

全電波無反射室の電磁妨害波測定方法 の検討結果報告

CISPRマルチメディア妨害波規格提案を検証

第D会場 セッションD1 13:00 ~ 14:00

技術委員会 マルチメディア機器の電磁妨害波に関する調査研究委員会

この調査研究は日本自転車振興会より総 事業費の半額補助を受けた自転車等機械工業事業に関する補助事業です。

KEIRIN



この事業は、競輪の補助金を受けて実施したものです。

マルチメディア機器の電磁妨害波に関する調査研究委員会委員名簿

(敬称略、平成17年3月現在)

委員長	田路 明	カシオ計算機(株)
副委員長	水野 重徳	(株)リコー
委員	青野 亨	東芝テック(株)
委員	木島 敏雄	オリンパス(株)
委員	杉山 治彦	キヤノン(株)
委員	鈴木 健	富士写真フイルム(株)
委員	平田 真幸	富士ゼロックス(株)
オブザーバー	林 清輝	(社)ビジネス機械・情報システム産業協会
事務局	漆田 茂雄	(社)ビジネス機械・情報システム産業協会

目次

- 1 . 調査研究の目的
- 2 . 電源ケーブルへのフェライトクランプ挿入による影響実験
- 3 . 複数の全電波無反射室(FAR)で、30MHz～1GHzにおける実機での測定比較実験
- 4 . 複数の全電波無反射室(FAR)で、1GHz～18GHzにおける模擬発信機での測定比較実験
- 5 . 複数の全電波無反射室(FAR)で、1GHz～18GHzにおける模擬発信機での測定結果の差異原因解析
- 6 . 反射箱で、1GHz～18GHzにおける模擬発信機での測定実験
- 7 . まとめ、今回の調査研究で分かったこと

1 . 調査研究の目的

CISPR 32:

**Electromagnetic compatibility (EMC) – Multimedia equipment -
Radio disturbance characteristics - Limits and methods of
measurement**

CISPR（国際無線障害特別委員会）から新に提案されているマルチメディア機器の妨害波規格草案の測定法について検証実験を行い、測定機器や測定条件などについて何が必要か検証する。

CISPR/I/187/CD

Date of circulation: **2006-03-17**

Closing date for comments: **2006-06-23**

Introductory note

This document has been prepared by CISPR I WG 2 and its task force. The document was prepared as an eventual replacement for multimedia equipment within the scope of CISPR 13 and 22. It is based on the current best practice for EMC measurements rather than being based directly on those standards.

The document has been prepared in accordance with the principle of equivalent protection of the radio spectrum rather than strict equivalence of test methods and results. As a result the reader familiar with CISPR 13 and CISPR 22 may not find all of the tests described in those two documents herein.

新規格の性格:

CISPR 13 と 22 の適用範囲を両方含む。この規格は、複数の測定法と許容値が厳密に等価より、基本的にな周波数帯の保護にしたがって作成されている。

テーマ : CISPR 13 と 22 の周波数帯の保護と等価か検証すること

CISPR 32: CISPR/I/187/CD: Annex B (Normative) Requirements for Class B Equipment 拔粹

Table B1, Enclosure Port

Apply one of the following requirements for the frequency range 30 MHz-1 GHz. Measurement of radiated disturbance.

Ref	Frequency Range	Limits	Basic Standard	Method	Test Setup Reference	Remarks								
1.1	30 MHz-230 MHz 230 MHz-1 GHz 30 MHz-230 MHz 230 MHz-1 GHz	40 dB μ V/m at 3m 47 dB μ V/m at 3m or 30 dB μ V/m at 10m 37 dB μ V/m at 10m Detector: Quasi Peak IF BW: 120kHz	CISPR 16	OATS or SAR Calibration defined in CISPR 16-1-4 Using the test processes defined in Annex E.	Annex D	The EUT dimensions shall be within the test volume as demonstrated during the NSA test site validation								
1.2	30 MHz-230 MHz 230 MHz-1 GHz 30 MHz-230 MHz 230 MHz-1 GHz 30 MHz-230 MHz 230 MHz-1 GHz	45-35 dB μ V/m at 3m 42 dB μ V/m at 3m or 40-30 dB μ V/m at 5m 37 dB μ V/m at 5m or 35-25 dB μ V/m at 10m 32 dB μ V/m at 10m Detector: Quasi Peak IF BW: 120kHz	CISPR 16	FAR Tested in accordance with CISPR 16-2-3 Calibrated in accordance with CISPR 16-1-4. Using the test processes defined in Annex E.	CISPR 16-2-3 Using the additional requirements in Annex D	This method is applicable to table top equipment only. There are limitations on the size of equipment that can be used at a given measurement distance. <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>Maximum EUT diameter and height of the test volume</th> <th>Measurement Distance</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">1.5m</td> <td style="text-align: center;">3m</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2.5m</td> <td style="text-align: center;">5m</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">5.0m</td> <td style="text-align: center;">10m</td> </tr> </tbody> </table> The limits presented are provisional until work with CISPR H is concluded.	Maximum EUT diameter and height of the test volume	Measurement Distance	1.5m	3m	2.5m	5m	5.0m	10m
Maximum EUT diameter and height of the test volume	Measurement Distance													
1.5m	3m													
2.5m	5m													
5.0m	10m													
1.3	30 MHz- 1 GHz	50dB (TV receivers)	Annex F	Shielding Effectiveness test	Annex F	Applicable only if a suitable signal was not applied during testing to 1.1 or 1.2. Only applicable to Audio and TV receivers.								

CISPR 32: CISPR/I/187/CD: Annex B (Normative) Requirements for Class B Equipment 拔粹

Table B1, Continued.

Apply the following requirements for the frequency range 1 GHz-6 GHz as described in Part 2, table 2. Measurement of radiated disturbance.

Ref	Frequency Range 1 GHz-6 GHz	Limits		Basic Standard	Method	Test Setup Reference	Remarks
1.4	1 GHz-3 GHz 3 GHz-6 GHz	Detector: Average IF BW: 1 MHz	Detector: Peak IF BW: 1 MHz	CISPR 16	FAR or OATS or SAR See note 6 Tested in accordance with CISPR 16-2-3 Calibrated in accordance with Clause 8, CISPR 16-1-4. Using the test processes defined in Annex E.	Annex D	*reference will be updated when CISPR A have completed there work..
		50 dB μ V/m at 3m 54 dB μ V/m at 3m	70 dB μ V/m at 3m 74 dB μ V/m at 3m				
1.5	1 GHz-3 GHz 3 GHz-6 GHz	Detector: Average IF BW: 1 MHz	Detector: Peak IF BW: 1 MHz	CISPR 16 IEC 61000-4-21	Using the test processes defined in IEC 61000-4-21.	IEC 61000-4-21	
		50 dB μ V/m at 3m 54 dB μ V/m at 3m	70 dB μ V/m at 3m 74 dB μ V/m at 3m				

Notes:

1. Where a limit is not flat over a given frequency range, it changes linearly with the respect to logarithm of the frequency.
2. Where there is a step in the relevant limit, the lowest value shall be applied at the transition frequency.
3. If different detectors have been specified, the EUT shall be assessed using all relevant detectors against the appropriate limit. This process can be minimised by use of the decision tree defined in figure E2.
4. The EUT is deemed to fully comply with the enclosure requirements when it has been assessed at only one of the specified measurement distances.
5. These requirements exclude the local oscillator fundamental and harmonics from analogue tuners. See table 3 for the limits.
6. For SAR/OATS measurements above 1GHz, a free space environment shall be used, see CISPR22

9. Compliance with this standard

Where this standard provides a choice of methods to assess any particular port in the same frequency range, the EUT is deemed to fully comply with the requirements of this standard if it meets the requirements of any one method.

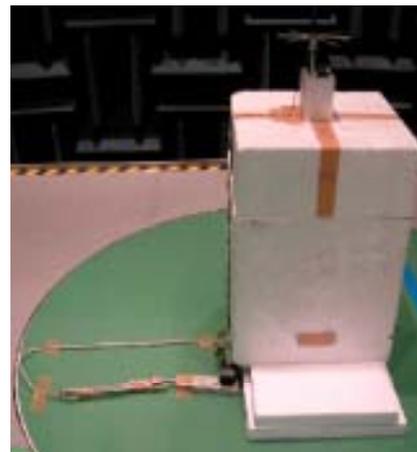
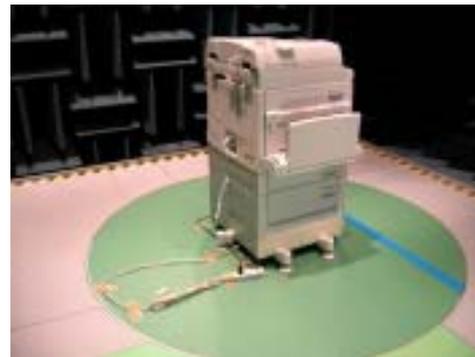
There is a possibility that equipment found to be compliant using one measurement method defined in this standard may exceed the appropriate limit if measured against a different measurement method defined in this standard. Such equipment is deemed to be in compliance with this standard.

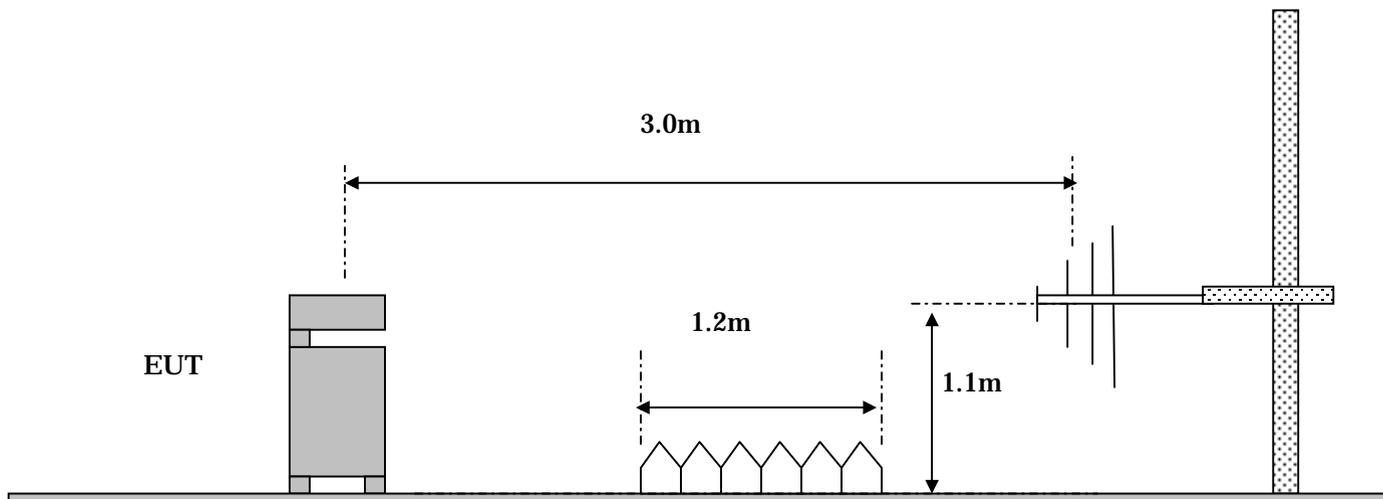
9. この規格の適合

この規格の規定の評価方法を同じ周波数帯で選んだ場合、それがどんな1つの評価方法でも要求条件を満足するなら、EUTは完全にこの規格の必要条件に完全に適合していると判定される。

