マルチメディア機器の電磁妨害波に関する調査研究

－平成 19 年度活動報告書－

平成 20 年 3 月

社団法人　ビジネス機械・情報システム産業協会

KEIRIN

この事業は、競輪の補助金を受けて
実施したものです。
http://ringring-keirin.jp/

目 次

委員名簿 2
はじめに 3
Ⅰ．これまでの JBMIA 活動 3
Ⅱ．今年度の調査目的 5
Ⅲ．調査から得られた結論 5
Ⅳ．本事業による業界内外への貢献 6
Ⅴ．調査事業の詳細 7
１．背 景 7
２．目 的 7
３．試験概要 7
3.1 IEC 61000-4-22 要求事項の概要 7
3.2 測定設備および機器 8
3.3 実験の手法 10
４．結 果 11
4.1 IEC 61000-4-22 SWR 評価法に基づいた既存 FAR 2 基の評価結果 11
4.2 追加検証結果 14
4.3 調査結果のまとめ 16
５．調査結果から生じた問題点 17
６．問題点是正のための追加調査の目的 18
７．追加調査試験概要 19
7.1 調査対象設備（FAR） 19
7.2 測定機器 21
８．結果 21
8.1 FSAC における IEC 61000-4-22 標準偏差評価法の検証結果 21
8.2 FAR および FSAC における 1GHz 以上の床面反射レベルの確認 24
8.3 FAR-B 床面に電波吸収体を敷設した場合の床面反射影響評価結果 28
９．考察 29
１０．結論 30
10.1 IEC 61000-4-22 に関して 30
10.2 CISPR 16-1-4 5.8 項および 8 項に関して 31
１１．課題と今後の対応策 31
おわりに 31
Appendix-A 規格の概要、解説 32
Appendix-B 国際標準化への提案文書 34

委員名簿

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

（敬称略）

委員長	鈴木　健	富士フイルムテクノプロダクツ株式会社
副委員長	水野　重徳	株式会社リコー
委　員	平田　真幸	富士ゼロックス株式会社
〃	鈴木　宏明	カシオ計算機株式会社
〃	大塩　修二	株式会社リコー
〃	木島　敏雄	オリンパス株式会社
〃	菅原　則和	株式会社東陽テクニカ
〃	青野　亨	東芝テック株式会社
〃	杉山　治彦	キヤノン株式会社
〃	田路　明	カシオ計算機株式会社
オブザーバー	林　清輝	社団法人　ビジネス機械・情報システム産業協会
事務局	漆田　茂雄	社団法人　ビジネス機械・情報システム産業協会

はじめに

昨今、情報技術装置(ITE)と映像機器(AV)は、双方の機能を融合した商品化の普及が進んでおり、これに伴い、これまで個別に規定されていた電磁妨害波に関する EMC 規格も統一する必要が生じてきた。

この規格は、マルチメディア規格と総称し、作成審議は CISPR（国際無線障害特別委員会）で行われている。

マルチメディア規格の測定方法と限度値の設定は、製造事業者にとって製品の設計に大きな影響を与える。現在本規格では複数の測定法が提案されており、測定法に対する技術的特性を把握し、規格作成審議に効果的な提言を行う必要が生じた。

そこで、（社）ビジネス機械・情報システム産業協会は、個別会員企業各社が当協会を通じて協業し、技術開発を含めた共同研究および共同実験検証を行い、参加加盟各社に技術的な情報を寄与することを目的に「財団法人　日本自転車振興会競輪補助事業」として、平成 17 年度に「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」を立ち上げ、検討を開始した。

Ⅰ．これまでの JBMIA 活動

１．本活動の主たる目的

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（以下、本委員会と称する）は、マルチメディア機器の妨害波測定の試験再現性を向上させ、製品コスト低減、開発効率向上、市場監査リスク低減、適切なインフラ構築情報の展開を図るとともに、会員各社ならびに業界関係者に対する EMC 評価に係わる有益情報の共有化を目的とした活動を行うことを主目的とする。

個別の実活動概要は以下の通りである。

① 測定法に対する技術的特性の検証と把握

② 適正な規格策定のための関連機関への意見具申

③ 適切な各社インフラ投資または戦略のための、技術情報の展開と試験所運営支援

④ マルチメディア機器測定のための EMC 関連試験規格への適切な電磁妨害波測定法の国際提案

２．平成 17 年度および 18 年度の活動と成果

(1) 平成 17 年度の活動と成果

① 活動概要

・ 反射箱、半無響電波暗室床面（アンテナと供試装置間に電波吸収体を敷設）（FSAC）と全無響電波暗室（FAR）および、異なる FAR 間における供試装置（EUT）を想定した、設備間測定値の差異

② 活動の成果と次年度への課題

a) 活動の成果

会員各社および業界への情報提供

・ 1GHz を超える妨害波測定には、測定のダイナミックレンジ等 1GHz 以下の測定よりも、より厳密に測定系に対する配慮が必要である

・ 異なる試験設備間における測定値に差異が生じるため、代替法の評価には、製造者にリスクを伴う

b) 技術的課題

・ 同じ FAR 間でも測定値に差異が生じるため、FAR 設備の設備評価・検証法自体に問題がある可能性がある

(2) 平成 18 年度の活動と成果

平成 17 年度の課題を受けて、現行 CISPR 16-1-4 FAR サイト評価法に基づき、異なる FAR 2 基の評価比較測定を実施するとともに、CISPR 16-1-4 FAR サイト評価法が、床面反射を的確に観測できているか否かを判断するために、半無響電波暗室（SAC）についても同一条件で評価を実施した。

