

# 電子機器の電磁ノイズ対策に関する研究

放射イミュニティの定量的評価に関する研究

名古屋市工業研究所

中部エレクトロニクス振興会

平成13年 10月

## <目次>

|       |                      |    |   |    |
|-------|----------------------|----|---|----|
| 1.    | はじめに                 | 1  | ～ | 2  |
| 1.1   | 背景                   |    |   |    |
| 1.2   | 目的                   |    |   |    |
| 2.    | 放射イミュニティの測定方法        | 3  | ～ | 8  |
| 2.1   | 電波暗室及び測定装置           |    |   |    |
| 2.2   | イミュニティの定義            |    |   |    |
| 2.3   | 測定方法                 |    |   |    |
| 2.4   | 測定ケーブルの選択            |    |   |    |
| 3.    | 衛星放送伝送機器と放射イミュニティ    | 9  | ～ | 14 |
| 3.1   | テレビ放送の現状             |    |   |    |
| 3.2   | 受信システムとイミュニティ        |    |   |    |
| 4.    | 伝送機器のイミュニティ測定結果      | 15 | ～ | 20 |
| 4.1   | 測定方法                 |    |   |    |
| 4.2   | 分配器                  |    |   |    |
| 4.3   | 直列ユニット               |    |   |    |
| 4.4   | すきまケーブル              |    |   |    |
| 4.5   | ブースタ                 |    |   |    |
| 5.    | 衛星放送受信機器の所要イミュニティ    | 21 | ～ | 25 |
| 5.1   | 衛星受信機器と所要イミュニティ      |    |   |    |
| 5.2   | CS受信による所要イミュニティの測定結果 |    |   |    |
| 6.    | 携帯電話の放射電界強度          | 26 | ～ | 32 |
| 6.1   | 測定配置                 |    |   |    |
| 6.2   | 測定結果                 |    |   |    |
| 6.2.1 | 携帯電話の向きと電界強度の関係      |    |   |    |
| 6.2.2 | 携帯電話からの距離と電界強度の関係    |    |   |    |
| 7.    | あとがき                 | 33 |   |    |

# 1. はじめに

## 1. 1 背景

携帯電話の急速な普及によって我々の社会生活が格段に便利になりつつあることは万人の認めるところであるが、その一方で、携帯電話から放射される電波の影響が様々な面で懸念されるようになってきている。なかでも特に関心が高いのは人間の健康に関わる側面であり、医療機器の誤動作や人体への医学的な影響は盛んに研究が行われ、議論されている。従来は携帯電話のような強電界の機器が混雑した列車内など身近で使用されるようなことは予想されていなかったが、心臓ペースメーカなど医療機器への影響が大きな問題として取り上げられるのは、その使用電界レベルや結果の重大性を考えれば当然のことである。ところで、最近の電子機器は小型軽量化や小電力化によって動作電圧が低下する傾向にある。こうした傾向は、先に述べた電磁環境の悪化と相俟って、電磁干渉問題を一層深刻なものにしている。今後、無線を利用した電子機器の使用が広がるにつれ、生命に関わるような深刻な影響だけでなく、電子化された現代社会の様々な場面で、電磁両立性(EMC)の問題はますます大きく取り上げられていくことになるものと考えられる。

## 1. 2 目的

中部エレクトロニクス振興会の技術委員会では、電子機器実装における信頼性に関する様々な問題の解決に取り組んでいる。このうち、第1分科会では、電子機器の電磁ノイズ対策技術について検討している。平成11年度からは、携帯電話による電子機器あるいはシステムへの影響について検討を行っており、その一例として、一部の携帯電話やPHSが利用しているGHz帯の携帯通信機器の電波が伝送機器に与える妨害について、あとで述べるように放射イミュニティ(電磁波妨害に対する耐性)の定量化という観点から研究を行ってきた。そして、定量的なイミュニティ評価を検討する際の具体的な対象として、衛星放送受信システムを取り上げた。衛星放送受信システムにおいては、アンテナ以降の伝送系に使われる中間周波の帯域が、1.45GHz帯を利用する携帯電話や1.9GHz帯を利用するPHSの周波数と重なっているため、これらの携帯機器による妨害が顕在化している。

妨害波による機器の誤動作を調べる放射イミュニティ試験は、IEC 61000-4-3などにその試験方法が規定されている。この規格では、基本的には、定められた強度の電界に供試品をさらして誤動作の有無を判定するようになってきている。しかし、機器の設計者としてはその機器があとどの程度まで耐えられるのか、あるいはどの程度シールド性能が不足しているのかは知りたいところであるし、また、例えば本研究で検討しているような衛星受信システムの場合などでは、同じ強度の電界にさらされても、その機器に誤動作を生じるかどうかは伝送信号のレベルに依存することになる。こうした点を考慮すると、問題にしている電子機器に対して定量的なイミュニティ評価の行われることが望ましい。

こうした考え方に基づく規格としては、日本電子機械工業会規格E I A J CP-4105「テレビジョン受信機の妨害排除能力測定方法〔I〕」やC I S P R 20がある。前者はテレビジョン受信機に特化された測定法であり、後者のC I S P R 20の評価法も同様の事情がある他、判定に熟練度を要するといった問題点がある。これに対して、詳細については本文の中で述べられるが、本研究では電子機器の放射イミュニティ量を、その機器がさらされる電界強度と、機器の出力端子電圧との比として定義することによって、比較的簡便な方法で実用的な定量化を可能にしている。このように、機器にイミュニティ量を定義すれば、個々の使用状況によって様々に変化する電磁環境に対して、その環境下での機器の電磁波耐性マージンを把握できる。