この規格で定義された一つの測定法で適合していても、該当の許容値を超過していることを、この規格で定義された異なった測定方法で評価されて気付く可能性がある。このような機器でもこの規格に適合していると判定する。

フェライトクランプの挿入と未挿入配置

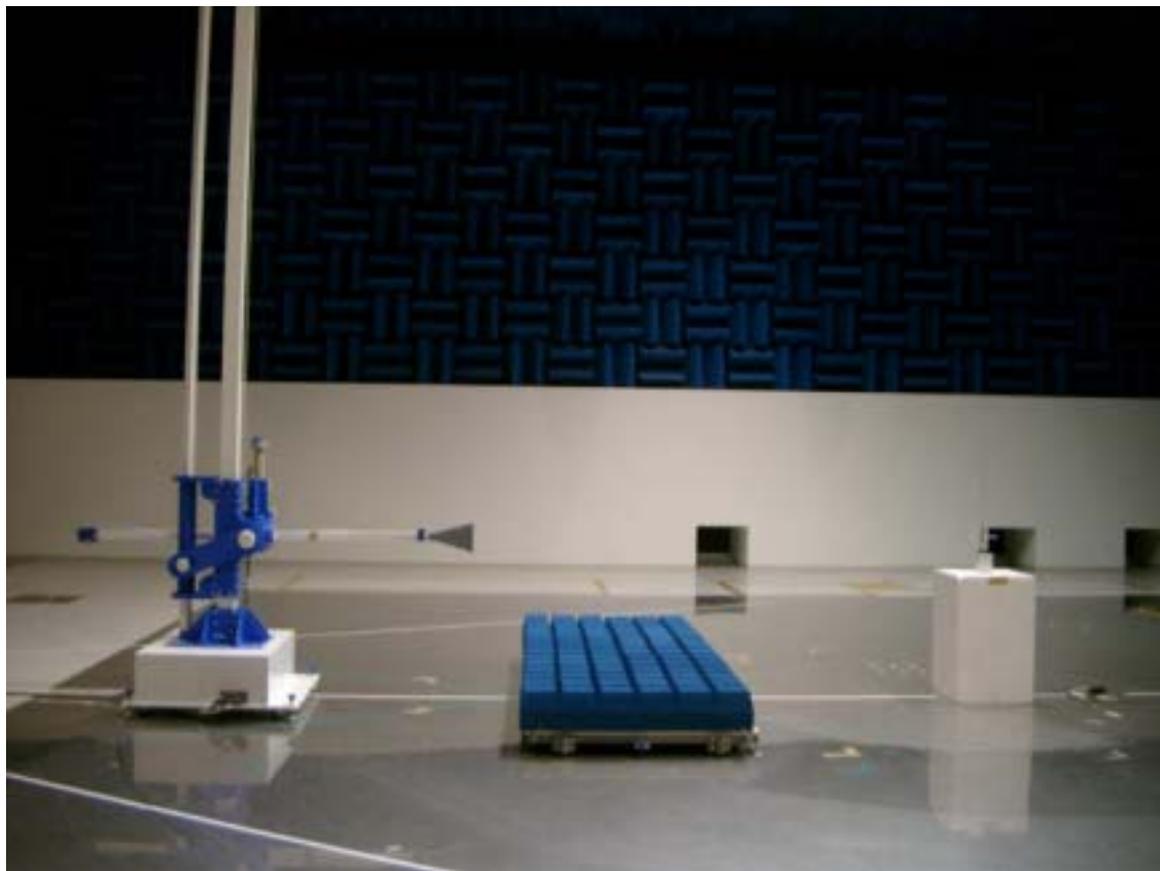




SFARにおける床置型PPC測定配置



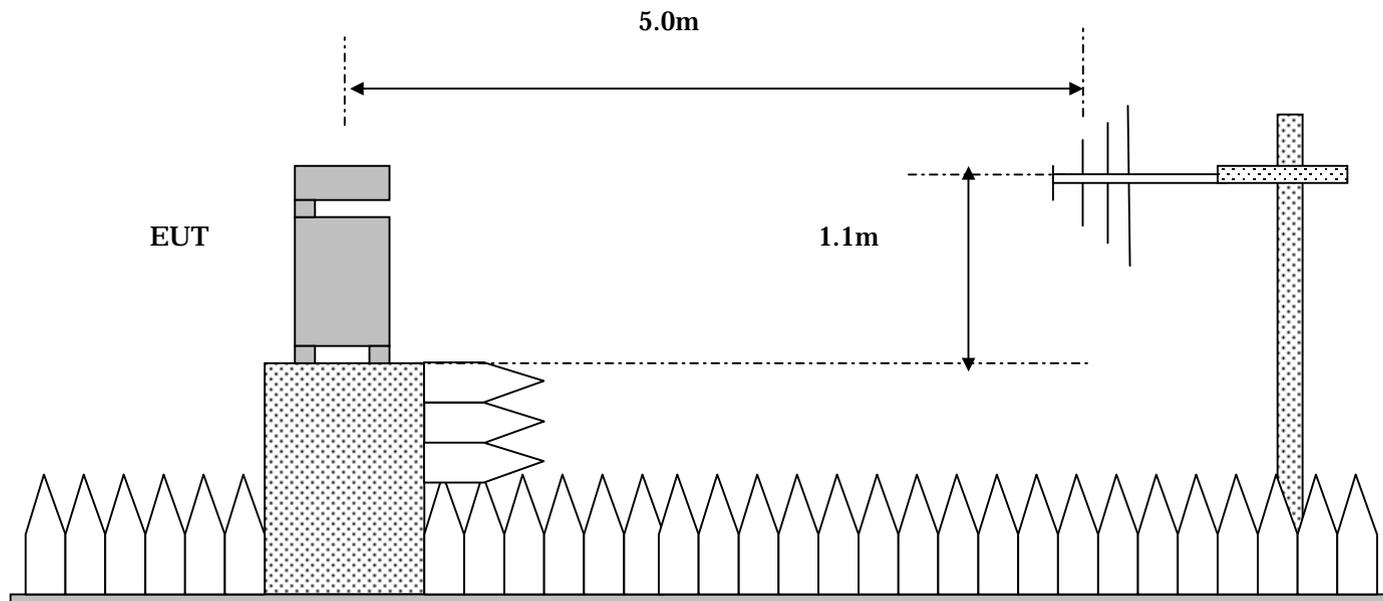
EUT:床置型複写機(床置型PPC)の写真



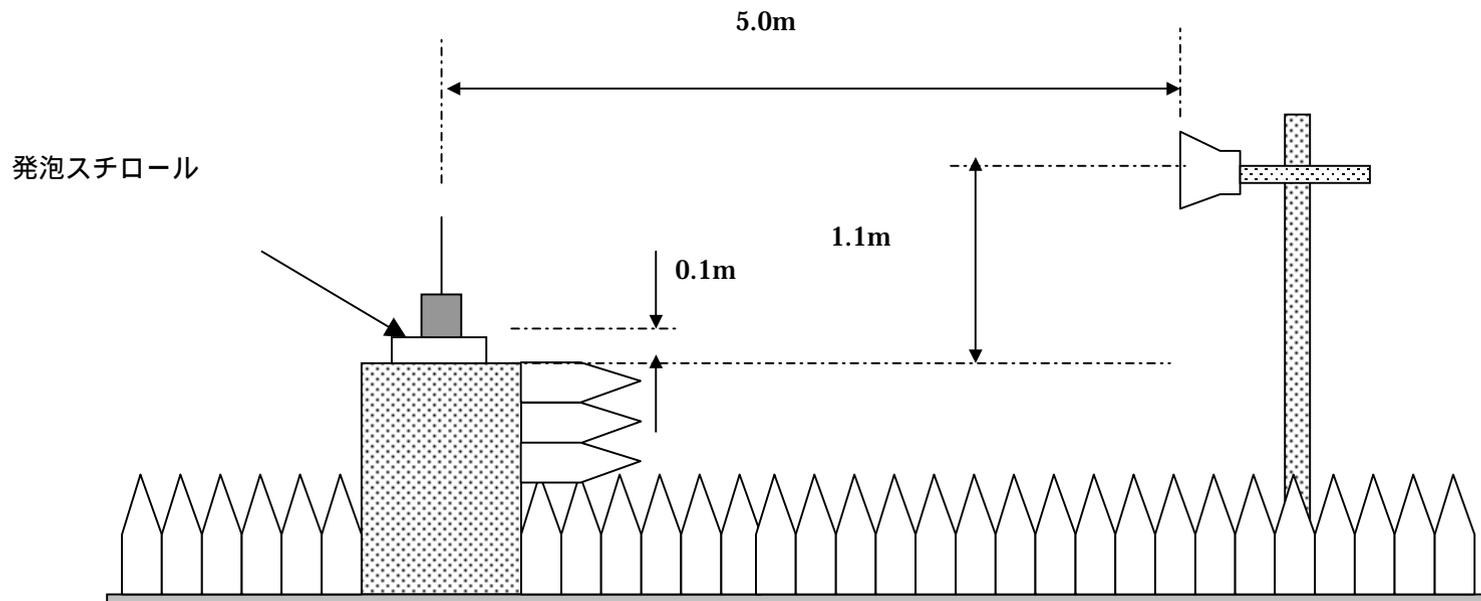
簡易全無響電波暗室を、この報告書で仮に
Semi Fully Anechoic Room "SFAR"と呼び
その写真 (試験所C)

