

# 測定周波数の拡大の可能性

技術基盤部門 広瀬 純

## 1. 緒言

近年、電子機器の高速処理化や無線LAN(2.4[GHz], 5.2[GHz])等の無線通信の普及が進んでいる。このため、従来は30[MHz]から1000[MHz]において行われていた電磁妨害波測定(EMI測定)について、測定周波数の拡大が検討されている。そこで、当センターの電波暗室について、より高い周波数での測定が可能かどうか性能を調査し、その性能の改善についても検討した。

## 2. 測定方法

### 2.1 測定方法の検討

国際無線障害特別委員会(CISPR)においては測定周波数の上限を6[GHz]までとすることで調整が進んでいる<sup>[1]</sup>。18[GHz]まで拡大することについても会議がなされていたが、さらなる検討が必要と判断され、規格化までには至らなかった<sup>[2]</sup>。このことから、当センターの暗室については将来を見越して1[GHz]から18[GHz]について性能を測定することとした。なお、この規格案では1[GHz]以上の周波数でのEMI測定では6面電波暗室で行うと定められている。

さて、電波暗室性能(1[GHz]から18[GHz]の不要電磁波の測定に相応しいかどうか)の測定方法であるがこれについてもCISPRで検討がなされている。二つの案があり、電圧定在波比を利用するもの(SVSWR法)<sup>[3]</sup>のと理論値と実測値を比較する方法(NSA法)<sup>[4]</sup>とが検討されている。SVSWR法については、規格案に沿った送信アンテナの製作が困難であるので、この実験ではNSA法で測定した。

### 2.2 NSA法

NSA(Normalized Site Attenuation)法とは正規化サイトアッテネーションを測定するものであり、以下の式であらわされる<sup>[5]</sup>。

$$NSA[dB] = V_{Direct}[dBuV] - V_{site}[dBuV] - V_{AFactor}[dBuV]$$

$V_{Direct}$  : ケーブル直結時のレベル

$V_{site}$  : 測定値

$V_{AFactor}$  : アンテナファクター(送信・受信)

そして、NSA[dB]の値と以下の式であらわされる理論値( $V_{THEO}$ )との差が $\pm 4[dB]$ 以内までであればその測定周波数において相応しい測定場所であるとするものである。この測定は水平偏波、垂直偏波において行う。

$$V_{THEO}[dB] = -20\log(f_M) + 20\log(279.1) - E_{dmax}$$

$f_M$  : 周波数 [MHz]

$E_{dmax}$  : 距離3mで自由空間条件の場合は7.4dB

### 2.3 測定の状況

送受信アンテナは高さを1[m]固定とし、各測定位置(図1参照)において1[GHz]から18[GHz]において25[MHz]毎に測定を行った。測定に使用した機器を表1に示す。表1にある機器はアクゾノーベル(株)鹿島サイトから借りたものである。測定で仕様した送信アンテナは広いビーム幅を持ち実機を模擬している。また、受信アンテナは当センターで所持しているものと同等である。

なお当センター電波暗室は、

大きさ: W3000 x L7000 x H3000mm

測定周波数: 30MHz ~ 1000MHz

6面暗室(5面も可能)

という仕様である。

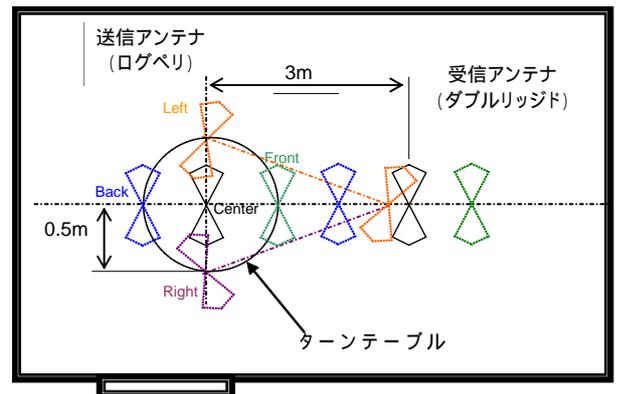


図1: 測定位置

表1: 使用機器

機器名	製造会社・型番	備考
ネットワークアナライザ	Agilent 8722ES	50MHz-40GHz
ログペリオディックアンテナ	ARA LPD-118/A	1GHz-18GHz ビーム幅40°以上
ダブルリッジドガイドアンテナ	Schwarzbeck BBHA9120D	1GHz-18GHz
固定アッテネータ	Narda 4768-6	DC-40GHz
同軸ケーブル	Radiall SHF8M 6m	0.6dB/m @18GHz

