

論文

EMI 測定電波暗室の伝搬特性評価手法

小林 丈士*¹⁾ 五十嵐 美穂子*²⁾ 上野 武司*³⁾ 原本 欽朗*³⁾黒川 悟*⁴⁾ 飴谷 充隆*⁴⁾ 廣瀬 雅信*⁴⁾

Semi-anechoic chamber evaluation for Radiated emission measurement below 1GHz

Takeshi Kobayashi*¹⁾, Mihoko Igarashi*²⁾, Takeshi Ueno*³⁾, Yoshiaki Haramoto*³⁾,
Satoru Kurokawa*⁴⁾, Michitaka Ameya*⁴⁾, Masanobu Hirose*⁴⁾

This report describes the result of a radiation emission measurement in an anechoic chamber of 12 public test research laboratories and National Institute of Advanced Industrial Science and Technology in year of 2008 and 2009. The purpose is to improve the measurement techniques and the requested inspection.

The measurement was done to compare the measurement result caused by the structure of the anechoic chamber and the material of the absorber by the stuff of Tokyo Metropolitan Industrial Research Institute and other institute.

キーワード：電波暗室，電磁妨害，伝搬特性

Keywords : A semi-anechoic room, EMI, Propagation

1. はじめに

この報告では，平成 20 及び 21 年度に，（独）産業技術総合研究所（以下，産総研），公設試験研究機関 12 カ所（以下，公設試）及び大学とともに，各公設試所有の電波暗室における放射エミッション測定に関する調査・研究を行った結果について述べる。調査内容は，比較測定を行い，電波暗室の構造や吸収体の違いによって測定にどれぐらいの差が生じるかを測定し，各暗室における伝搬特性を評価したものである。この調査・研究では，産総研が中心となり行ったもので，測定等については当センター職員及び他の公設試の職員とともに実施した。これら相互比較測定を行うことで，公設試による依頼試験の高度化，および測定技術の向上を目指した。

2. 研究内容

2.1 EMI 測定電波暗室内の伝播特性測定手法の確立

産総研電磁界標準研究室と関東甲信越静岡の公設試との共同事業として実施した。20 年度については，30MHz～1GHz での電波暗室の伝播特性測定手法を主として行い，21 年度は，1GHz 超の周波数帯域での電波伝搬特性測定手法として，測定に影響する不要散乱を防止する光ファイバ技術を応用した電波測定法，電磁波のデジタル信号解析法を用いた評価手法，マイクロ波計測機器の精度管理法を確立する

*1) エレクトロニクスグループ

*2) 産業交流室

*3) 電子・機械グループ

*4) 独立行政法人 産業技術総合研究所計測標準研究部門

とともに標準アンテナを製作し，公設研による依頼試験の高度化や測定技術の向上を図るため，以下内容について実施した。

(1) 各公設研究機関の EMI 測定設備とマニュアル整備状況調査 産総研の地域イノベーションコーディネータによる調査票の作成と，作成調査票を基にした，地域イノベーションコーディネータ，公設試験研究機関担当者，産総研担当者の共同による現状確認と調査を実施した。表 1 に主な調査項目を，表 2 に全体の調査結果の概要を，表 3 に東京都の調査結果の概要を示す。これらの結果から，12 の公設試験研究機関すべての現状と今後の EMI 規格への対応の考え方を知ることができた。

表 1. 主なアンケート調査項目

No	項目
1	EMC 測定設備の状況
2	各公設試における運用方法
3	公設試間，企業，産総研等との連携
4	トレーサビリティに関する状況

表 2. 全体の調査結果の概要

No	項目
1	EMC 関連の担当者は多くても数名
2	3m 電波暗室とハイログアンテナが多い
3	依頼試験と機器利用
4	トレーサビリティは，メーカーに依頼が多い。
5	EMC 関連の講習会は多く行われている。
6	公設試間の連携の事例はいくつかある。
7	EMC 関連の規格の複雑さが問題との意見

表 3. 東京都の調査結果の概要

No	項目
1	3m 法電波暗室 (5 面)
2	マニュアル及び各種規格の概要が整備されている。
3	産総研を含む公設試間の連携有り
4	講習会は年 1 回実施

(2) 各公設研究機関管内の関連企業の EMI 規制対応状況とトレーサビリティ整備状況調査 地域イノベーションコーディネータによる企業に関する調査票の作成, 調査票を基にした, 地域イノベーションコーディネータ, 公設試験研究機関担当者, 産総研担当者の共同による現状確認と調査を実施した。表 4 に主な調査項目を挙げる。