JBMIA FORUM 2006

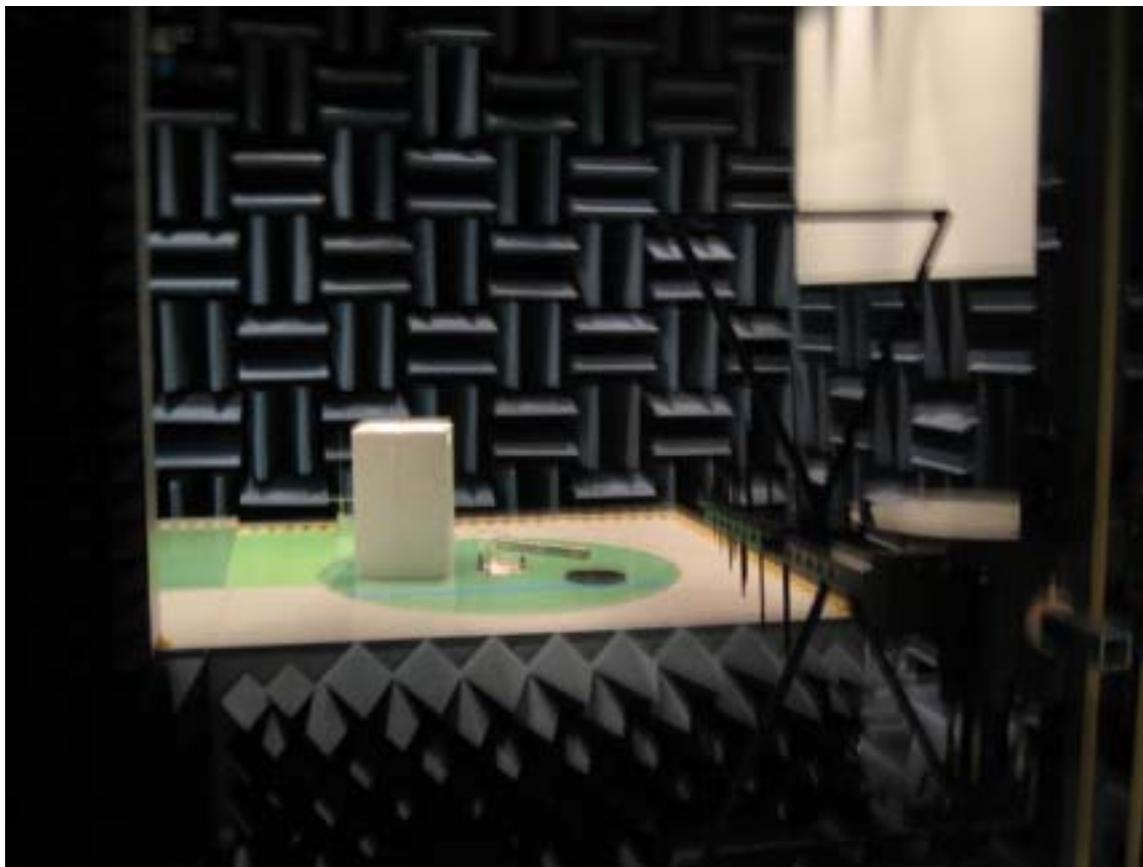




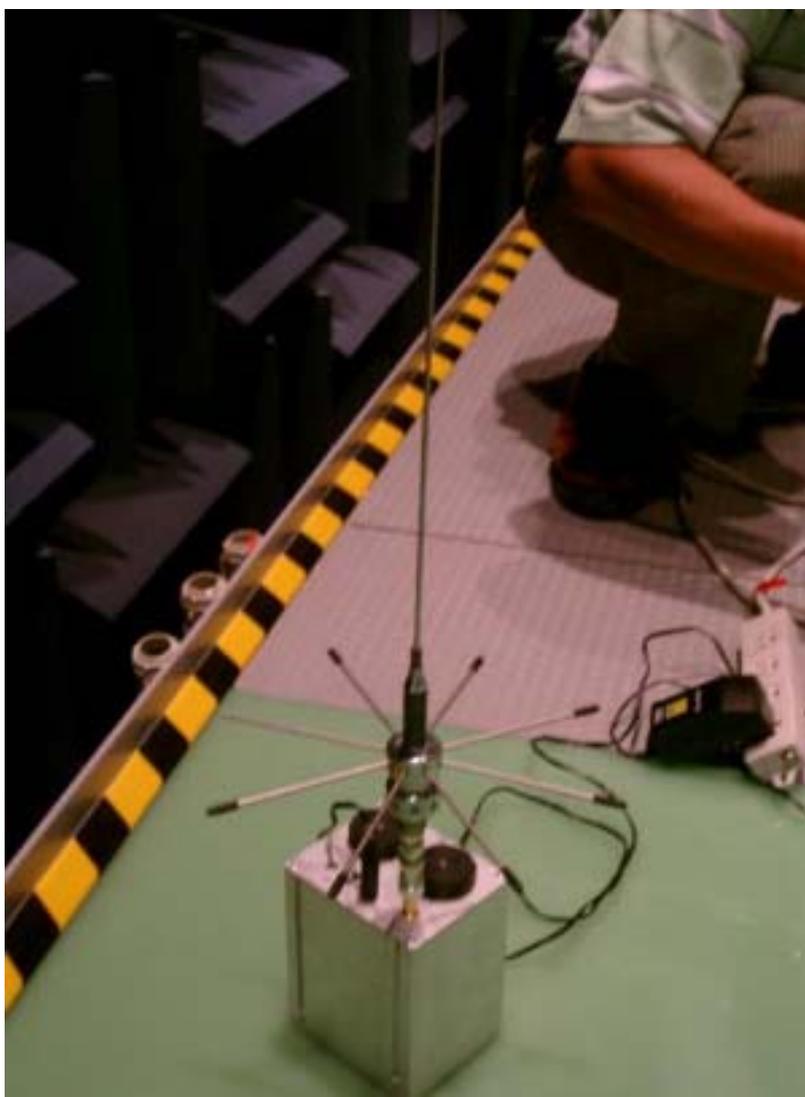
FARにおける床置型PPC測定配置



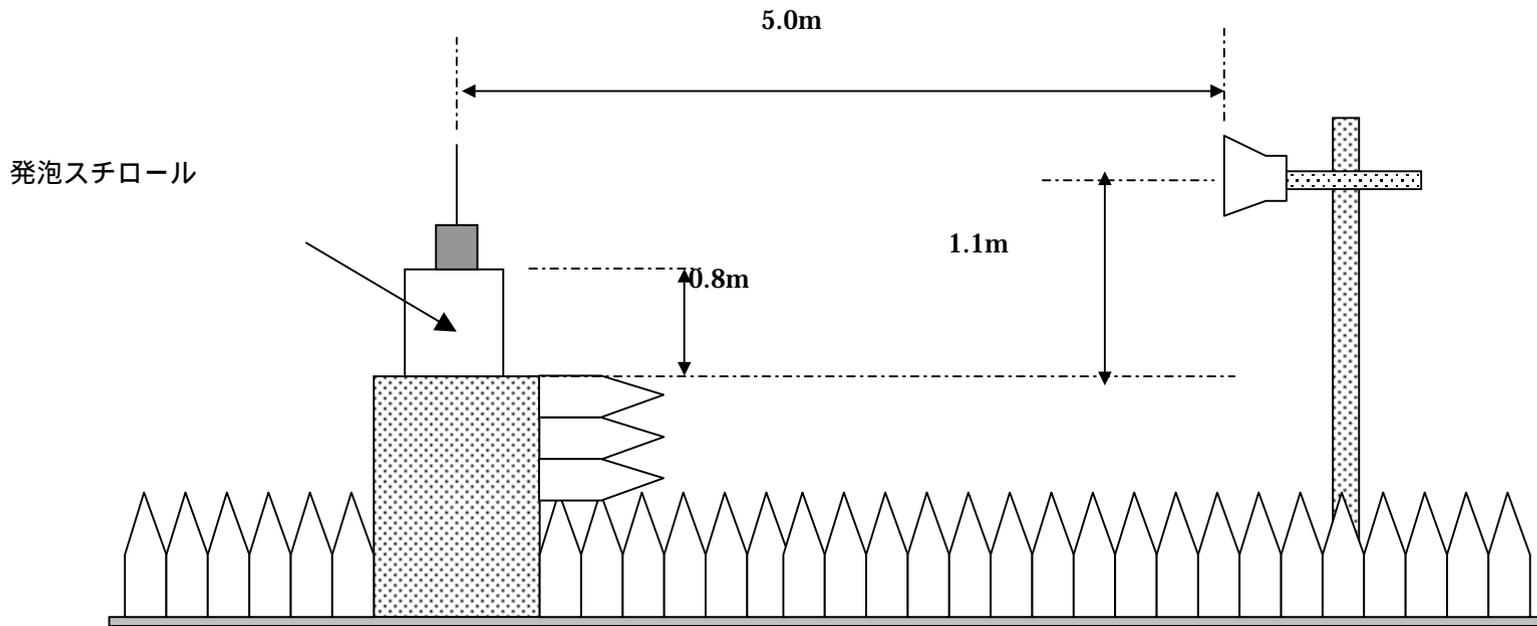
FARにおけるコムジェネ0.1m高の測定配置



全無響電波暗室(FAR: Fully Anechoic Room)の写真
試験所B



ディスコーンアンテナ付標準発信器
(コムジェネレータ)の写真



FARにおけるコムジェネ0.8m高の測定配置

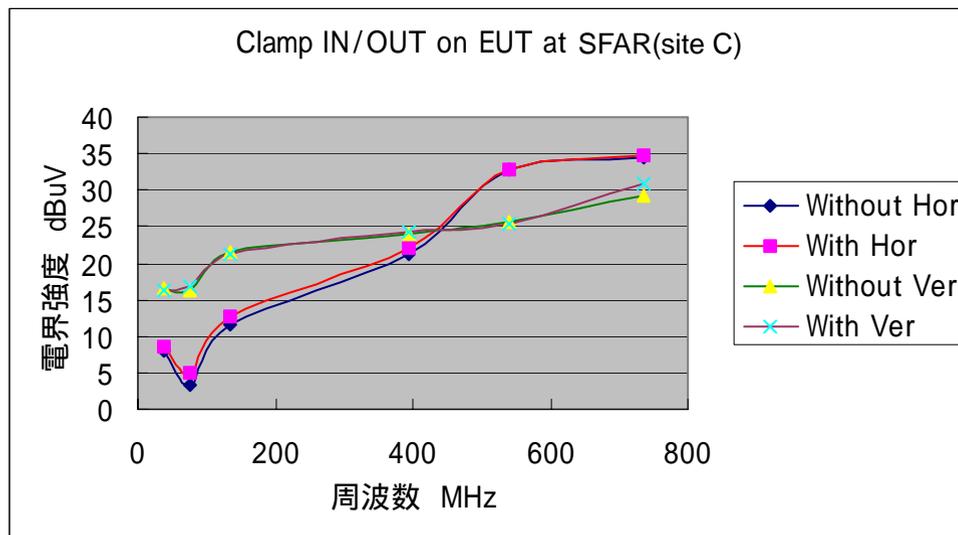


図 A9
SFARにおける1GHz以下のフェライトクランプ有無比較

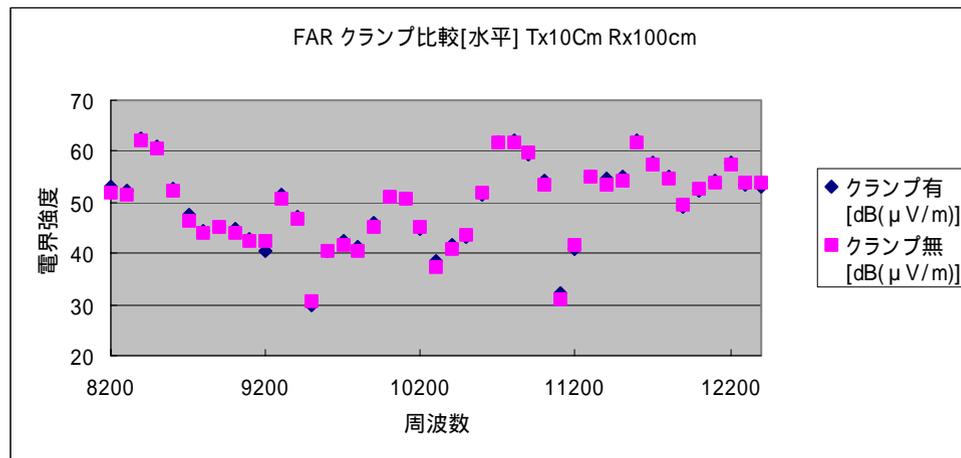
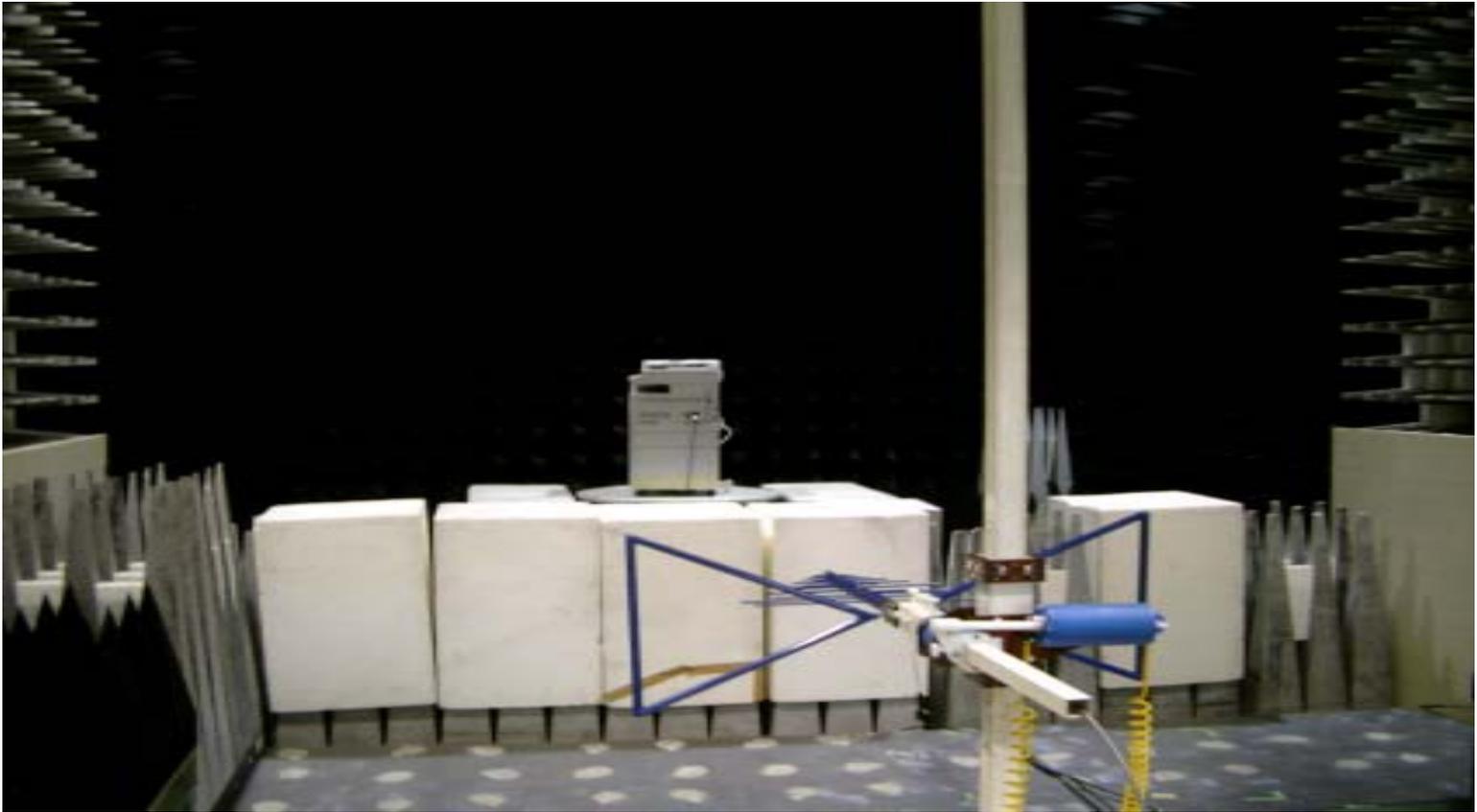