① 活動概要

現在のサイト評価法（CISPR 16-1-4 サイト参照法に基づくサイト減衰量の比較）の検証

・ CISPR 16-1-4 FAR サイト評価法を用いて、複数の FAR を評価し、その有意差の検証
・ CISPR 16-1-4 FAR サイト評価法を用いて、SAC と FAR を評価し、その有意差の検証
・ 擬似 EUT を用いた各試験サイト（SAC、FAR 2 基）の比較測定

② 活動の成果と次年度への課題

a) 活動の成果

技術検証および会員各社、業界への情報提供

・ CISPR 16-1-4 評価法では、床面反射の有無は確認できる
・ 擬似 EUT の評価結果から、CISPR 16-1-4 FAR サイト評価法に合致する電波暗室であっても、測定結果に大きな差異を生じるため、実機評価では注意が必要である
・ FAR と SAC では、サイト特性が根本的に異なるため、CISPR マルチメディア規格で提案されている様な、代替試験場所として一定補正係数による補正は困難である

本活動調査結果は、IEC 61000-4-22 規格を審議する共同作業班（CISPR/SC77B）および国内関連審議機関（CISPR/A および SC77B）に提案し、規格作成審議の資料として活用された。

b) 技術的課題

・ 擬似 EUT の評価結果から、CISPR 16-1-4 FAR サイト評価法では、電波暗室の共振現象等の問題が抽出できない
・ 現 CISPR 16-1-4 FAR サイト評価法と IEC61000-4-22 のドラフト案との有意差ならびに評価手法の妥当性が不明瞭であり、適切な設備評価法の検証が必要である

c) 検討課題の活動方向性修正

IEC 61000-4-22 の初版 CD（委員会ドラフト）が発行された際、日本の国内委員会は、同規格制定後、現 CISPR 16-1-4 FAR サイト評価法の記述を、IEC 61000-4-22 に置き換える提案を行った。当産業協会も、この提案に賛成し、これを受けて、本委員会では、新たな FAR 評価法である、IEC 61000-4-22 の評価法の妥当性検証に重点を置いた活動を行うこととした。

(3) 平成 19 年度への課題

平成 18 年度の課題を受けて、本委員会は平成 19 年度活動に向けた課題を以下のように設定した。

課題 1：現在発行されている規格には、適切な FAR 評価法が存在しない

課題 2：IEC 61000-4-22 FAR 評価法案が適切か否か検証する必要がある

本課題を解決するために、当委員会は、平成 19 年度に次の様な活動を計画した。

「IEC61000-4-22 のドラフト案を用いたサイト評価と、ドラフト案の評価法問題点の抽出および改訂提案意見提出を行うための測定データ取得」

Ⅱ. 今年度の調査目的

IEC 61000-4-22 委員会案の FAR 評価法を用いて、本評価法の妥当性を検証する。

また、本特性検証実施によって見出された技術的問題点および課題をまとめて、国内外関連委員会に意見提出を行うことで、試験再現性、試験所間差異の低減を図り、適正な規格策定に寄与する。

Ⅲ. 調査から得られた結論

IEC 61000-4-22 SWR 評価法評価法を用いた各種調査結果の結論

1. IEC 61000-4-22 評価法の妥当性

   IEC 61000-4-22 評価法では、CISPR 16-1-4 FAR サイト評価法では見出されなかった共振様の現象が確認されており、比較的適切に設備評価が実施できていると判断される。

2. サイト基本減衰量の要求

   IEC 61000-4-22 では、サイトの評価法に標準偏差とシステム変換係数が用いられているが、SWR 性能に比べてシステム変換係数の差が小さかった。このことから、部屋の基本減衰量の規定が必要かもしれない。

3. FAR における床面反射の影響

   FAR の 1GHz 以上において、床補強絶縁物による反射が発生しており、要求標準偏差を満足しなかった。このことから、床置型装置を考慮した場合、1GHz 以上の周波数範囲における標準偏差の緩和策が必要である。

4. 3m 法と 5m 法のボリュームの関係

   測定距離 3m よりも測定距離 5m の方が、試験容積（ボリューム）を大きくできることが想定されたが、実験の結果、サイトの性能に依存し、試験距離が遠くなったとしても、測定容積が大きくなるとは限らない。

5. FSAC の FAR としての利用可能性

   アンテナと EUT 間の床面に電波吸収体を敷設した半無響電波暗室（FSAC と称する）では、EUT 下面が金属であることから、サイト標準偏差を満足しなかった。このことからも、当該評価法は FAR の性能評価を適切に実施できているものと判断できる。

Ⅳ. 本事業による業界内外への貢献

上記調査結果に基づき、当委員会は CISPR 国内委員会 A グループ、SC77B 国内委員会ならびに、IEC CISPR/SC77B JWG に対して規格案修正提案を行い、この提案の一部が第二次委員会ドラフト 2nd CD（CIS/A/780/CD）に反映され、現在提案中の規格改訂案についても、当該国際会議において審議、検討が行われており、国際標準化に寄与する結果となっている。

