

# 電子装置の放射ノイズ特性の改善（第1報）

## —簡易電波暗室のサイト特性の測定—

佐野照雄・河野 裕・大柴勝彦・河西伸一\*<sup>1</sup>

### Improvement of Radiated Emission for Electronic Apparatus (Part I) —Measurement of Site Attenuation on Radiofrequency Semi-Anechoic Chamber—

Teruo SANO, Hiroshi KOHNO, Katuhiko OSHIBA and Shinichi KASAI

#### 要 約

電子装置の放射する電磁波ノイズは他の電子装置に障害を引き起こす可能性がある。したがって、電子装置の放射ノイズ特性の改善は、今後ますます必要性をおびてくる。本年度は、EMC測定システムを用い、当センターの簡易電波暗室のサイト特性を測定し、放射性ノイズの測定について検討した。この結果、簡易電波暗室のサイト特性が把握でき、放射ノイズ特性の測定方法についての指針を得ることができた。

#### 1. 諸 言

電子装置の放射する電磁波ノイズは他の電子装置に障害を引き起こす可能性がある。したがって、電子装置の放射ノイズ特性の改善は、今後ますます重要となってくる。これには、放射ノイズを正確に測定することが必要となる。放射ノイズ特性の測定には、測定装置とともに測定環境の整備が大前提となる。

本年度は、当センターの簡易電波暗室のサイト特性を測定し、放射性ノイズの測定について検討した。

#### 2. 簡易電波暗室

現在、電磁波ノイズの評価測定にはオープンサイトが使用されるが、外来ノイズを遮断できず、気候による影響も大きいなどの問題点がある。この欠点を補うものとして、電波暗室が普及してきている。これは、オープンサイトと同様の電波特性を有する試験室のことであり、床面以外からの反射がなく（半無響）、また、外来ノイズがないなどの長所をもっている。

放射ノイズ対策と対策効果の確認に目的を絞り開発・普及してきたものに簡易電波暗室がある。

簡易電波暗室における測定は3 m法が行われている。対策を目的として設計されている簡易電波暗室は電波暗室などと比較して電波吸収特性などが劣るため、測定値から直接放射ノイズの絶対値評価を行うことはできないが、測定の相対値評価は十分可能である。

##### 2-1 簡易電波暗室の構造

当センターの簡易電波暗室は、シールドルーム内壁にフェライトタイルを貼り付けた構造となっている。室内寸法は7 m (D) × 3 m (W) × 3 m (H)である。図2-1にその配置図を示す。

シールド構造は、銅箔の2重構造となっており、80 dB以上のシールド効果を得ている。電波吸収体は、フェライトタイルを使用し、誘電体ボードとの2層型電波吸収体を構成している。<sup>1)</sup>これを床面以外の5面に貼り電波半無響室を構成している。床面はグラウンドプレーン上に床板を敷き、電源端子電圧測定のために床面の一部にグラウンドプレーンを露出させている。

\* 1 山梨県富士工業技術センター

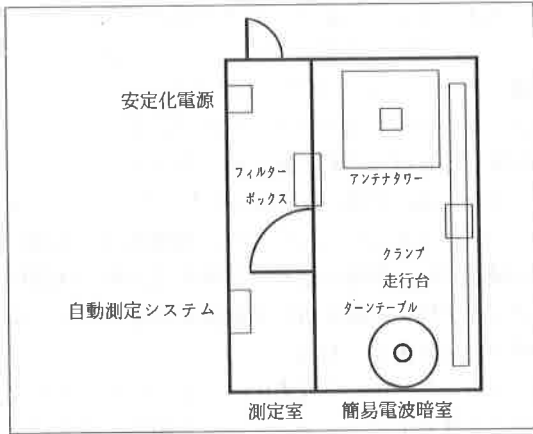


図2-1 簡易電波暗室の配置図

### 2-2 EMC測定システム

図2-2に簡易電波暗室に設置されているEMC測定システムの構成図を示す。本システムは、放射妨害電界強度測定、電源端子電圧測定、妨害電力測定の種類測定を行うことができる。暗室内にアンテナ昇降台、ターンテーブル、クランプ走行台を設置し、フィルタボックスを介して前室のスペクトラムアナライザを含む測定系と接続してある。測定システムは、パーソナルコンピュータを使用して自動測定を行うことができる。主な仕様を以下に示す。<sup>2)</sup>