表 4. 主な調査項目

No	項目
1	会社の概要
2	EMC 規制への対応状況と今後の考え方
3	EMC 関連のトレーサビリティとその対応状況
4	EMC 関連対応マニュアルなどの整備状況
5	公設試験研究機関の利用状況
6	現在困っていること等

調査結果については, ここでは割愛させていただくが, 「輸出の際に費用がかかりすぎる」との意見をいただいた。また, 最終的に, 12 の公設試験研究機関の所管する都県内の企業 10 社の現状と EMI 規格への対応の考え方をまとめることができた。

(3) 参加公設研究機関と産総研の共同による EMI 測定用広帯域アンテナの校正実験 この実験では, 産総研のオープンサイトで産総研の職員を中心に各公設試の職員が参加して行った。測定では, EMI 測定, 特にサイトアッテネーション測定に用いる広帯域アンテナである, バイコニカルアンテナとログペリオディックアンテナについて, 自由空間アンテナ係数の測定実験を実施した。図 1⁽¹⁾に測定状況の概要を示す。

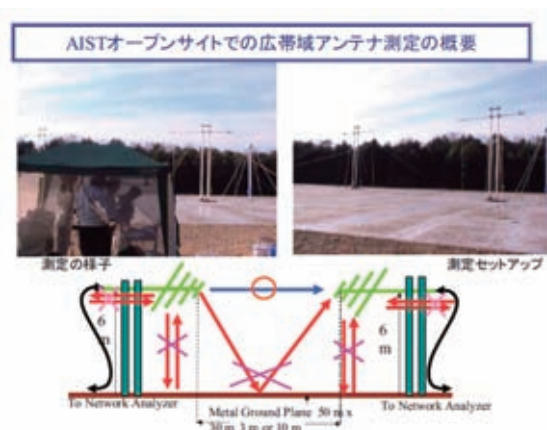


図 1. 測定状況の概要

ログペリオディックアンテナの一部については, 産総研の内部校正として実施し, 国家標準トレーサブルな校正を実施した。さらに, バイコニカルアンテナについては, 国家標準の整備と共に校正を実施したことにより, 実質的に国家標準トレーサブルな校正を実施することができた。なお, 公設研へのトレーサビリティ確立測定手法については, 産総研が開発した時間領域処理とパルス圧縮処理を組み合わせた 3 アンテナ法により, 地域イノベーションコーディネータ, 公設試験研究機関担当者, 産総研担当者の共同により実施した。

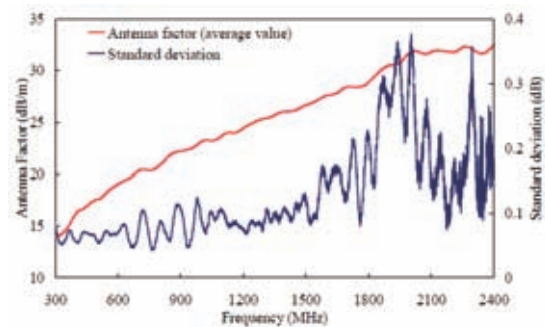


図 2. ログペリオディックアンテナの校正結果

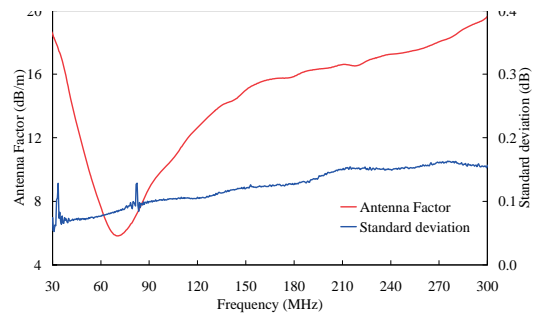


図 3. バイコニカルアンテナの校正結果

図 2⁽¹⁾, 図 3 にログペリオディックアンテナ, バイコニカルアンテナの校正結果をそれぞれ示す。今回のアンテナ係数の測定標準偏差は, ログペリオディックアンテナで 300 MHz ~ 1000 MHz で 0.15 dB 以下, バイコニカルアンテナで 30 MHz ~ 300 MHz で 0.16 dB 以下であった。なお, 産総研が所有する標準アンテナとしてのログペリオディックアンテナ, バイコニカルアンテナの校正不確かさはそれぞれ 0.5 dB (k=2), 0.3 dB~0.6 dB (k=2)である⁽⁵⁾⁽⁶⁾。