## 3. 実験結果

### 3.1 通常の状態

測定結果を図2、図3に示す。これらの図では、理論

値を示す直線を中心として、その理論値から  $\pm 4$ [dB]となる直線が上下に示してある。その他の曲線は測定値である。これらの図から、測定値と理論値との差が 4[dB]以上ある測定点が非常に多いことがわかる。当センターの暗室がこのままでは 1[GHz]から 18[GHz]の測定に使用できないことが明らかとなった。

そこで、NSA を改善するため RIKEN 製 PFP30 という電磁波吸収体を設置することとした。仕様については以下の通りである。

サイズ：600×600×300 (H) [mm /個]

重量：2,300 [g /個]

対応周波数：500[MHz]～100[GHz]

吸収特性：

500[MHz]～3[GHz] 20dB - 30dB

3[GHz]～10[GHz] 30dB - 50dB

10[GHz]～100[GHz] 50dB 以上

NSA Horizontal polarization

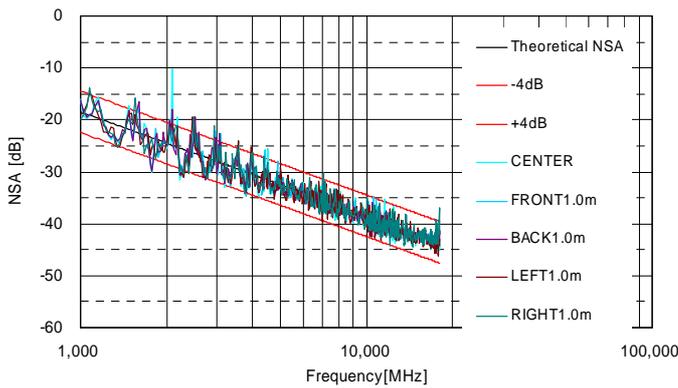


図 2：通常状態での NSA（水平偏波）

NSA Vertical polarization

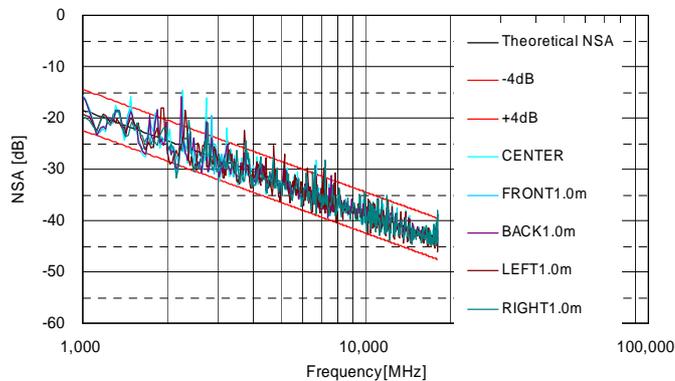


図 3：通常状態での NSA（垂直偏波）

### 3.2 電磁波吸収体 床面設置

電磁波吸収体を床面にのみ設置した場合（図 4 参照）の測定結果を図 5，図 6 に示す。水平偏波については、ほとんどの測定点で測定値と理論値との差が 4[dB]以内となり、NSA の大きな改善が得られた。垂直偏波については、まだ改善が必要であるので、電磁波吸収体を床面だけでなく壁面にも設置してみることにした。



図 4：電磁波吸収体 床面設置

NSA Horizontal polarization

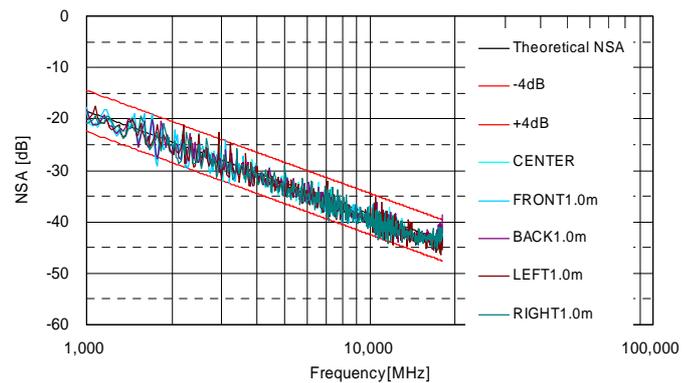


図 5：電磁波吸収体床面設置での NSA（水平偏波）

NSA Vertical polarization

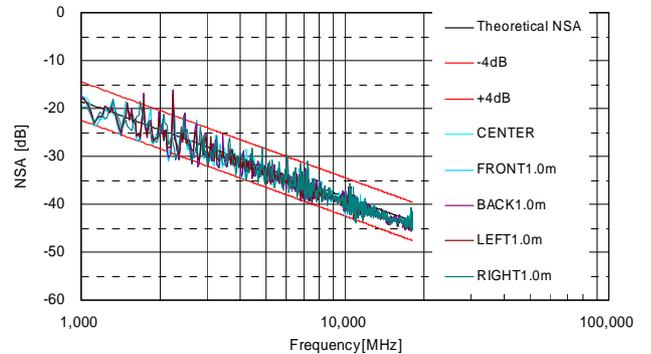


図 6：電磁波吸収体床面設置での NSA（垂直偏波）

### 3.3 電磁波吸収体 床・壁面設置

床面と側面に設置した場合（図 7 参照）の測定結果を

図8, 図9に示す。測定位置が「Front」のデータ以外については、水平偏波・垂直偏波双方において、ほとんどの測定点で測定値と理論値との差が4[dB]以内となった。