Ⅴ．調査事業の詳細

本章では、当委員会の平成 19 年度の活動および実験の詳細について報告する。

１．背 景

JBMIA 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（以下、当委員会と称する）は、当協会が掌握する製品群への規格適用の妥当性と、会員各社へのインフラ情報提供を目的として、平成 18 年度の調査活動によって生じた課題事項である「IEC 61000-4-22 サイト評価法案に基づいた既存全無響電波暗室（FAR）のサイト妥当性評価法（SWR 評価法）の検証」を行い、既存 FAR 評価法である CISPR 16-1-4 との相違点の抽出と、提案評価法の技術的妥当性および製品試験への適用性について検証を行う。

なお、IEC 61000-4-22 規格案は、現在、CISPR および SC77B の共同作業班において、規格制定に向けた審議が活発に進められており、技術的課題について早急な対応策が必要であることから、当員会も関連国内委員会およびエキスパートに協力して、積極的な技術検証と提案の推進を行う。

２．目 的

CISPR/SC77B JWG において審議中の、IEC 61000-4-22 SWR 評価法(CIS/A/704/CD)に基づき、既存 FAR の評価を行うことで、本提案評価方法の妥当性と問題点の検証を見出す。また、必要に応じて国内外関連委員会に対して、最適な FAR 評価方法の技術的提案、提言を行う。

活動の具体的内容は以下の通りである。

(1) IEC 61000-4-22 SWR 評価法に基づいた既存 FAR 2 基の評価

当委員会が、平成 18 年度に CISPR 16-1-4 等の検証を行った同一 FAR 2 基を用いた、30MHz から 6GHz における IEC 61000-4-22 SWR 評価（当調査では、測定に利用するミニバイコニカルアンテナの試験再現性を考慮して、上限周波数を 18GHz とせず、6GHz とした）

(2) IEC 61000-4-22 SWR 評価法による結果から得られた技術的課題事項の抽出

2 基の既存 FAR 評価結果および評価中に懸念された技術的問題事項または、課題事項の抽出

３．試験概要

IEC 61000-4-22 SWR 評価法に基づき、周波数 30MHz～6GHz の範囲について、2 基の FAR の測定を実施し、当該規格案が要求する標準偏差への適合性を確認する。

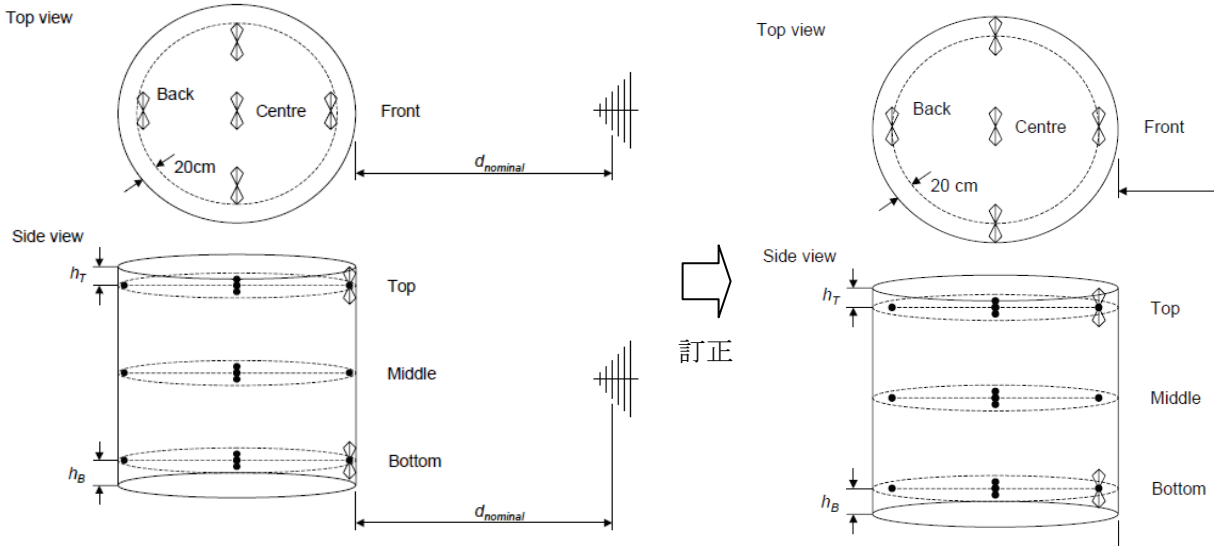
試験配置および試験機器の詳細を以降に示す。

3.1 IEC 61000-4-22 要求事項の概要

3.1.1 試験ボリューム

試験ボリュームは、EUT を設置する空間を意味し、EUT およびそのケーブルは、試験ボリュームの空間内に収まっていることが要求されている。

この試験ボリュームは、図 3-1 に示すように EUT 回転台（ターンテーブル）上の円筒形の空間をいう。



CIS/A/704/CD 案　　送信アンテナ配置誤りのため後日修正

図 3-1 IEC 61000-4-22 案の試験ボリューム

3.1.2 FAR 妥当性検証方法

受信アンテナを距離 3m 位置に固定した状態で、各偏波毎に試験ボリュームの Top、Middle、Bottom の各々の面において、ターンテーブルの中心と前後左右の 5 ポイント、合計 15 ポイントの変換係数と定義される正規化された測定点毎の測定結果を算出し、その変換係数の標準偏差 S_{dB} を求め、周波数および測定偏波面毎に適合性を判定する（測定条件およびレイアウトの概要は、Appendix-A 参照）。

なお、変換係数は、以下の様な式で求められる。

$$\text{変換係数（CdB,x（dB/m））} = 20 \cdot \log(f_{MHz}) - 29.77 - 10 \cdot \log(\frac{d_x^2}{30 \cdot P_{fm,x}})$$