(4) 各公設研究機関+産総研の EMI 測定電波暗室のサイトアッテネーション共同測定 (30MHz~1GHz) とマニュアル作成 EMI 測定に用いる電波半無響室, オープンサイト等については, その特性の許容範囲を国際規格である CISPR16 において, サイトアッテネーション測定値として規定している。このため, 参加各公設研究機関でのサイトアッテネーション測定マニュアルを作成した。図 4 に測定時の概要について示す。

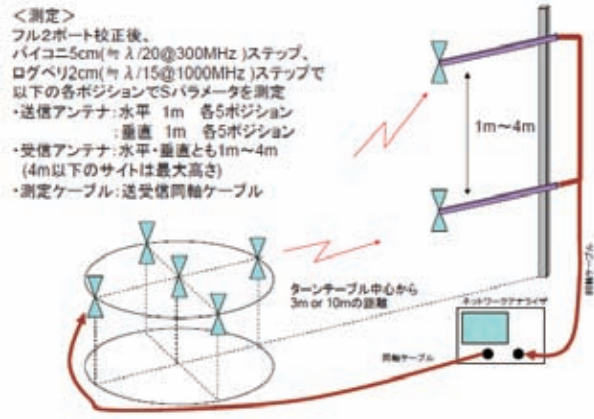


図4. 測定時の概要

さらに、作成したマニュアルに従ったサイトアッテネーション測定ラウンドロビン試験を産総研+12 公設研にて実施した。図5にログペリオディックアンテナを水平にしたときの産技研での測定した結果を示す。

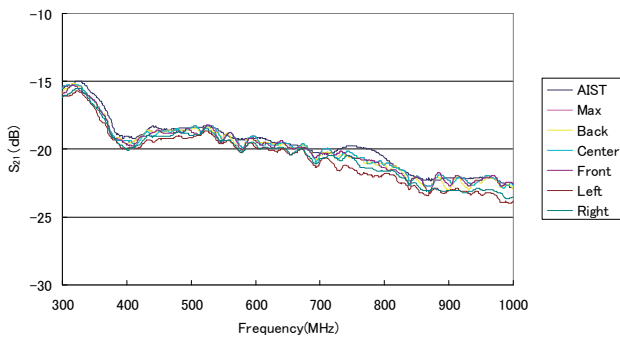


図5. 当センターでの測定した結果

(5) 1GHz 超 EMI 測定用の電波暗室評価測定法 (SVSWR 法) による各公設研究機関の EMI 測定電波暗室でのラウンドロビン測定プロトコルの検討 EMI 測定電波暗室は、これまで有効であった 1GHz 以下の EMI 規格用に整備されている。2010 年 10 月以降に新しく規格が有効となる 1GHz 超の EMI 規格については、各公設研究機関の電波暗室の特性評価を実施していない。また、1GHz 超の EMI 規格では、電波暗室の評価手法として SVSWR 測定法による評価を実施することが国際規格で求められている。そこで、SVSWR 測定マニュアルを検討し、産総研、栃木県、長野県、千葉県で SVSWR 測定を実施した。

(6) 各公設研究機関 EMI 測定電波暗室でのコムジェネレータによる EMI 測定とラウンドロビンプロトコルの検討

EMI 測定電波暗室は、各機関でその大きさや用いている吸収体等が同一でなく、測定結果に差が生じることが考えられる。各機関の電波暗室での測定結果を比較する方法として、同一の疑似被試験器 EUT を用いて EMI 測定を実施し、その結果を比較する方法が考えられる。そこで、小型バイコニカルアンテナとパルス発信機 (コムジェネレータ) を疑似 EUT として用いて、各公設試験研究機関で EMI 測定を

実施することにより、各機関の電波暗室の特性を比較する「コムジェネレータによる EMI 測定とラウンドロビン試験」プロトコル作成と測定を実施した。図6に産技研におけるプロトコルを示す。また、図7に産技研で測定した結果の例を示す。