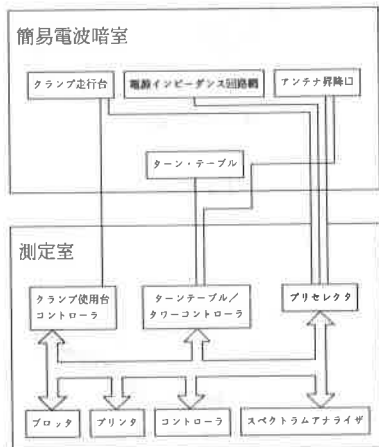


図2-2 EMC測定システム構成

#### 測定項目

- 放射妨害電界強度測定 (アンテナ併用)
- 電源端子電圧測定 (擬似電源回路網併用)
- 妨害電力測定 (吸収クランプを併用)

#### システム構成

- テスト・レーバ
- スペクトラム・アナライザ R3361A
- プリセレクタ R3551
- ターンテーブル/タワー・コントローラ
- アンテナ昇降器
- ターンテーブル
- コントローラ
- アンテナ
- アンテナ昇降台
- ターンテーブル
- クランプ走行台

### 3. 簡易電波暗室の特性評価

#### 3-1 サイトアッテネーション測定方法

放射ノイズ測定のための環境を評価するためにサイトアッテネーションの測定が必要である。サイトアッテネーションの測定方法を図3-1に示す。送信アンテナを高さHで固定し、D[m]離れた位置のアンテナ昇降台に受信アンテナを設置する。この状態で送信アンテナから電波を放射し、受信アンテナを昇降させ最大値を得る。これを周波数を変えて測定し、周波数とサイトアッテネーションとの相関を測定する。

サイトアッテネーションの理論値は、FCC、OST55により(1)式のようになる。<sup>3)</sup>

$$A = 20 \log D - 20 \log F - G_s - G_r - 27.6 - R \quad (1)$$

A : 減衰量 [dB]

D : 送受信アンテナ間の距離

F : 送受信周波数 [MHz]

G<sub>s</sub>, G<sub>r</sub> : アンテナの利得 約 2.15 dB

27.6 : 自由空間での固有減衰量

R : 大地反射寄与分 D = 3 m 4.3 dB

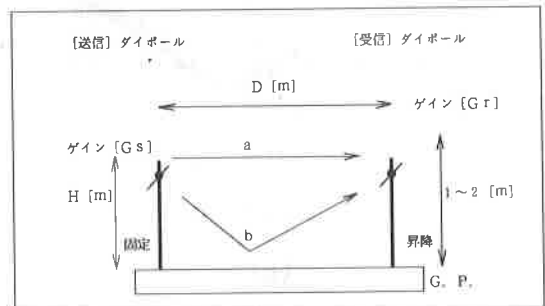


図3-1 サイトアッテネーションの測定原理

### 3-2 ハイパターンの測定

半無響電波暗室の場合、図3-1のように受信アンテナは直接波とグランドプレーンからの反射波の合成波を受信することになるため、受信アンテナの高さにより電界強度が変化する。

ハイパターンとして、周波数をパラメータに受信アンテナの高さと減衰量との相関を測定する。

## 4. 測定結果と検討

### 4-1 サイトアッテネーション

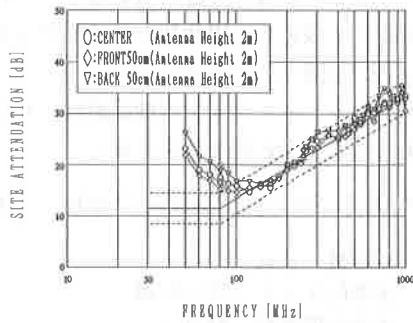
図4-1～4-2は、簡易電波暗室のサイトアッテネーション（水平偏波）の測定結果である。D=3mで送受信アンテナには半波長ダイポールアンテナを使用した。

測定は、受信アンテナから3mの位置を中心に前後左右50cmの5点を測定した。実線は理論値を中心に±3dBのラインを示している。

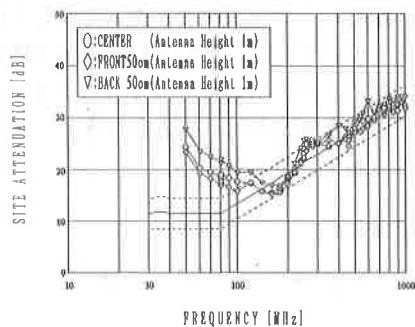
図4-1は、送信アンテナの高さを2.0[m]として、測定した結果である。(a)は中心と前後0.5[m]のアンテナ位置でのサイトアッテネーションの測定結果である。120[MHz]以上の帯域ではほぼ理論値に近い値となっている。

また、前、中央、後の順にサイトアッテネーションの値が大きくなっているが、電磁波（平面波）の減衰量は、距離の逆数に比例するため、送受信アンテナ間の距離が近いと減衰量は小さくなるためであると考えられる。