また、適合性要求基準は以下の通りである。

30 MHz – 80 MHz　　：$S_{dB} \leq 1.3$

80 MHz を超える周波数帯　　：$S_{dB} \leq 1.8$

3.2 測定設備および機器

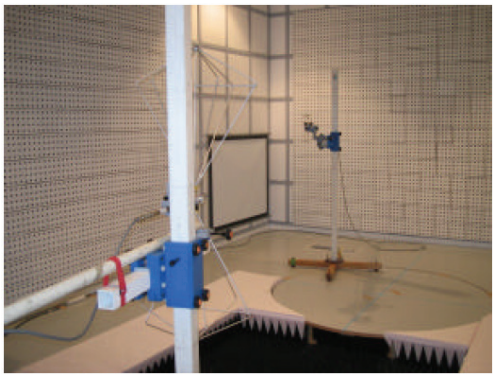
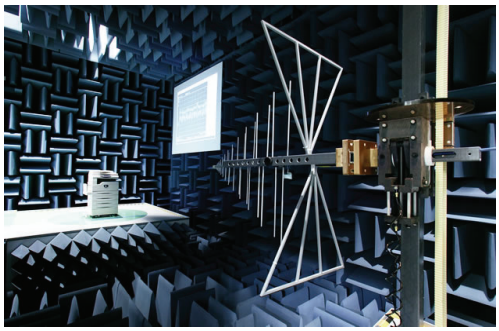
3.2.1 調査対象 FAR

調査対象として、今回 2 基の FAR を利用した。

本 FAR は、測定法による差異の検証や様々なデータ比較検討のために、平成 18 年度に当委員会において CISPR 16-1-4 等各種調査に用いたものと同じ FAR とした。

FAR の概要は以下の通りである。

表 3-1 FAR の概要

FAR-A	FAR-B
	
寸法:幅＝5m、長＝8m、高さ＝3.5m	寸法:幅＝7m、長＝12m、高さ＝7m

FAR 2 基の試験ボリュームを表 3-2 に示す。

表 3-2 各試験所の試験ボリューム設定位置および測定距離

単位(m)

	FAR-A（3m 法）	FAR-B（5m 法）
Top（床面から）	1.50	1.90
Middle（床面から）	1.15	
Bottom（床面から）	0.80　(0.40 *1)	0.40
ボリューム直径	1.50	
ボリューム高さ	0.70	1.50
送信アンテナ高さ	1.15	
測定距離	3.00	

*1) 0.40m は FAR-B との比較を行うため参考として測定した。

3.2.2 測定機器

今回の実験に使用した測定機器を表 3-3 に示す。

FAR 設備そのものの差異を明確とするために、全ての測定機器は、FAR-A および FAR-B において共通とした。

表 3-3 測定機器

試験所	FAR-A	FAR-B
試験設備	3 m 法 FAR	5 m 法 FAR
測定機器	暗室評価	
送信アンテナ：30 - 1,000 MHz	MBA-301 (マイクロウェーブファクトリ)	
送信アンテナ：1 - 6 GHz	MBA-201 (マイクロウェーブファクトリ)	
アッテネータ	6806.17B (SUHNER)	
受信アンテナ：30 - 300 MHz バイコニカルアンテナ	VHA9103 + BBA9106 (SCHWARZBECK)	
受信アンテナ： 300 - 1,000 MHz ログペリオディックアンテナ	3146 （EMCO）	
受信アンテナ： 1 - 6 GHz ダブルリッジドホーンアンテナ	3117 （ETS-LINDGREN）	
プリアンプ：30 - 1000 MHz	8447D (Agilent Technology)	
ネットワークアナライザ	8753E (Agilent Technology)	
ネットワークアナライザ 制御・データ取得ソフトウエア	NAMS （東陽テクニカ）	

3.3 実験の手法

測定ブロック図を図 3-2 に示す。

IEC 61000-4-22 案では、試験ボリュームの評価に関して、パワーアンプと電界プローブ（センサー）を用いた評価法が提案されていたが、本手法は、現実的ではないことから、今回、ネットワークアナライザを使用して各測定点の変換係数を測定した。

ここで、IEC 61000-4-22 案では、試験ボリュームから 0.2m 内側で測定することが規定されている（図 3-1 参照）が、過去の CISPR 16-1-4 5.8 項サイト減衰量の測定結果と比較するために、試験ボリュームの 0.2m 内側ではなく、試験ボリューム外郭位置にて測定した。

なお、300MHz 以下の測定については、ダイナミックレンジ確保および測定精度向上のため、アンテナにアッテネータを挿入し、更に、ネットワークアナライザのポート 2 にプリアンプを接続した。本プリアンプのリニアリティー等については、測定結果に影響を与える恐れがあるため事前に調査した。また、送信アンテナの支持台は反射の影響を排除するため発泡スチロールを利用した。