図 A12
FARにおける1GHz以上のフェライトクランプ有無比較

3 . 複数の全電波無反射室(FAR)で、30MHz～1GHzにおける実機での測定比較実験

試験場所	アンテナ距離	アンテナ高さ	EUT
FAR (試験所A)	5.0m	0.5m	床置型PPC
FAR (試験所B)	5.0m	1.1m	床置型PPC
SFAR (試験所C)	3.0m	1.1m	床置型PPC



試験所A (FAR 5m距離)

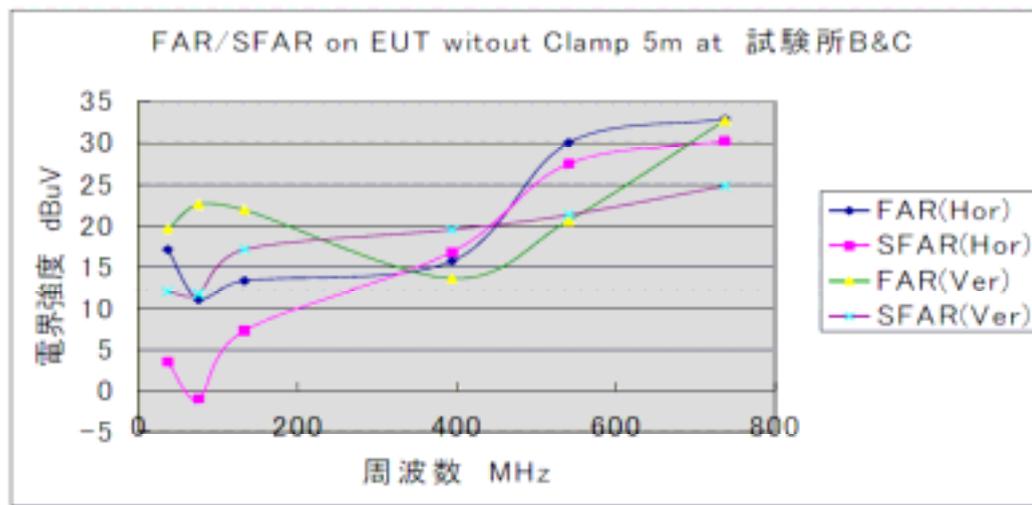


図5-6 EUTを用いたQPデータ比較 (FARとSFAR)

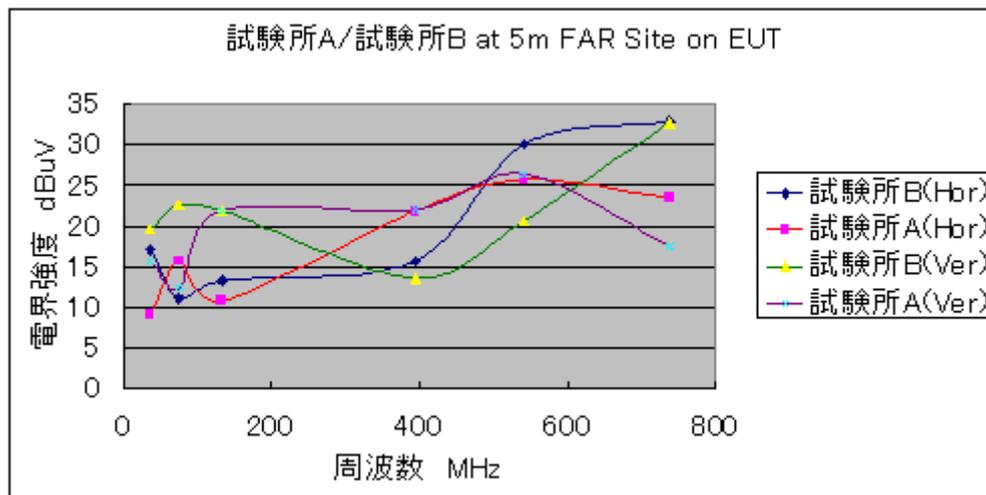
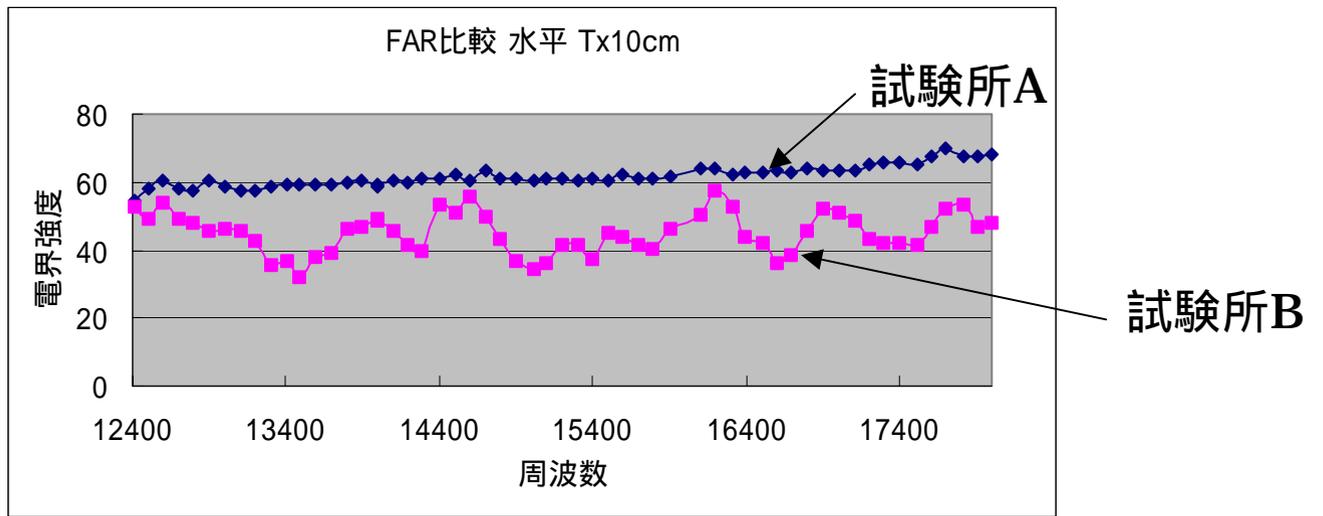


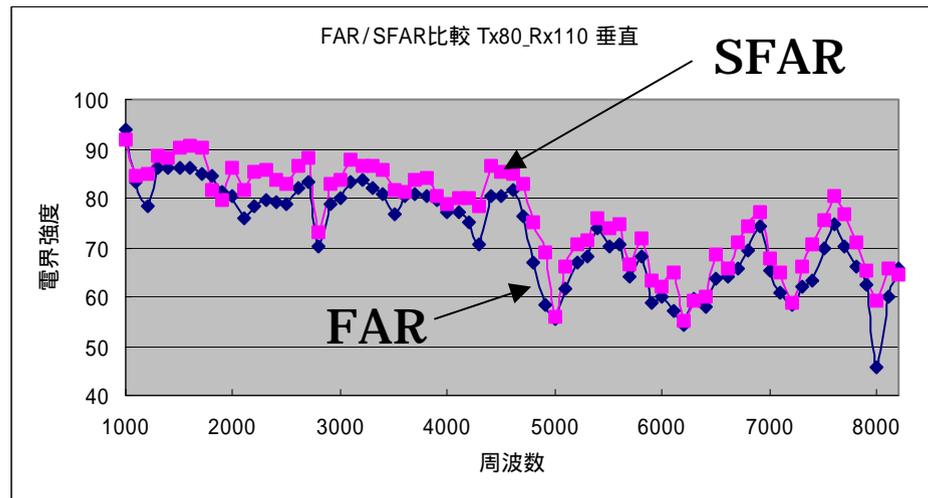
図5-7 EUTを用いたQPデータ比較 (FAR同士)