本研究においては、特にG H z帯における電子機器の放射イミュニティの定量的評価について検討している。本報告書では、放射イミュニティの定量的評価手法について述べたあと、本手法に基づいた評価システムの概要を説明し、そのあと、前述した伝送機器のイミュニティを測定した結果、およびこれらの機器が妨害を受けないために必要なイミュニティ量（所要イミュニティ）を評価した結果について報告する。

## 2. 放射イミュニティの測定方法

### 2. 1 電波暗室及び測定装置

放射イミュニティの評価法については I E C 規格などで規定されており、本研究においても基本的にはこれに準拠する形の測定配置を採用した。実際の測定には愛知県工業技術センターの小型電波暗室を利用した（写真 2.1）。その主な仕様を表 2.1 に示す。I E C 6 1 0 0 0 - 4 - 3 や第 1 章で述べた E I A J C P - 4 1 0 5 「テレビジョン受信機の妨害排除能力測定方法」では、送信アンテナと供試品との間の距離は 3m と規定されており、さらに、後者では供試品を回転させるとともに、送信アンテナの高さを可変させるように決められている。しかし、照射電界強度を大きく取るなどの理由から、本実験ではアンテナと供試品の距離は 1.5m とし、両者とも床面からの高さは 1.5m に固定した。

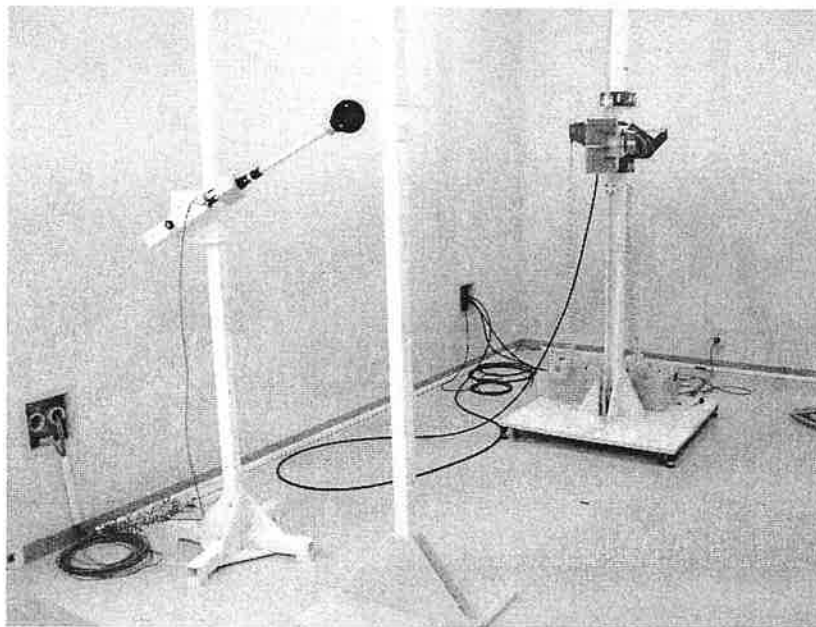


写真 2.1 電波暗室内部

表 2.1 小型電波暗室（テン社製 TEN-733）の仕様

|                    |                                |
|--------------------|--------------------------------|
| 対応周波数              | 30MHz～2GHz                     |
| 外寸法                | 7.3m (L) × 3.4m (W) × 3.4m (H) |
| 内部有効スペース           | 6.9m (L) × 3.0m (W) × 3.0m (H) |
| シールド特性             | 100dB                          |
| 基本構造               | 六面フェライト吸収体構造                   |
| 壁面（ライト・タイル・テン）吸収特性 | 20dB（30MHz～2GHz）               |
| 床面（テン・グリッド）吸収特性    | 20dB（30MHz～700MHz）             |
| EMI 特性             | ANSI 準拠                        |
| EMS 特性             | IEC 準拠                         |

照射する電磁波の周波数は、CS放送の中間周波数帯がおよそ 1GHz～2GHz の範囲であることと、従来の携帯電話が利用する周波数帯が 1.429～1.453GHz であり PHS が 1.8935～1.9196GHz であることを考慮して、1.35GHz～2GHz の範囲とした。電界強度については、補正データを用いてアンテナへの信号レベルを調整することにより、供試品近傍での値を 7V/m 前後に制御する一方で、供試品近傍（床面からの高さ 1.5m、アンテナからの距離 1.5m、供試品からの距離 20cm の所）に電界センサを設置して、実際の電界強度をモニタした。

照射電磁波により供試品に誘起されるノイズレベルの測定にはスペクトラム・アナライザ（アドバンテスト製 R3131）を使用した。スペクトラム・アナライザの分解能バンド幅及びビデオバンド幅はともに 100kHz に設定し、ピーク値検波、Max Hold 表示でデータを得た。以上、実験系の概要を図 2.1 に、また、測定系のノイズフロアを図 2.2 に示す。高い周波数側でノイズフロアが上昇傾向にあるが、これはプリアンプの利得が、周波数が高くなるにつれて低下傾向を示すことに起因している。