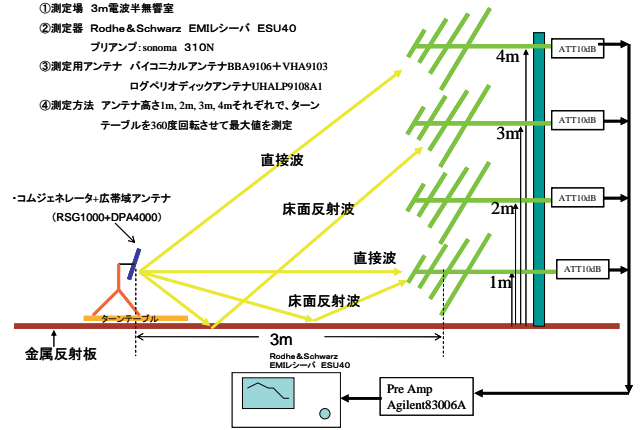


図6. 産技研におけるプロトコル

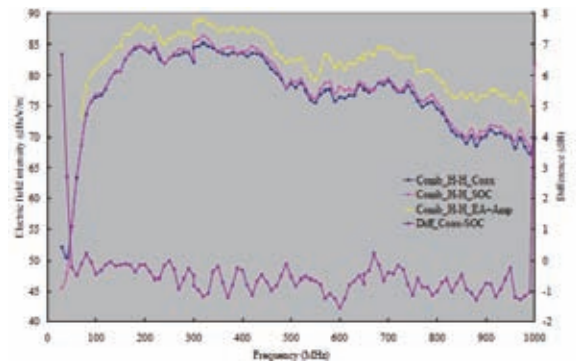


図7. 産技研で測定した結果

コムジェネ水平 - 受信アンテナ水平

図7は、コムジェネのアンテナ及び受信アンテナを水平にし、Coax は同軸ケーブル、SOC は光ファイバ、EA+App は光デバイスを用いて測定した結果である。同軸ケーブルと光ファイバを用いた結果の差は、2dB 程度であった。ただし、光デバイスを用いた場合は補正係数の関係で差が大きく見えている。図8に各公設試で測定した結果を示す。

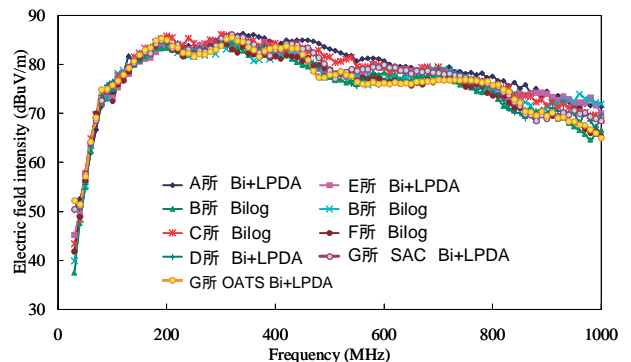


図8. 各公設試で測定した結果

コムジェネ水平-受信アンテナ水平

図8のAはオープンサイト、BからFは3m法電波暗室における測定結果である。試験結果から各公設研究機関での測定結果のみの比較となり、差の原因を特定することは困難であった。

(7) 光デバイスを用いた擬似 EUT とネットワークアナライザを用いた EMI 測定電波暗室評価手法の検討 (7)

コムジェネレータを模擬した発信機として、光デバイスを内蔵した擬似コムジェネレータとネットワークアナライザを用いた測定手法を開発した。この測定手法では、ネットワークアナライザによる位相を含めた測定結果を得ることが可能となり、タイムドメインでの評価が可能となった。図9に概要を、図10に産総研で測定した結果の例を示す。

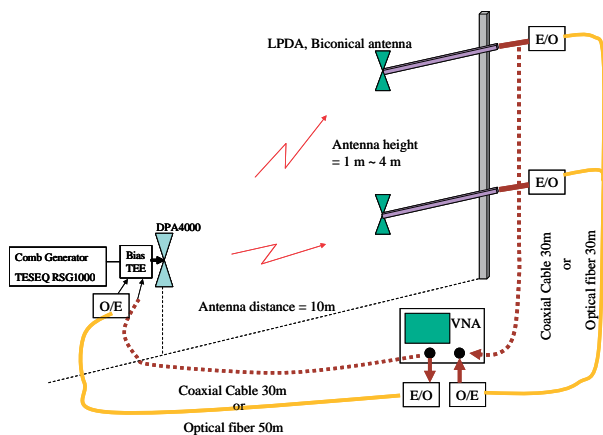


図9. VNAでのコムジェネシステム放射測定概念図

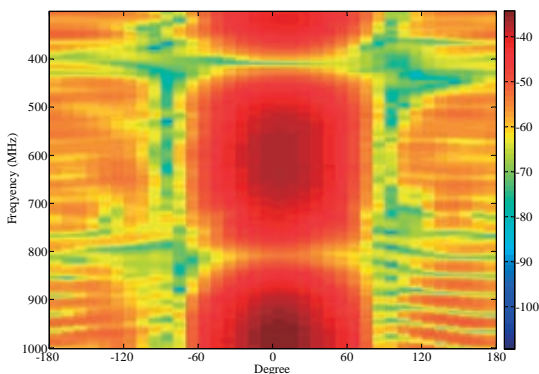


図10. 測定結果例 ($S_{21}(\omega)$ 放射パターン測定結果(水平偏波4m))