4 . 複数の全電波無反射室(FAR)で、 1GHz ~ 18GHzにおける模擬発信機での測定比較実験

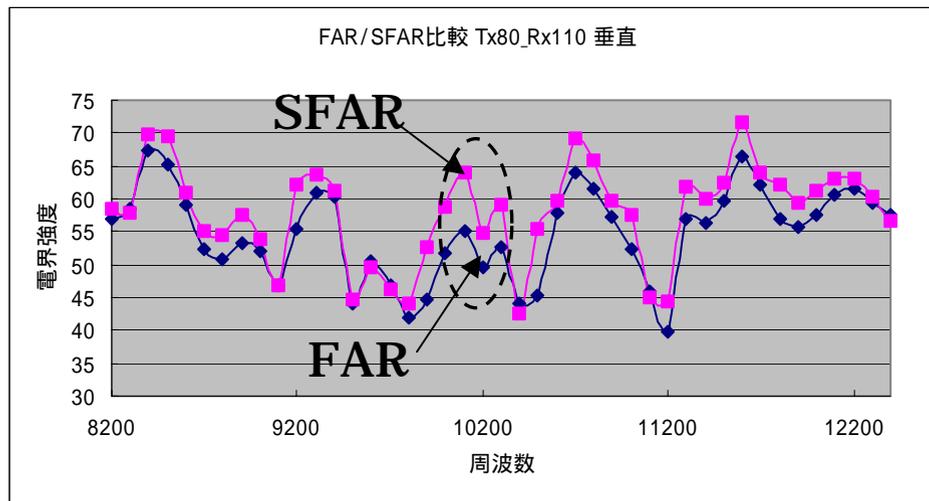
試験場所	アンテナ距離	アンテナ高	EUT	EUT高	備考
FAR (試験所A)	5.0m	1.0m	コムジェネ	0.1m	床置型機器を模擬
FAR (試験所A)	5.0m	1.1m	コムジェネ	0.8m	卓上型機器を模擬
FAR (試験所B)	5.0m	1.0m	コムジェネ	0.1m	床置型機器を模擬
FAR (試験所B)	5.0m	1.1m	コムジェネ	0.8m	卓上型機器を模擬
FAR (試験所B)	3.0m	1.0m	コムジェネ	0.1m	床置型機器を模擬
FAR (試験所B)	3.0m	1.1m	コムジェネ	0.8m	卓上型機器を模擬
SFAR (試験所C)	3.0m	1.0m	コムジェネ	0.1m	床置型機器を模擬
SFAR (試験所C)	3.0m	1.1m	コムジェネ	0.8m	卓上型機器を模擬



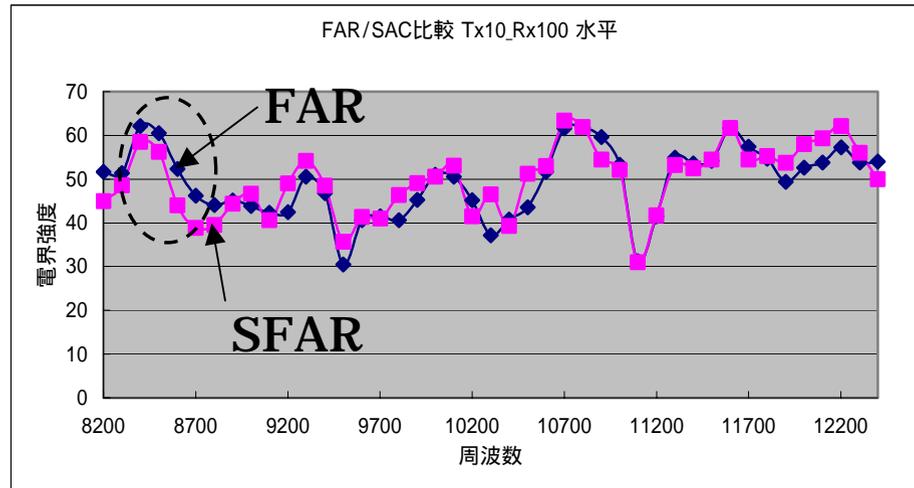
ダイナミックレンジの差による試験所間データ差異の例



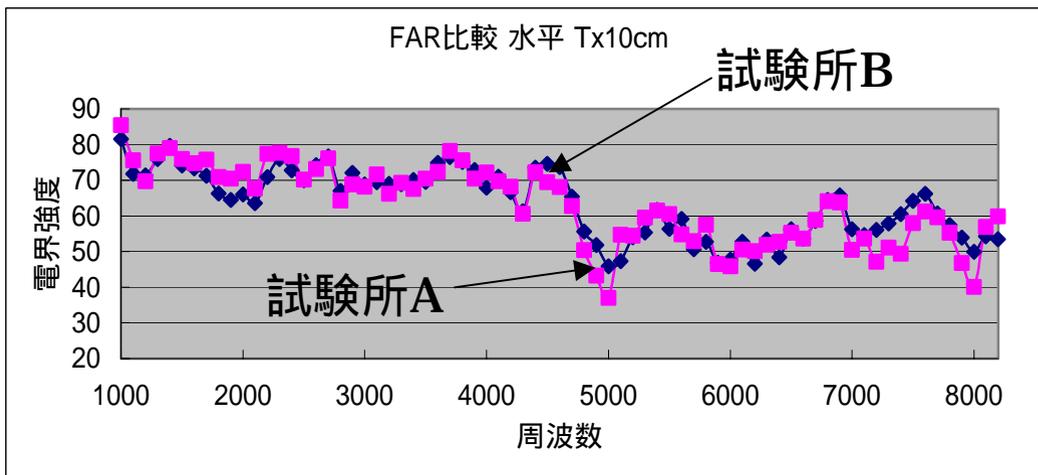
卓上模擬時のSFARとFARの測定比較例1



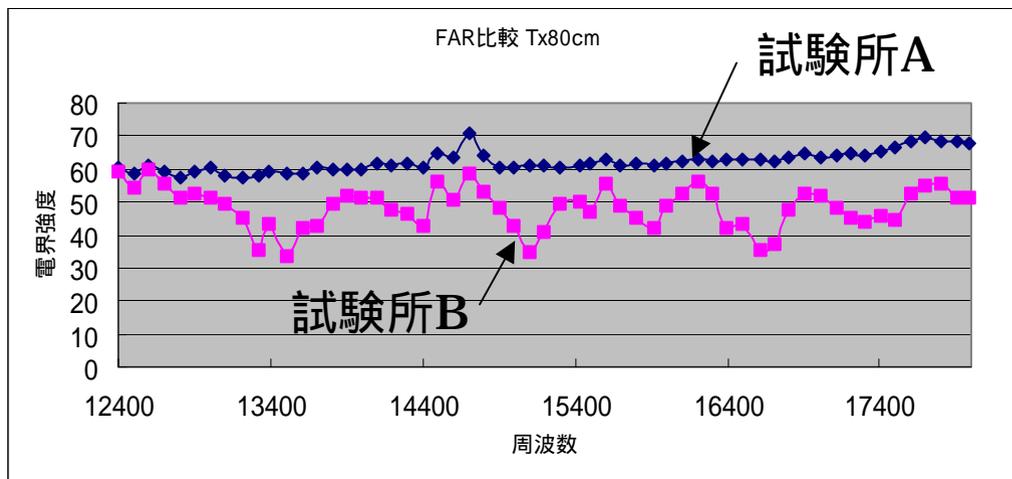
卓上模擬時のSFARとFARの測定比較例2



床上模擬時のSFARとFARの測定比較例 1

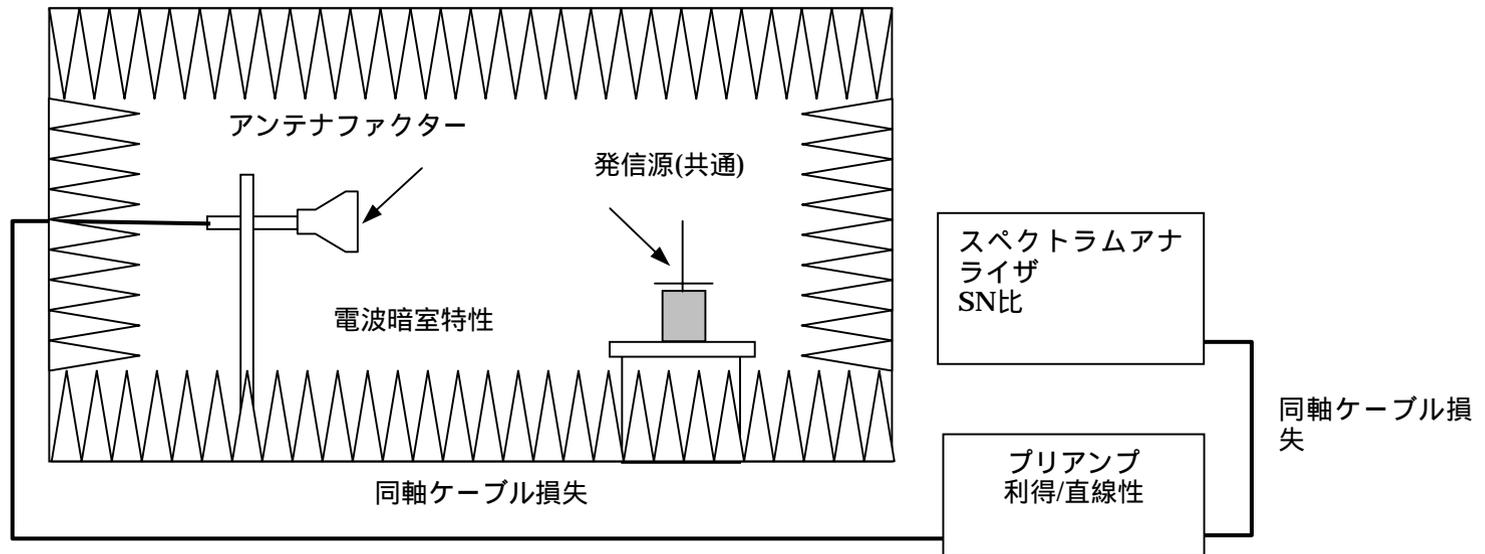


床上模擬時のFAR同士の測定比較例(類似データの例)