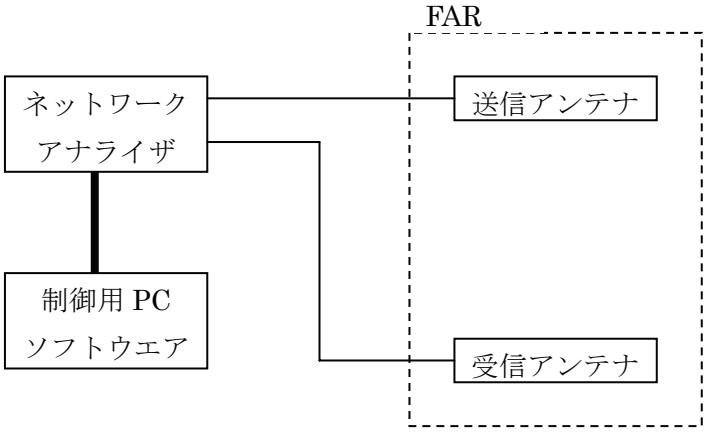


図 3-2 測定ブロック図

４．結 果

本調査の結果、以下の様な評価結果と課題が見出された。

4.1 IEC 61000-4-22 SWR 評価法に基づいた既存 FAR 2 基の評価結果

3 項の条件および設備を用いた FAR 2 基の評価から、以下の様な結果が得られた。なお、ここに示すデータは代表的なものであり、詳細は Appendix-B の提案文書を参照いただきたい。

また、IEC 61000-4-22 案では、15 ポイントの変換係数から求めた標準偏差値（サイト標準偏差と定義）が以下の様に規定されており、1GHz での周波数切り替えの概念は無いが、測定アンテナ等機器の条件上、ここでは、周波数を 1GHz 以下（１）と 1GHz 以上（２）に分けて報告する。

30MHz－80MHz：S_{dB}≦1.3dB

80MHz 以上：S_{dB}≦1.8dB

また、測定距離 5m の評価結果を（３）に示す。

(3) 30MHz～1GHz におけるサイト標準偏差

調査結果は、以下の通りである。

① FAR-A の調査結果

FAR-A は、80MHz 以下、80MHz 以上ともに要求値に適合せず、大幅に基準を逸脱していた。

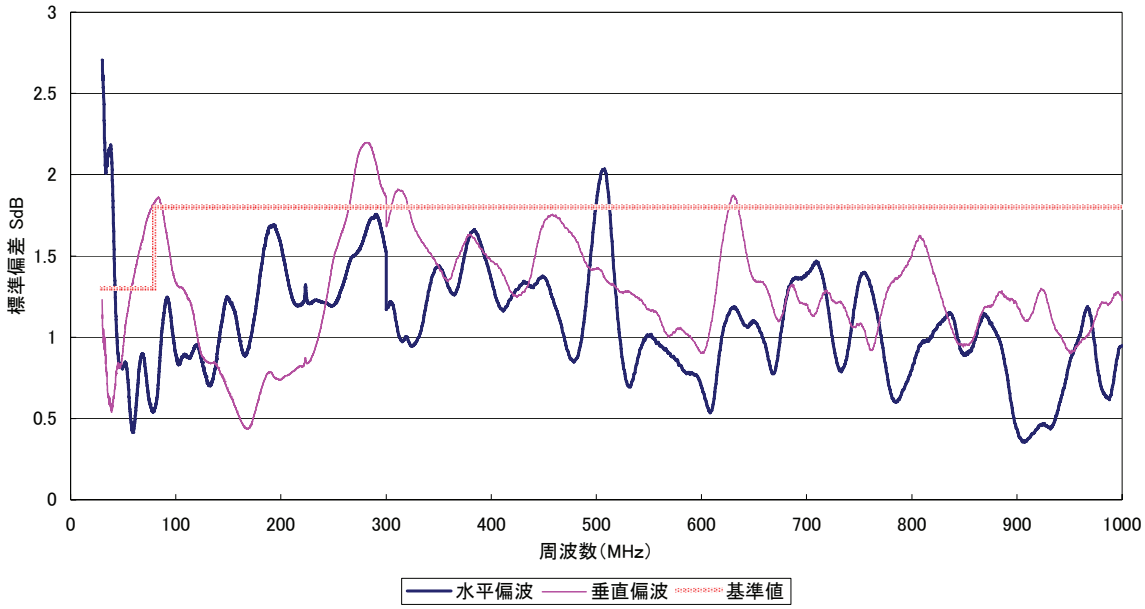


図 4-1 FAR-A における 30MHz～1GHz の標準偏差

② FAR-B の調査結果

FAR-B は、60MHz 付近において、要求値 1.3dB をわずかに超過しており、規格要求値に適合しなかった。しかし、他の周波数では水平、垂直偏波ともに基準を満足する結果となった。