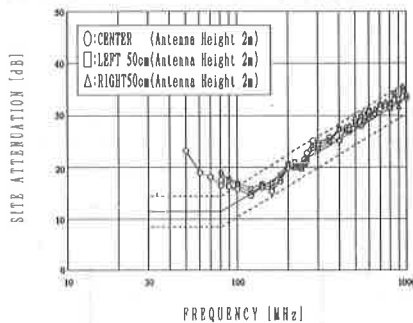
(b)は、中心と左右0.5[m]のアンテナ位置でのサイトアッテネーションを測定したものである。(a)と同様120[MHz]以上の帯域ではほぼ理論値に近い値となっている。左右の値はほぼ等しく、中央、左右の順にサイトアッテネーションの指向性の影響が大きいためと考えられる。



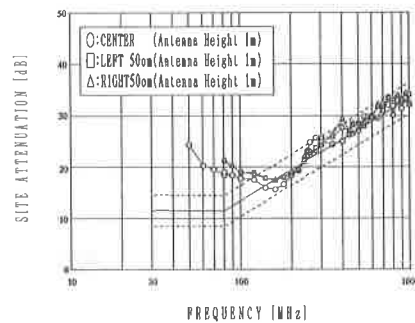
(a)



(a)



(b)



(b)

図4-1 測定結果 (H : 2 m)

図4-2 測定結果 (H : 1 m)

どちらも、100 [MHz] 以下では減衰量が大きくなっている。これは受信アンテナの高さを1~2 [m] までしか移動できないため、最大強度は理論値では30 [MHz] で3.4 [m] の高さであるので、簡易電波暗室では最大強度を得ることができないためと考えられる。

図4-2は、送信アンテナの高さを1.0 [m] にした場合のサイトアッテネーション (水平偏波) の測定結果である。

全体としては、送信アンテナが2.0 [m] の場合と同様の傾向を示すが、200MHz~700MHz の帯域では暴れている。これは、グランドプレーンと送信アンテナが近いため、送信アンテナとグランドプレーン間で何らかの相互作用が起こるためと考えられる。

#### 4-2 ハイパターン

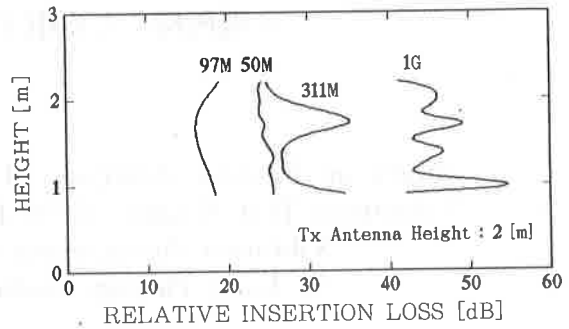
図4-3は、ハイパターン (水平偏波) の測定結果である。周波数をパラメータとし横軸に減衰量を縦軸に受信アンテナ高さを示す。測定周波数は50MHz、97MHz、311MHz、1,000MHzである。(a)、(b)はそれぞれ送信アンテナの高さが2m、1mの場合で、97MHz以上では、減衰量が最小になるアンテナ位置を得ることができる。50MHzでは最小の位置を得ることができない。これはサイトアッテネーションの測定結果と一致する。

#### 4-3 考察

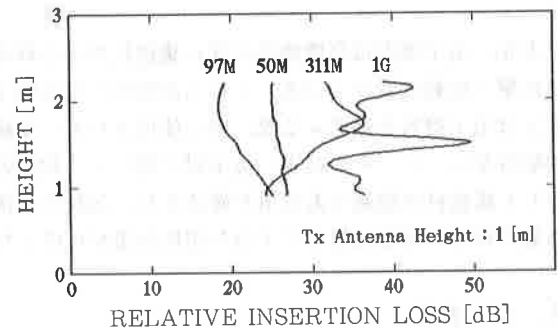
当センターの簡易電波暗室は100MHz以上では評価測定にほぼ準じたデータを得ることができていることが確認できた。また、100MHz以下の周波数帯域では、サイトアッテネーションが規格値より大きいため、補正を必要とする。今後、正確な放射ノイズ特性の測定を行うためには、部屋の構成を考慮したサイトアッテネーションの補正計算を行っていくことが必要である。

### 5. 結言

EMC測定システムを用いて、簡易電波暗室のサイト特性を測定した。この結果100 [MHz] 以上の周波数帯域では、サイトアッテネーションの理論値に近い値を満足しており、評価試験に準ずるデータが取得できることを確認できた。



(a) H : 2 m



(b) H : 1 m

図4-3 測定結果

#### 文献

- 1) 技術資料 No.DB94-1-001 TDK(株)
- 2) R2513/2541(PC) / EMCハンドブック,アドバンテスト(株)
- 3) 「ノイズ対策最新技術」編集委員会編:ノイズ対策最新技術,総合出版社