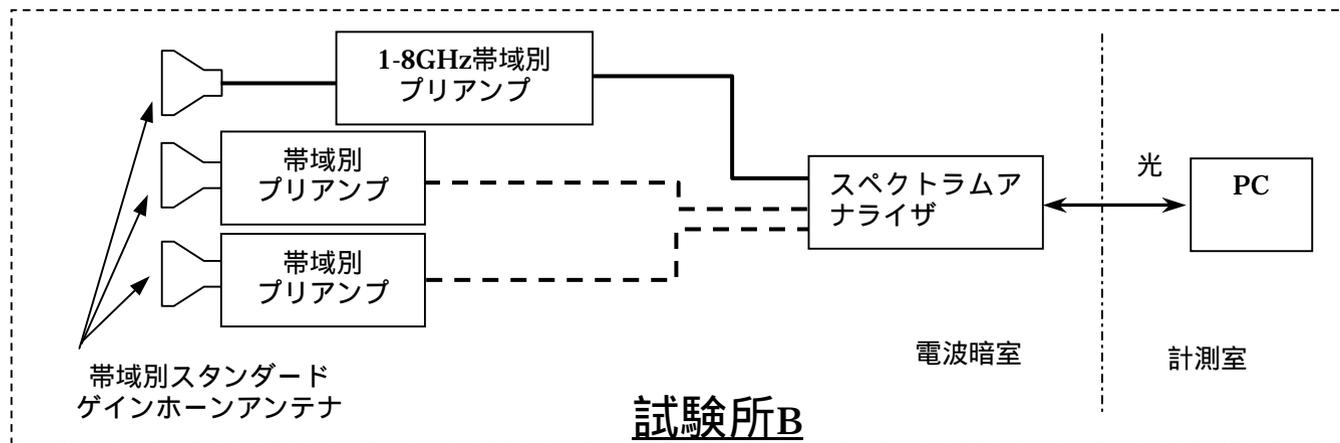
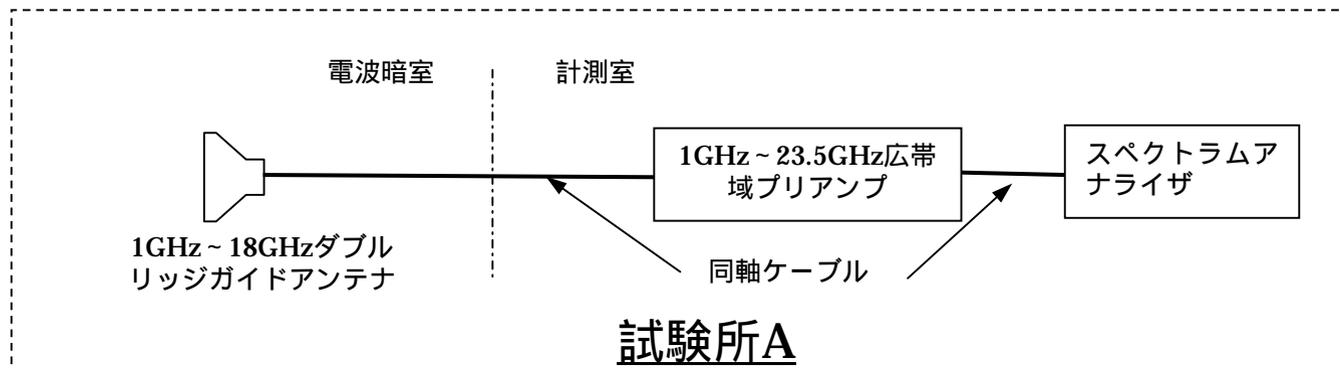
床上模擬時のFAR同士の測定比較例(ダイナミックレンジ問題の例)

5 . 複数の全電波無反射室(FAR)で、1GHz～18GHzにおける模擬発信機での測定結果の差異原因解析



データ差異要因解析の要素

1. 計測システムのダイナミックレンジ

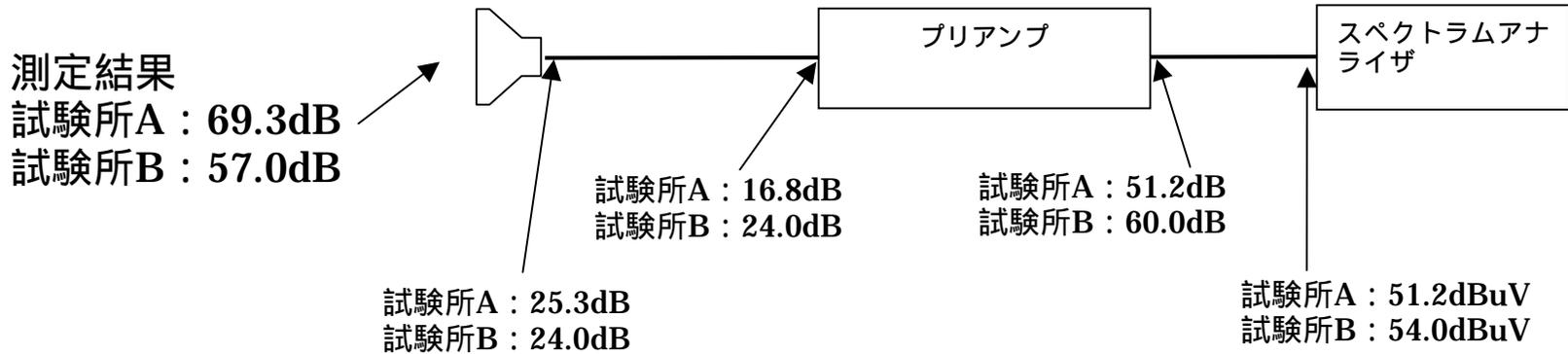


試験所A、Bの試験システム構成

* 印：ケーブルロスおよびアンプゲインは、アンテナ一体型のためにアンテナファクターに全て含まれている

	周波数	アンテナ ファクター	ケーブルロス	アンプゲイン	アンプ入力段 までの損失
試験所 A	1GHz	- 27.6 dB	- 1.9 dB	36.0 dB	-29.5 dB
	5GHz	- 35.8 dB	- 4.3 dB	38.3 dB	-40.1 dB
	10GHz	- 39.4 dB	- 6.0 dB	36.4 dB	-45.4 dB
	18GHz	- 43.8 dB	- 8.7 dB	33.8 dB	-52.5 dB
試験所 B	1GHz	- 25.6 dB	- 4.5 dB	44.3 dB	-30.1 dB
	5GHz	- 29.3 dB	- 6.0 dB	42.9 dB	-35.3 dB
	10GHz	4.3 dB *	- *	- *	4.3 dB
	18GHz	- 4.1 dB *	- *	- *	-4.1 dB

試験所毎のシステム信号伝送損失



周波数17.7GHzにおける観測点毎の測定値類推

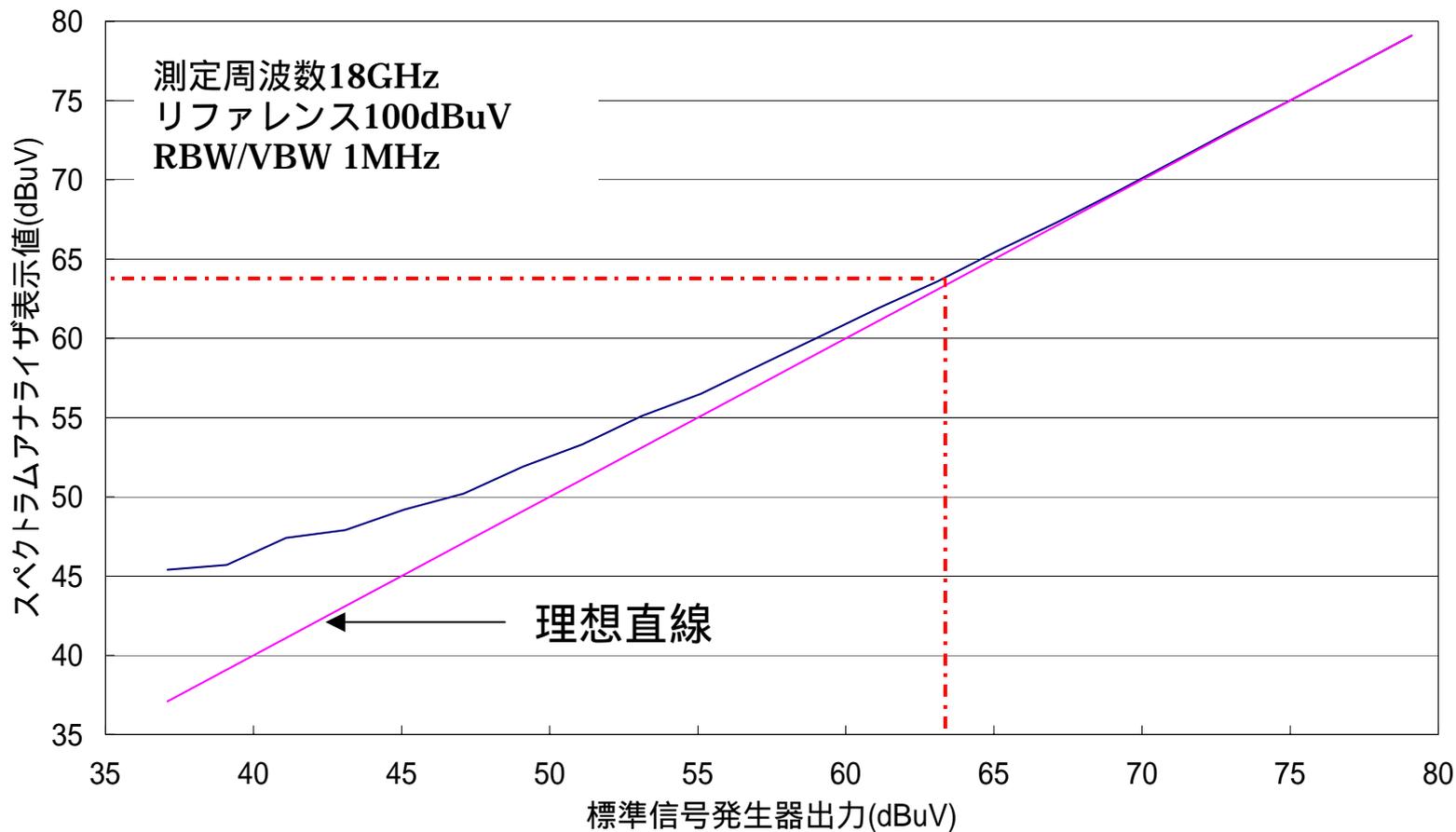
2 . スペクトラムアナライザの測定条件と測定結果

リファレンスレベル	周波数スパン	RBW/VBW	ノイズフロアレベ
100dBuV	2MHz	1MHz	45dBuV
		120kHz	34dBuV
		10kHz	23dBuV
80dBuV	2MHz	1MHz	39 dBuV
		120kHz	28 dBuV
		10kHz	18 dBuV