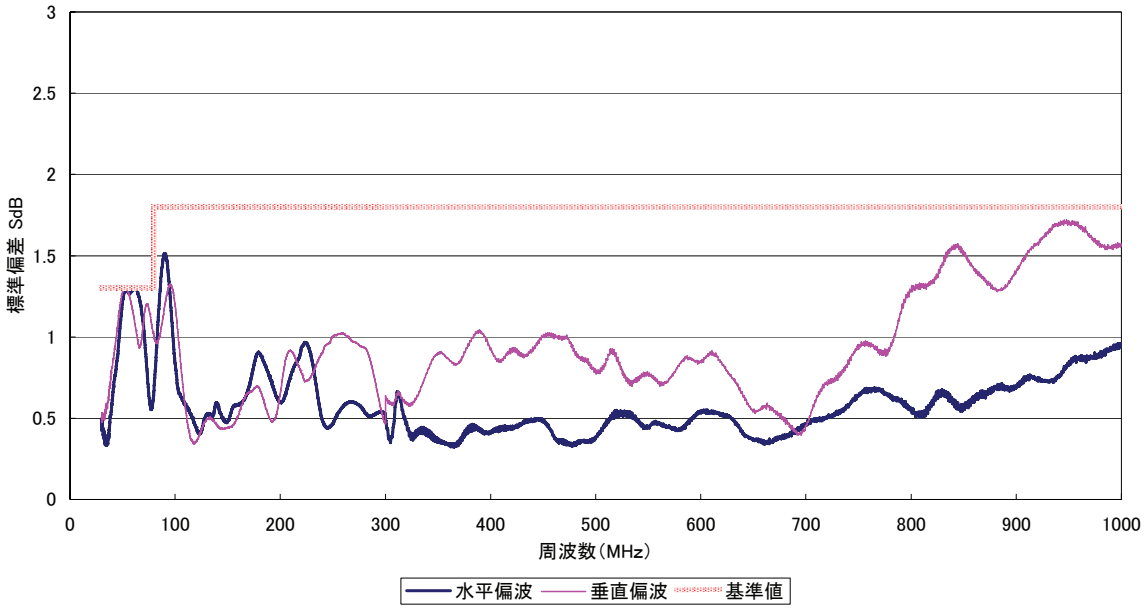


図 4-2 FAR-B における 30MHz～1GHz の標準偏差

(4) 1GHz～6GHz におけるサイト標準偏差

調査結果は、以下の通りである。

① FAR-A の調査結果

FAR-A では、1GHz～6GHz に渡り、水平、垂直両偏波とも 1.8dB の標準偏差値を満足していた。

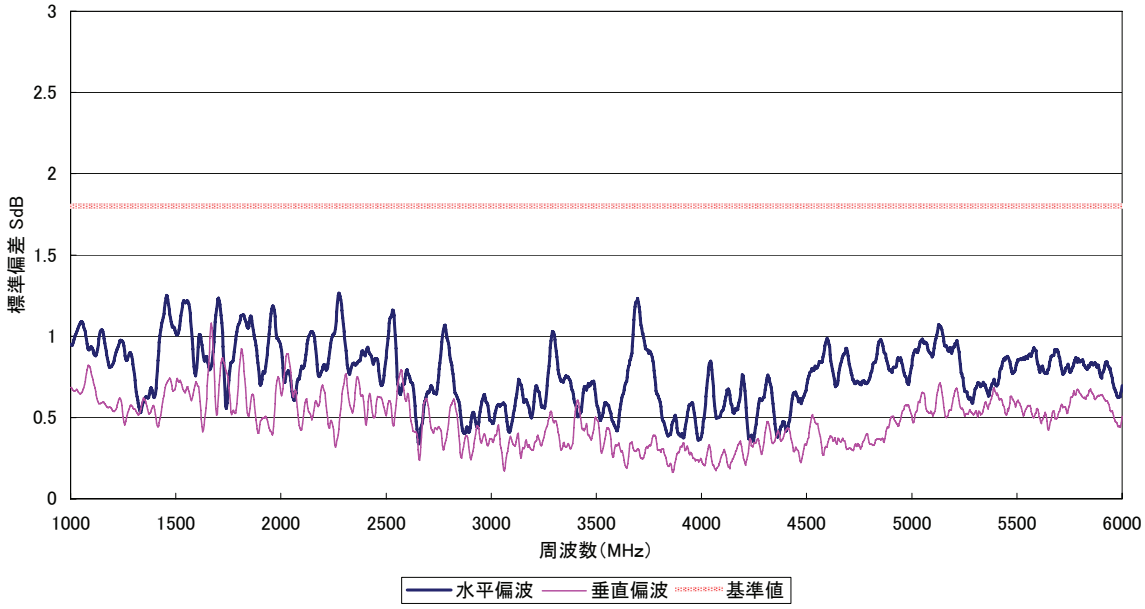


図 4-3 FAR-A における 1GHz～6GHz の標準偏差

② FAR-B の調査結果

FAR-B では、1GHz～6GHz の垂直偏波で 1.8dB の基準値を満足していたが、一方で、水

平偏波に関して、1.8dB を大幅に逸脱（最大値 5.2dB）する結果となった。
本 FAR は、床置型装置の評価を可能とするために、床面（FAR の EUT 設置用床面であり、基準大地ではない）に非導電性材料による補強が施されており、特に、床面近傍（0.4m）付近のデータの影響が全体の偏差を悪化させていることから、本補強材料による電波の反射の影響が出ていることが予想される。（本調査検証結果は、4.2 項に示す）

