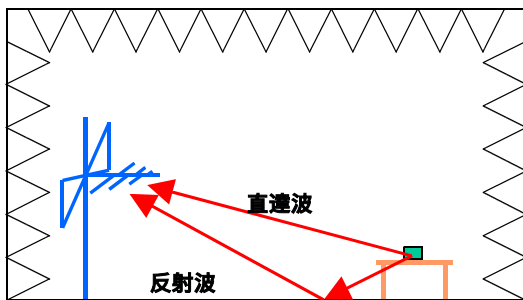


図1 測定距離による差



FDTD法 MAGNA/TDM 解析結果

(10m法、300MHz、水平偏波)

図2 直達波と反射波の干渉による電界分布

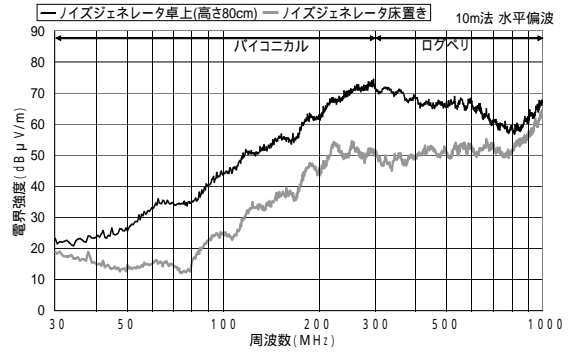


図3 ノイズ源の位置による差

3. 暗室の違いによる差

大型暗室と簡易暗室において、ともに測定距離3mで前節と同様にノイズジェネレータを測定した結果を図4に示す。この結果を同型のノイズジェネレータをオープンサイトにおいて測定したデータ¹⁾と比較したところ、大型暗室の方が差が少なかった。また、二つの部屋の測定値の差は、正規化サイトアッテネーション特性と相関があることから、暗室の性能の差であると考えられる。

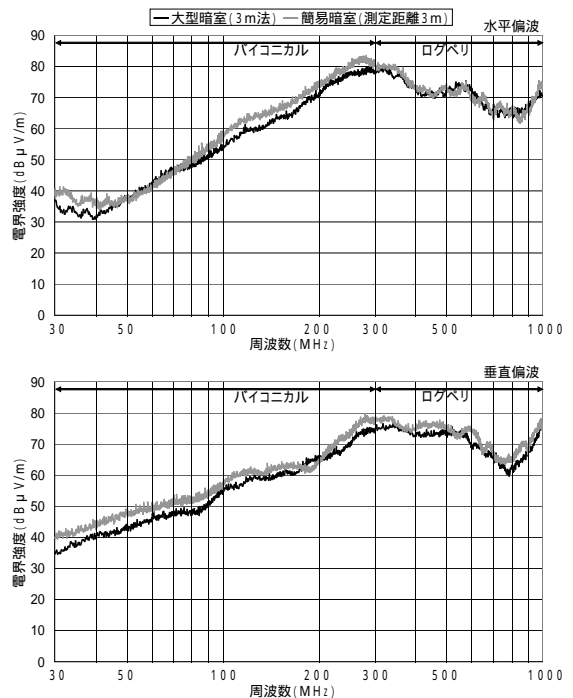


図4 暗室による差

4. アンテナによる差

30MHz ~ 1GHz を1本のパイログアンテナ (Schaffner CBL6111C) またはバイコニカルアンテナとログペリオディックアンテナで分担して測定した結果を図5、6に示す。パイログアンテナを用いた場合、特に3m法の水平偏波において周

波数の低い領域が過大な測定値となった。この現象は、10dB のアッテネータを挿入するとバイコニカルアンテナ程度にまで軽減できたので、広帯域アンテナにおける低周波数領域でのインピーダンスの不整合によるものと考えられる。各周波数においてインピーダンスの整合がとれた同調ダイポールアンテナを用いた場合はこのような現象は全く生じていないことから、整合の問題である

といえる。この他、アンテナ高さが低いときに強くなっていること、他の被測定物(ノートパソコン+ACアダプタ)ではこのような現象が見られない(アッテネータを挿入してもアッテネータ分の減衰以外の変化がない)こと、3m法で顕著であることなどから、アンテナの鏡像、被測定物との結合、波長より短い測定距離の影響など様々な要因が考えられる。このように、広帯域アンテナや3m法における問題点が明らかになった。