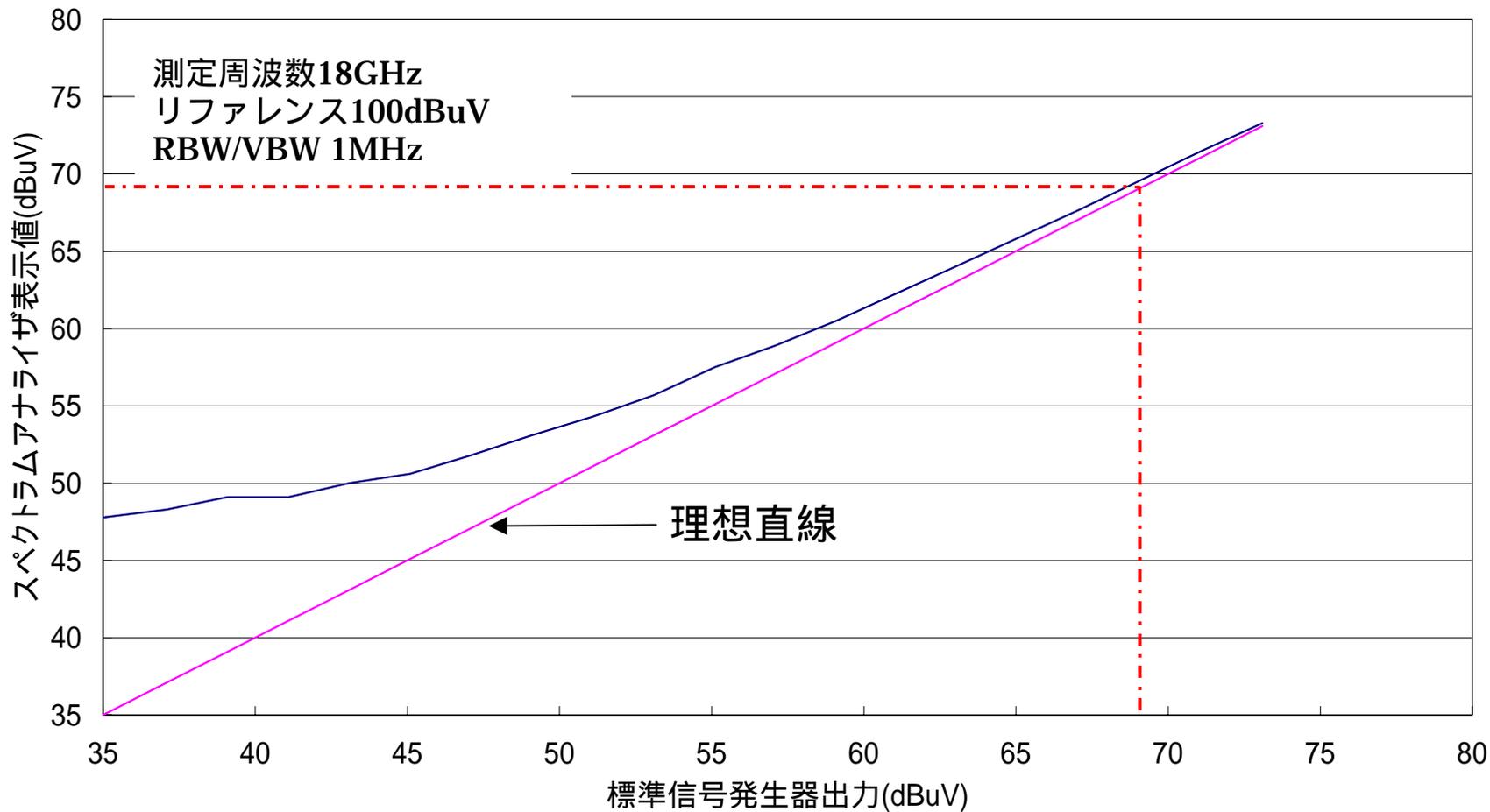
リファレンスレベルと検波幅差によるノイズフロアレベルの

リファレンスレベル	周波数スパン	RBW/VBW	ノイズフロアレベル
100dBuV	1GHz ~ 2GHz	1MHz	43 dBuV
		120kHz	36 dBuV
	1GHz ~ 4GHz	1MHz	45 dBuV
		1MHz	37 dBuV
	17GHz ~ 18GHz	1MHz	43 dBuV
		120kHz	35 dBuV
	14GHz ~ 18GHz	1MHz	45 dBuV
		120kHz	37 dBuV