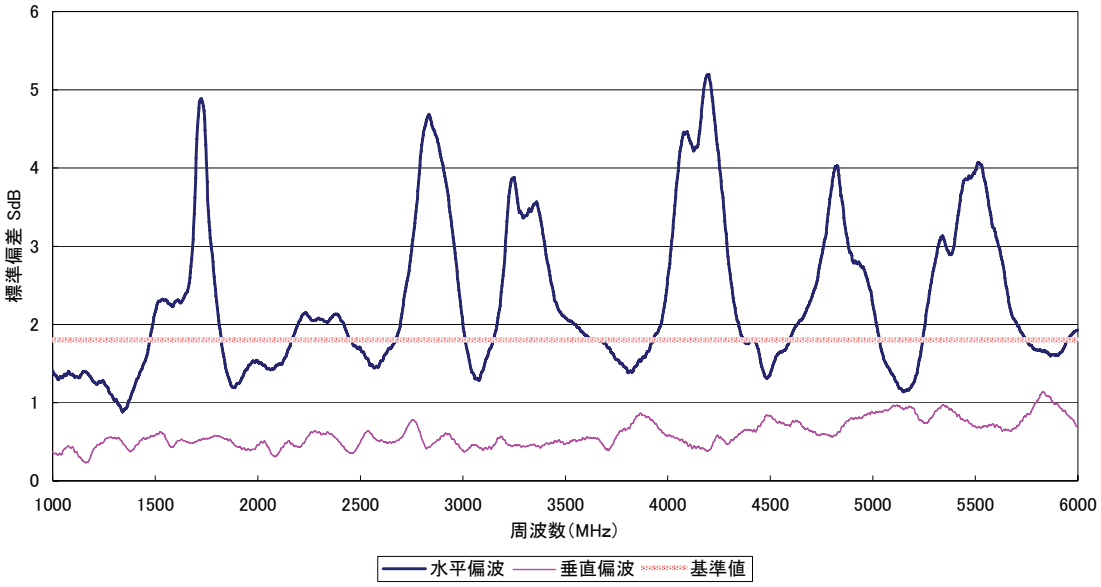


図 4-4 FAR-B における 1GHz～6GHz の標準偏差

(5) FAR-B における測定距離 5m の評価結果

FAR-A は、測定距離 3m が評価の限界であるため、5m 法評価が可能な FAR-B において、測定距離 5m の試験ボリュームの評価を実施した。
試験ボリュームの大きさは、比較を容易にするために、3m 距離と同じサイズとし、測定点も同一に設定した。
距離 5m は距離 3m よりも標準偏差が小さくなることを予測していた。
しかし、300MHz 以下では、逆に 5m の標準偏差の方が 3m よりも大きいという結果になった。
これは、測定距離が離れることで、試験ボリュームが大きくできるという CISPR 16-1-4 の考え方とは異なる結果になっている。

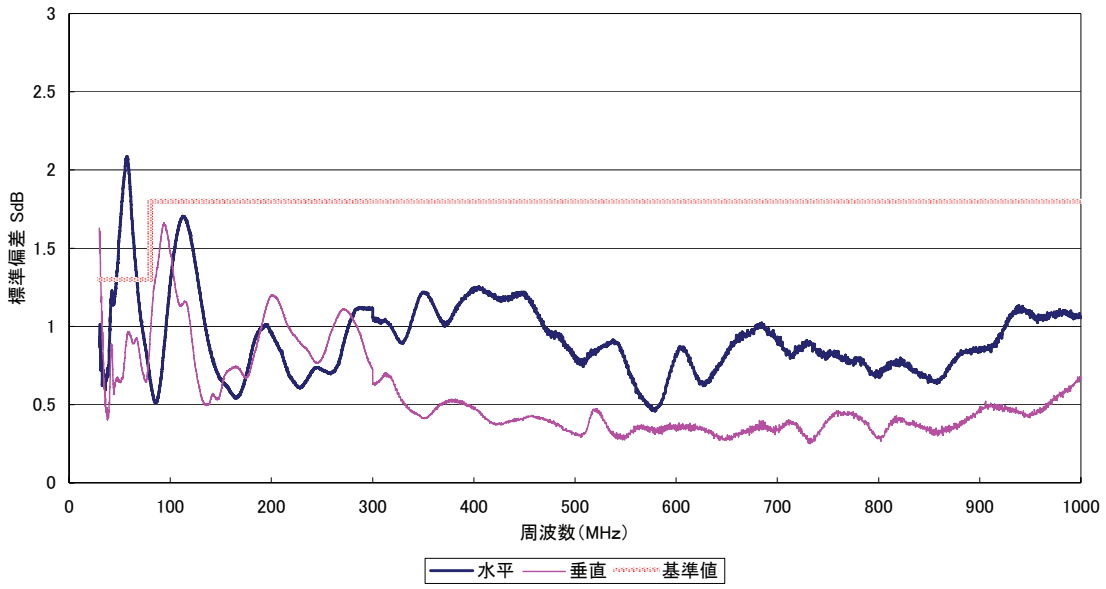


図 4-5 FAR-B における測定距離 5m の 30GHz～1GHz の標準偏差

4.2 追加検証結果

上記 4.1 項において幾つかの問題が見出されたため、追加調査を行った。その結果を以下に示す。

4.2.1 FAR-A の CISPR 16-1-4 測定結果との比較

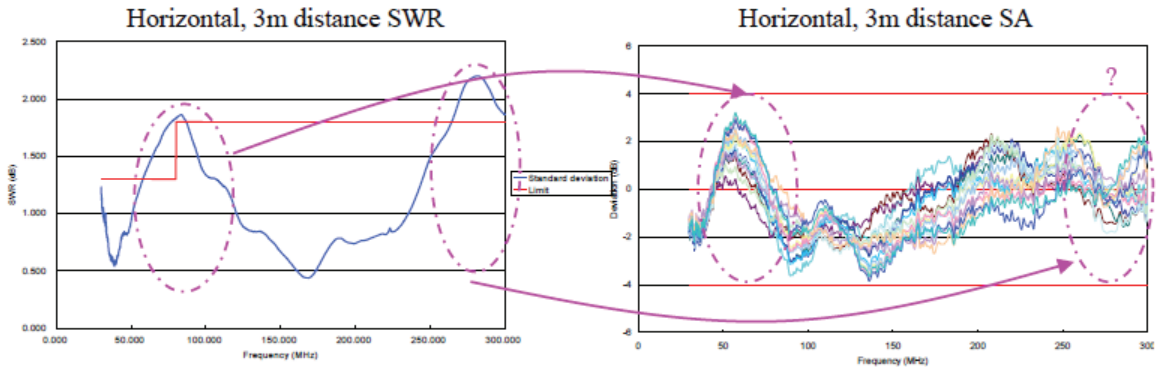
FAR-A は、当委員会の平成 18 年度の CISPR 16-1-4 5.8 項のサイト減衰量調査結果において、垂直偏波で 40MHz 以下ついて±4dB に合致しておらず、かつ、同年の擬似 EUT の調査において、他の設備との差を生じており、部屋の共振が懸念される結果となっていた。