5. 被測定物のセッティングの影響

次に、電源線や信号線を有する実際の製品を用いて、セッティングが測定結果に与える影響について検討した。被測定物としてはインターホン(日本インターフォン株式会社製カラーテレビドアホン 親機CDF-1ML、子機CDF-W)を用いた。この製品は、親機がAC電源ケーブルを有し、また子機との間を2線式の信号線で結ぶことにより構成される。親機側の通話ボタンを押し、双方向に音声を送信し、子機側の映像を親機側で表示している状態において、10m法でバイログアンテナ(Schaffner CBL6111C)を用いて測定した。

子機の配置、電源線の経路や信号線の長さなど様々なセッティング条件を変えて測定を行ったが、一例を図7に示す。なお、グラフを重ねて比較することが困難なため、グラフは20dBずつずらして表示している。信号線をループさせた場合、波長がループ長に近い50~70MHz付近において放射が大きくなっている。これはループの向かい合う線では位相は180度異なるが、電流の向きが同じになるため放射が強められると考えられる。

他の周波数ではループのない場合より放射が弱まっている部分もある。また、ループを3周にした場合や、ループは1周で残りの2周分を往復させ束ねた場合は、概ね放射が弱まっている。これらは、電流の位相が異なる、電流方向が逆方向になるなどで打ち消し合ったためと考えられる。

また、被測定物全体を片づけ、再び同じ条件でセッティングし直した場合の再現性が良くなかったため、その原因を調べたところ、親機のごく近傍における信号線のわずかな経路の違いが測定結

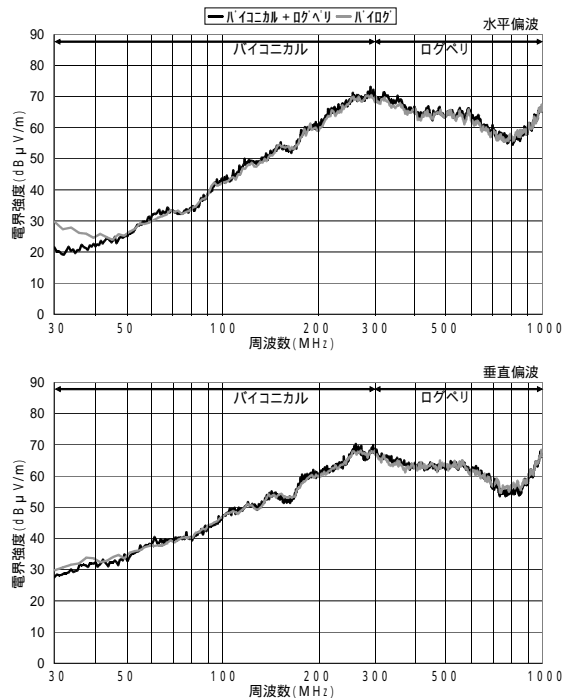


図5 アンテナによる差(10m法)

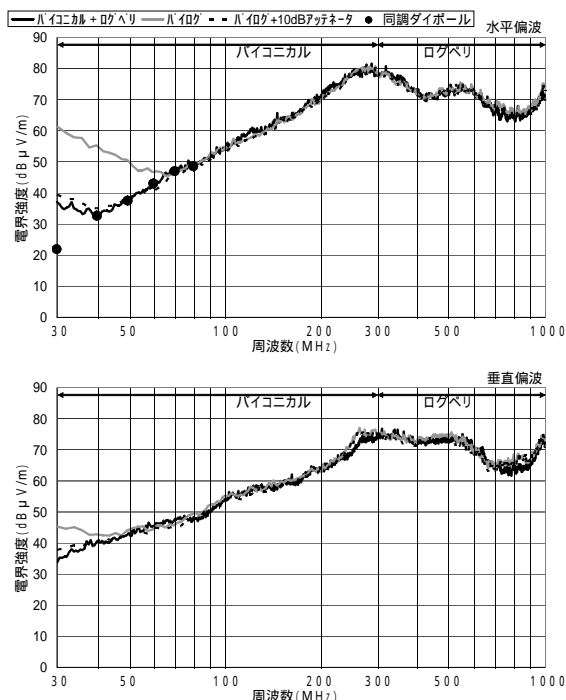


図6 アンテナによる差(3m法)