このことにより、各公設研究機関間での測定結果の差の原因をタイムドメインによる反射波の伝播遅延と受信レベルの評価が可能となった。なお、これらの測定手順を測定マニュアルとして作成した。さらに、この内容については、産総研が検討し実験を行ったものであるが、今後、各公設試での実験を検討しているため、概要のみを示した。

3. 考察とまとめ

コムジェネレータを用いたラウンドロビン試験を12の公設機関で実施した。

測定結果から、10m暗室の結果はおおむね±5dB以下で、3m暗室では、簡易サイトでの測定結果が壁からの反射波の影響と想定され、各機関の測定値の差が大きくなる傾向であった。

謝辞

この研究を通じて大変お世話になった公設試験研究機関の皆様方に、この場を借りて厚く御礼申し上げます。産総研をはじめ公設試験研究機関の暗室で、ともに測定を行うことで、広域関東圏の関係機関とのネットワークが構築できた。

参加機関 (公設試のみ)

- ①茨城県工業技術センター
- ②栃木県産業技術センター
- ③群馬県産業技術センター
- ④埼玉県産業技術総合センター
- ⑤千葉県産業支援技術研究所
- ⑥東葛テクノプラザ
- ⑦東京都立産業技術研究センター
- ⑧神奈川県産業技術センター
- ⑨新潟県工業技術総合研究所
- ⑩長野県工業技術総合センター
- ⑪山梨県工業技術センター
- ⑫静岡県工業技術研究所

(平成22年6月30日受付, 平成22年8月20日再受付)

文 献

- (1) H21 アンテナ校正マニュアル, H21EMI 測定電波暗室 SA 共同測定マニュアル, H20 コムジェネEMI 測定マニュアル, H21SVSWR 自動測定用ポジショニング装置を用いた SVSWR 測定マニュアル, H21 アンテナ校正マニュアル, H21 光コムジェネEMI 測定マニュアル, サイト伝搬解析装置利用マニュアル: 産業技術総合研究所 計測標準研究部門 電磁波計測科電磁界標準研究部門
- (2) 各公設研究機関の EMI 測定設備とマニュアル整備状況調査の概要: 地域イノベーション創出共同体形成事業 計量・計測分科会電磁環境評価研究会 コーディネータ 岩崎 俊
- (3) 参加公設研究機関と産総研による EMI 測定用広帯域アンテナの校正実験, EMI 測定電波暗室のサイトアッテネーション共同測定とラウンドロビン試験プロトコル作成, 各公設研究機関の EMI 測定電波暗室でもコムジェネレータによる EMI 測定とラウンドロビンプロトコルの検討: 地域イノベーション創出共同体形成事業 計量・計測分科会 電磁環境評価研究会.
- (4) コムジェネレータの EMI 測定ラウンドロビン試験実施結果, 公設研究機関調査会等, : 都立産業技術研究センター 小林、五十嵐、原本
- (5) S. Kurokawa, M. Hirose, K. Komiyama, "Measurement and Uncertainty Analysis of Free-Space Antenna Factors of a Log-Periodic Antenna Using Time-Domain Techniques," IEEE Trans. Instrum. Meas., vol. 58, no. 4, pp. 1120–1125, April 2009.
- (6) S. Kurokawa, M. Ameya, M. Hirose, "Time-domain Three Antenna Method for Biconical Antenna," in Proc. CP2010, 2010.
- (7) 黒川 悟, 飴谷 充隆, 廣瀬 雅信, "EMI 測定結果の光デバイスとネットワークアナライザによるタイムドメイン評価," 電子情報通信学会技術研究報告 ACT2009-9, Sept., 2009.
- (8) 黒川 悟, 飴谷 充隆, 廣瀬 雅信, "無バイアス光デバイスを用いた EMI 測定サイト評価," 電気学会計測研究会研究報告 IM-10-005, LAV-10-010, Feb., 2010.