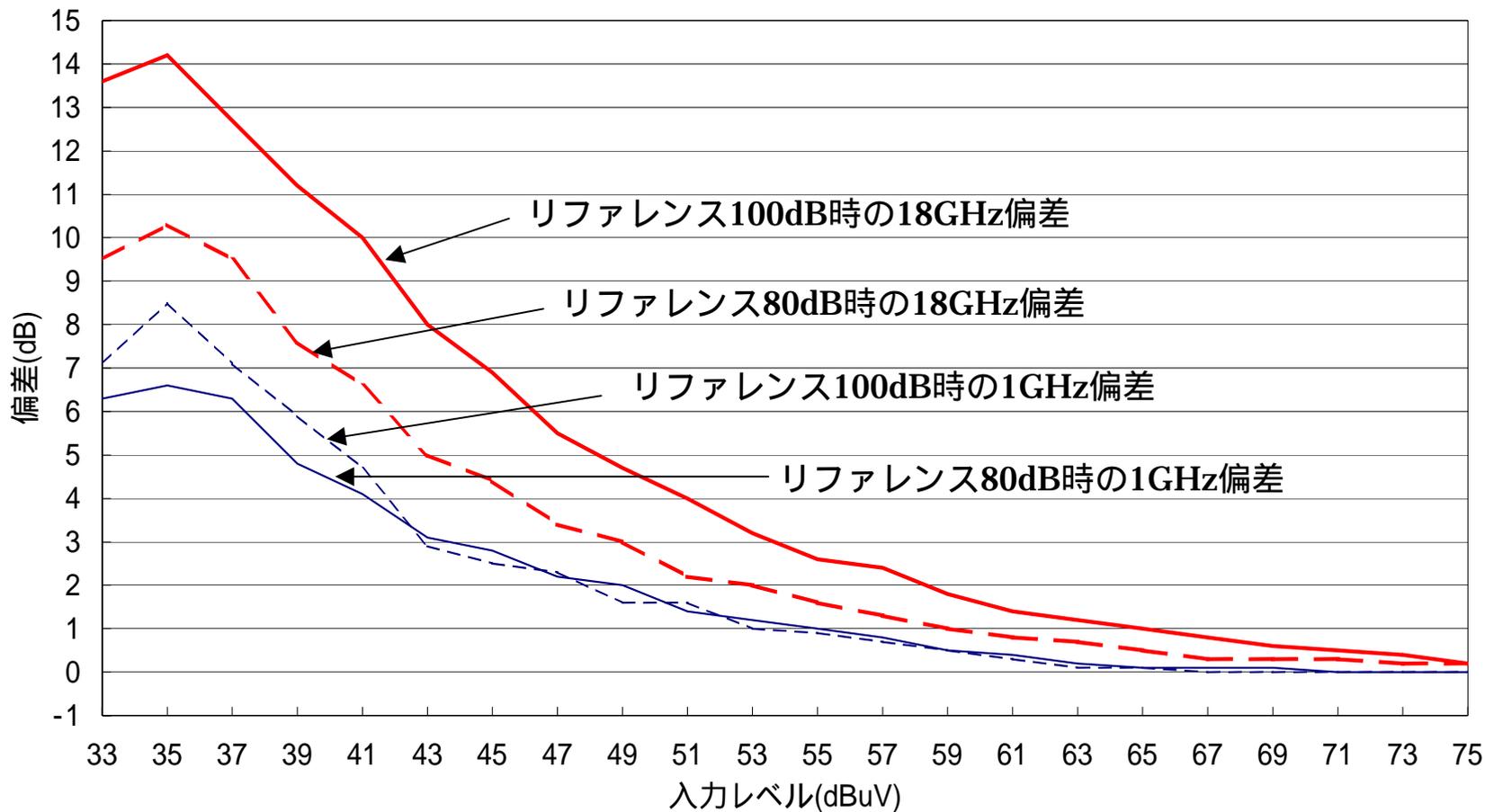
周波数スパンと検波幅差によるノイズフロアレベルの変化



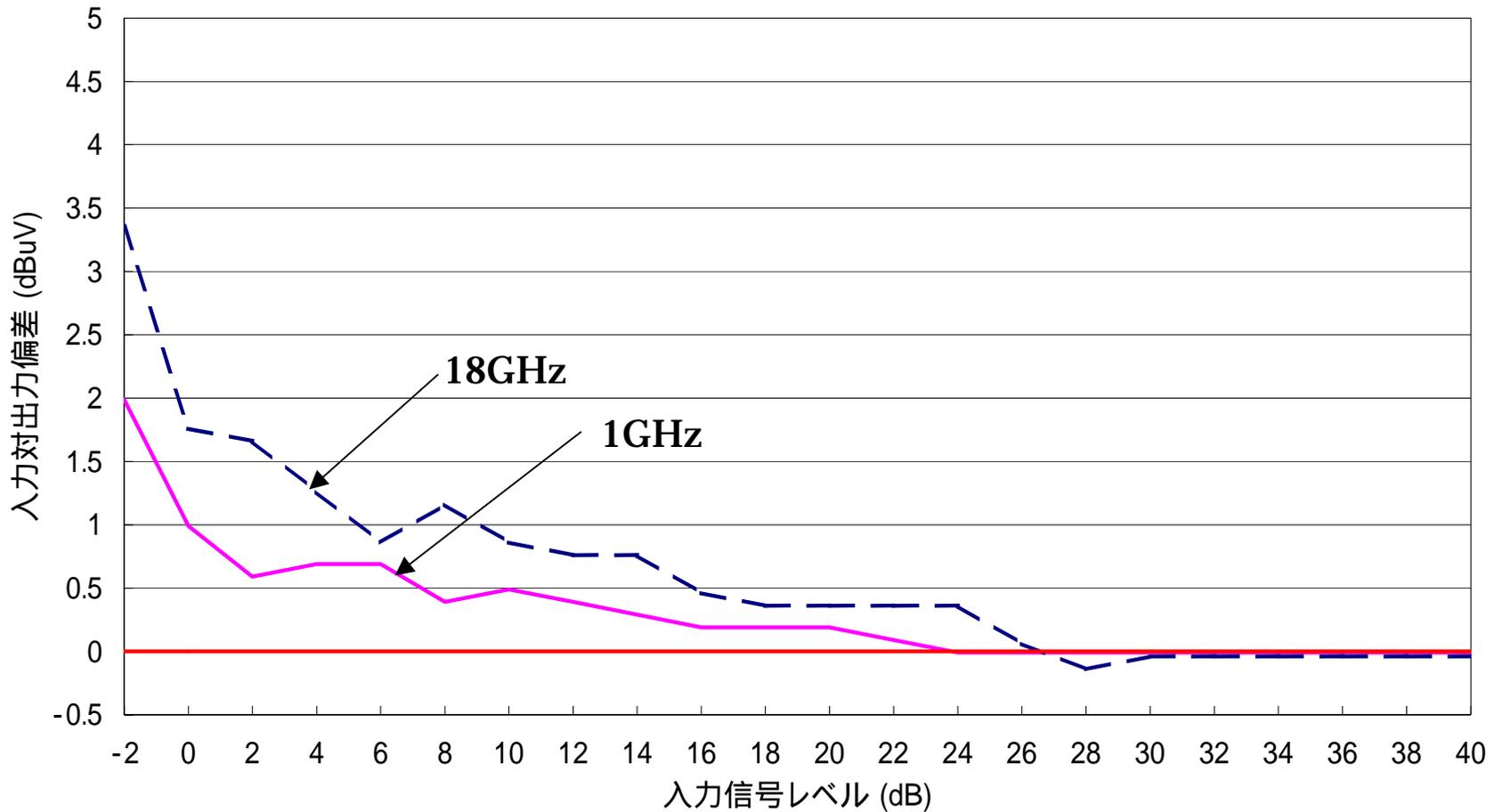
1GHzにおけるスペクトラムアナライザ入力対出力グラフ



18GHzにおけるスペクトラムアナライザ入力対出力グラフ



スペアナリファレンスレベル差によるデータ表示値の差



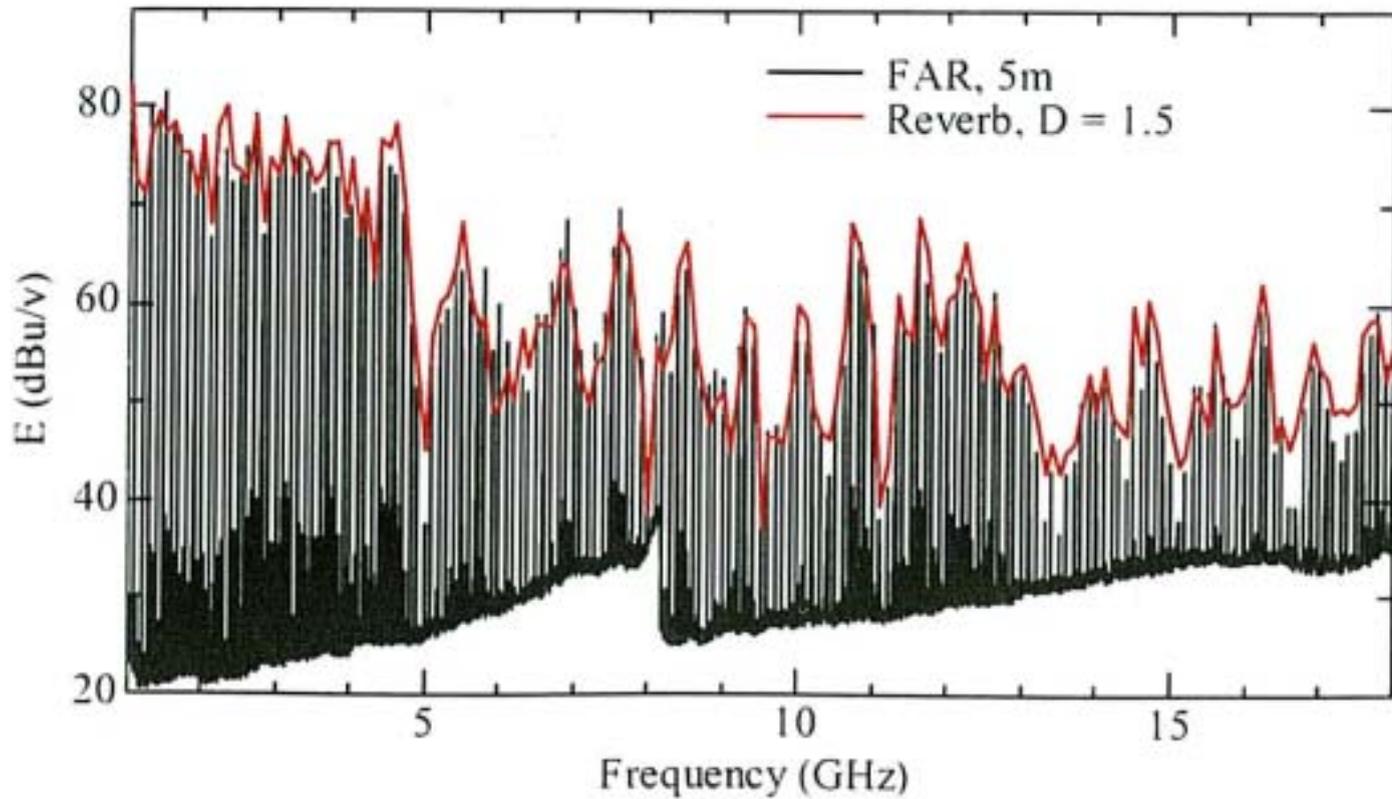
試験所Aと同一型式広帯域プリアンプ直線性

6 . 反射箱で、1GHz～18GHzにおける模擬発信機での測定実験

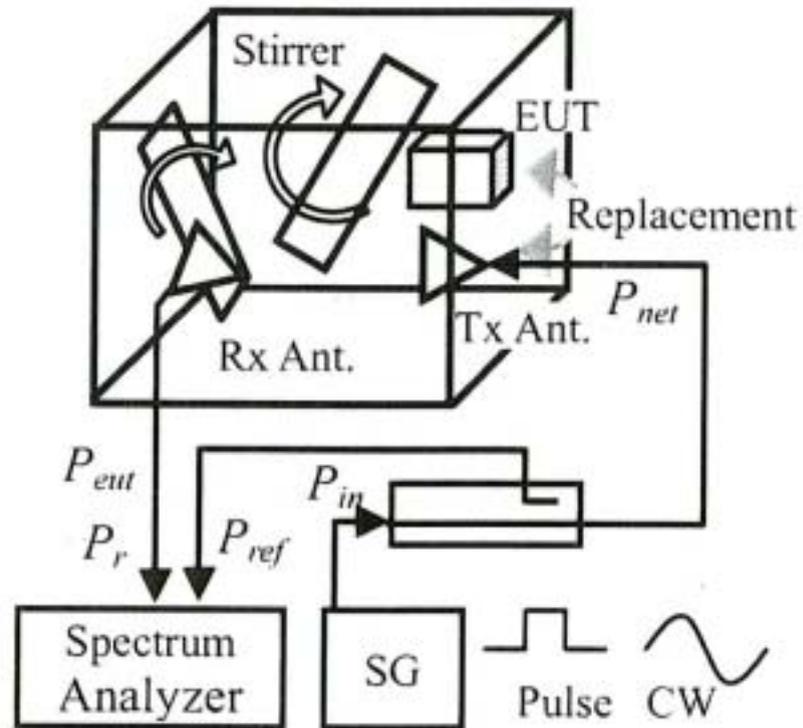
1GHz以上の放射エミッション測定において、IEC61000-4-21で標準化されている反射箱を用いたエミッション測定での測定結果とCISPR 16-2-3で規定されているFARでの測定結果とを比較した。



測定結果



測定系



$$P_{total}(f) = P_{eut}(f) \cdot \frac{P_{net}(f)}{P_r(f)}$$

IEC61000-4-21 Annex E 抜粋訳文

E.6 EUTによって発生した電界強度の推定

距離R mでのEUTによって発生した電界強度は、次式を用いて推定できる。

$$E_{\text{Radiated}} \left(\frac{\text{V}}{\text{m}} \right) = \sqrt{\frac{D * \text{Power}_{\text{Radiated}} * 377}{4 * \pi * R^2}}$$

ここで、

E_{radiated} (V/m)は、EUTによって発生した電界強度の推定値。

$\text{Power}_{\text{Radiated}}$ (watts)は、E.4から求めた全放射電力。

Rは、EUTからの距離 (m)

Dは、EUTの指向性利得。

IEC61000-4-21 Annex E 抜粋訳文

続き

備考：D=1.7の指向性利得値は、EUTの放射パターンがダイポールと等しいと仮定されてしばしば用いられる。製品委員会がより適切な値を提供できなければ、この係数は1.7を使用することを推奨する。

指向性利得に関する最近の研究は下記資料[2], [3]で参照することができる。

- [2] : BÄCKSTRÖM, M., LORÉN, J., ERIKSSON, G. and ÅSANDER, H-J.
Microwave Coupling into a Generic Object. Properties of Measured angular Receiving Pattern and its Significance for Testing. In *Proceedings of the 2001 IEEE International Symposium on Electromagnetic Compatibility*, Montreal, Canada, August 13-17, 2001, p. 1227-1232.
- [3] : WILSON, P., KOEPKE, G., LADBURY, J. and HOLLOWAY CL.
Emission and Immunity standards: Replacing Field-at-a-Distance Measurements with Total-Radiated Power Measurements. In *Proceedings of the 2001 IEEE International Symposium on Electromagnetic Compatibility*, Montreal, Canada, August 13-17, 2001, p. 964-969.

IEC61000-4-21 Annex E 抜粋訳文

続き

計算された妨害電磁界強度は、オープンエリアテストサイト（OATSs）またはその類似のテストサイトにおいて与えられた測定結果と両立できない。もし、この互換性が必要ならば、EUT タイプあるいはプロダクトグループのための特定の手順が示されるべきである。」ここまでにE6項終了

基本規格から言える事：

同じ電磁妨害の保護要件を満たす反射箱の測定手順を製品ごとに調査研究することが必要で、それが不十分のまま国際規格に測定法と許容値を設定するのは不適切である。

IEC61000-4-21 Annex E 拔粹原文

E.6 Estimating the free space (far) field generated by an EUT

The field strength generated by the EUT at a distance of R meter(s) can be estimated by using the equation:

$$E_{\text{Radiated}} = \sqrt{\frac{D * P_{\text{Radiated}} * 377}{4 * \pi * R^2}} \quad (\text{E.3})$$

where

E_{Radiated} is the estimated field strength generated by the EUT in V/m,

P_{Radiated} is the radiated power from E.5 in W,

R is the distance from the EUT in meters and shall be a sufficient distance to ensure far field conditions exist, and

D is the equivalent directivity of the EUT.

NOTE A directivity of $D = 1,7$ is often used as it represents the assumption that the EUT radiation pattern is the equivalent of a dipole radiator. It is recommended that a factor of 1,7 be used unless the product committee can supply a more appropriate value. Recent research on device directivity can be found in [2], [3].

The calculated disturbance field strength is not always compatible with measurement results given at the open area test sites (OATSSs) or similar test sites. This compatibility if required shall be shown by specific procedures for EUT types or product groups.

7 . まとめ

今回の調査研究で分ったこと

- (1) フェライトクランプ挿入によるデータへの影響
フェライトクランプ挿入の有無によるデータの大きな差異は認められなかった。
- (2) 30MHzから1GHzのSFARとFAR測定結果差異
SFARおよびFARサイト間のEUT測定結果では、1～15dB程度の測定差異が有り、更に、今回の結果からは相関を示すデータは得られなかった。
- (3) 30MHzから1GHzのFAR同士の測定結果差異
今回のFAR同士の測定結果では、30MHz～1GHzの帯域で3～8dB程度の測定値差異があった。
この差異は、特に600MHz以下における吸収体の特性や配置構造が異なることによって生じていることが考えられる。試験所Bは恒久的なFARであるが、試験所Aは床全面に可動式の電波吸収体を隙間無く置く形態のFARである。
- (4) 1GHzから18GHzの疑似EUT測定による試験環境差異
SFARとFARの比較に関しては、今回の測定結果だけでは、同じ計測機器を使用した場合でもFARとSFARの相関性に関する十分な裏づけは取れなかった。
また、FAR同士の比較結果では、ダイナミックレンジの問題で絶対値の検証が出来ていないが、ダイナミックレンジが確保され、適切な測定が実施出来ている周波数帯域では、概ね同様の試験結果が得られたことから、FAR同士では設備間の大きな差異は生じないものと推測される。
- (5) 反射箱の測定では、電力の測定結果を電界強度に変換する方法の更なる調査研究が必要である。

報告書のダウンロード

JBMIAのホームページよりダウンロードできます。

URL: <http://www.jbmia.or.jp/~tc/rep-nichiji05.pdf>

ご静聴を感謝します。