果に影響していることが分った。すなわち、信号線が親機の外側において親機からの影響を受けていると考えられる。信号線を親機の背面にある凹部に密着させた場合と背面から2cm離れた場合の比較を図8に示す。この場合親機を卓上、子機を床置きとしたので、垂直偏波で比較する。この図から、親機に信号線を密着させた場合の方がノイズの放射が大きい。これは親機から空間を介してノイズが信号線に伝播し放射されたものであると考えられる。そのため、機器に接続されていないケーブルを用いて実験を行った。他のノイズと区別するため、親機、子機、信号線を電磁シールド性のある布で包み、また、電源線からの放射と区別するため機器に接続されていないケーブルは水平方向に設置した。図9に示すように、ケーブルを親機に密着させると回路に接続されていなくてもノイズが放射し、親機から少し離れた場合には放射されないことから、このノイズは親機から空間を介してケーブルに伝搬したものであることが分る。回路上の伝導以外の空間を介したノイズ伝搬についてはイミュニティ対策においても影響がみられた²⁾が、放射電界強度測定の設定ングにおいても影響が大きいことが分った。

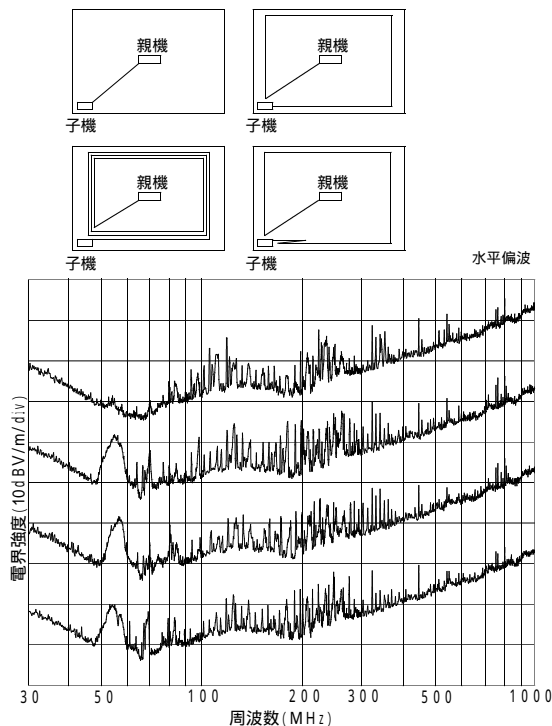


図7 信号線の長さ、経路による差

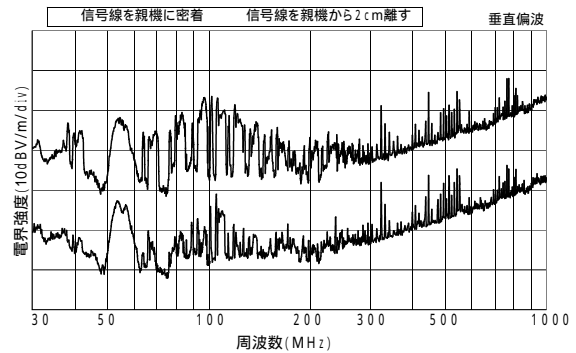


図8 機器近傍の信号線経路による差

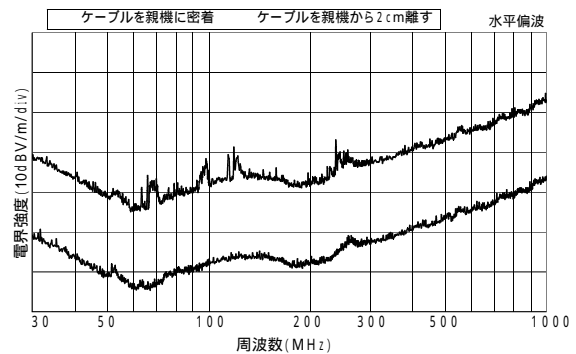


図9 非接続ケーブルからの放射

6. まとめ

(1) 3m法と10m法で測定結果に必然的な差が生じることや、3m法で広帯域アンテナを用いた場合の問題点が把握できた。

(2) 被測定物のセッティングにおいて、機器のごく近傍における配線経路の影響が大きいことや、配線を束ねた場合などでノイズが弱まる場合のあることが分った。

謝辞

本研究を進めるにあたり、客員研究員として御指導いただいた、埼玉大学羽石操教授に深く感謝いたします。

参考文献

- 1) Schaffner EMC Systems Limited: Operating Manual CNE6500B Comparison Noise Emitter, (2002)28-29
- 2) 能戸崇行, 戸枝保, 白石知久: 機器の電磁雑音対策に関する研究, 埼玉県工業技術センター研究報告書, 3, (2001)21