測定位置「Front」の場合は、電磁波吸収体の床面設置面積が減少したため、送受信間の反射パスで電磁波が吸収されず、大きな反射が起きてしまったためにこのようなデータになったと考えられる。



図7：電磁波吸収体 床・壁面設置

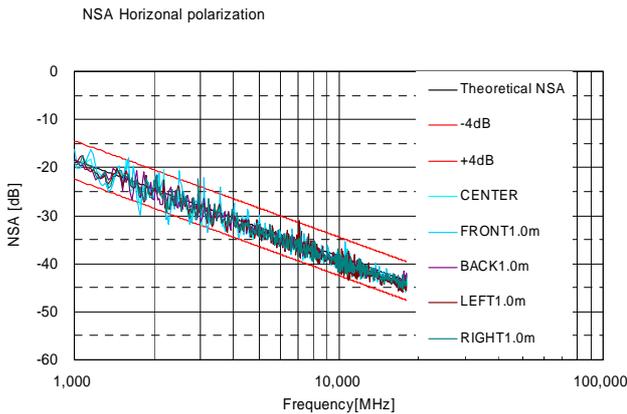


図8：電磁波吸収体 床・壁面設置での NSA(水平偏波)

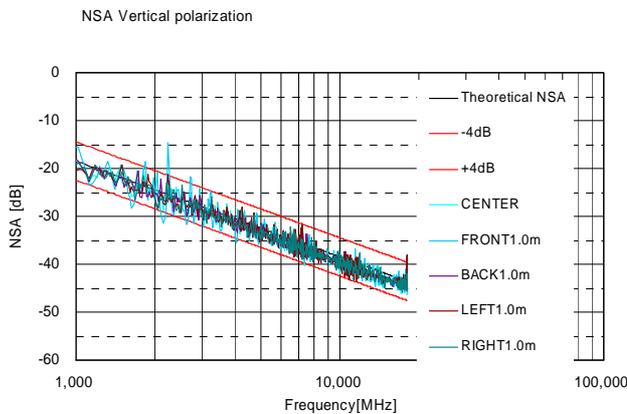


図9：電磁波吸収体 床・壁面設置での NSA(垂直偏波)

### 3.4 実験結果のまとめ

電磁波吸収体を設置しない場合と設置した場合について、測定値と理論値との差が4[dB]以上あった測定点の数(不合格点)で比較すると、その差が明らかである。比較結果を表2, 表3に示す。

表2：水平偏波での不合格点数

測定位置 \ 吸収体の位置	CENTER	FRONT	BACK	LEFT	RIGHT
なし	21	15	15	15	18
床	2	5	3	4	5
床と壁	3	13	0	2	1

表3：垂直偏波での不合格点数

測定位置 \ 吸収体の位置	CENTER	FRONT	BACK	LEFT	RIGHT
なし	18	3	8	17	15
床	3	9	13	2	11
床と壁	1	17	0	2	0

## 4.まとめ

当初は、当センター電波暗室の現状での性能を把握することを目的としていたが、電磁波吸収体を床面や壁面に設置するだけという簡単な方法で、暗室の性能を大幅に改善することができるということもわかった。このことから、吸収体の設置が面倒な天井面には電磁波吸収体がそれほど必要ないこともわかった。

通常、1[GHz]から18[GHz]にも対応できるように暗室を改造するには100万から200万円かかるがこの方法ならば、たかだか20万円程度ですむ可能性がある(電磁波吸収体1個12,000円程度)。

今後、電磁波吸収体の購入及び検討、電磁波吸収体を設置したままでも低い周波数のNSA値が変化しないかどうかの確認、といったことを行っていく予定である。

最後に、測定に協力して下さったアクゾ ノーベル(株) 鹿島サイトにお礼を申し上げます。

## 参考文献

- [1] CISPR : CISPR/I/105/CDV (CISPR22 Amd.1 f1 Ed4.0)
- [2] CISPR : CISPR/I/106/CDV (CISPR22 Amd.1 f2 Ed4.0)
- [3] CISPR/A/531/CD
- [4] CISPR/A/400/CD
- [5] 情報処理装置等電波障害自主規制協議会(VCCI) 教育研修専門委員会 : VCCI 測定技術者研修用テキスト