今回の IEC 61000-4-22 SWR 評価法では、垂直偏波 40MHz 以下のみならず、他の周波数や水平偏波でも基準を満足しなかった。

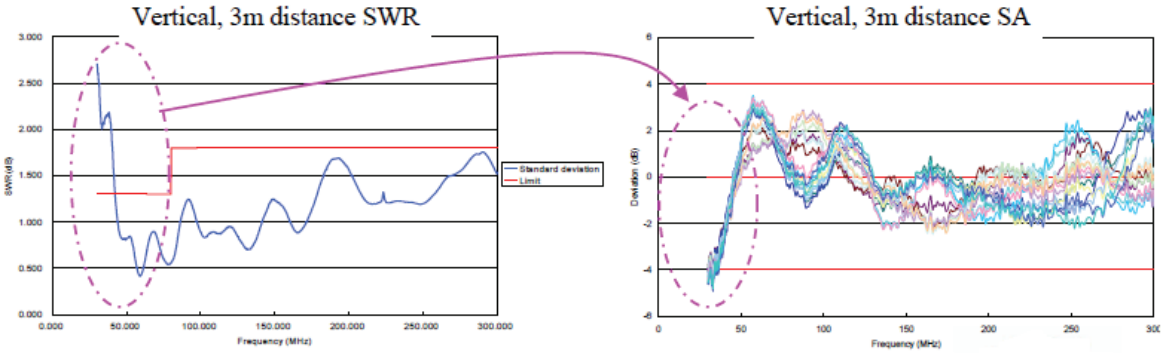
図 4-5 に、同じ測定ボリューム点における CISPR 16-1-4 5.8 項と IEC 61000-4-22 の評価結果差異の代表例を示す。

この結果から、30MHz～1GHz において、CISPR 16-1-4 5.8 項に適合している FAR であっても、受信アンテナを固定して測定する IEC 61000-4-22 SWR 評価法では、標準偏差要求値 1.8dB に合致しない周波数が存在することがわかる。

測定値の検証、昨年度の擬似 EUT の試験結果を鑑みると、CISPR 16-1-4 よりも IEC 61000-4-22 試験法の方が、より適切に FAR の評価が実施できていると判断できる。



IEC61000-4-22 案評価結果(水平)　　CISPR 16-1-4 5.8 項評価結果(水平)



IEC61000-4-22 案評価結果(垂直)　　CISPR 16-1-4 5.8 項評価結果(垂直)

図 4-5 FAR-A における IEC61000-4-22 案と CISPR 16-1-4 5.8 項評価法による測定差異

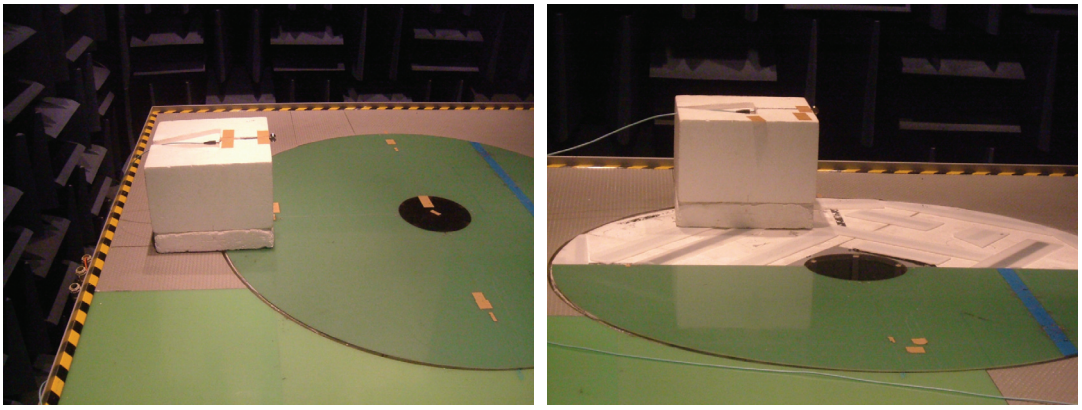
4.2.2　1GHz 以上における床面反射の影響

4.1 項(2)②に示すとおり、FAR-B の 1GHz 以上において、標準偏差が 1.8dB の要求値を大幅に逸脱していることがわかった。

この原因として、床面近傍 40cm におけるデータ偏差が大きいことから、FAR-B の床に利用されている非導電性補強材料（樹脂）の反射の影響が考えられた（図 4-6 参照）。

そこで、床材料の一部を剥離して標準偏差の変化を調査した。

結果、全ての床補強材料を剥離することはできなかったものの、標準偏差は床補強材料剥離前（図 4-4）よりも小さい結果となった（図 4-7）。



FAR-B 床面補強版剥離前　　FAR-B 床面補強版剥離後

写真 4-1 FAR-B 床補強板剥離前後の写真

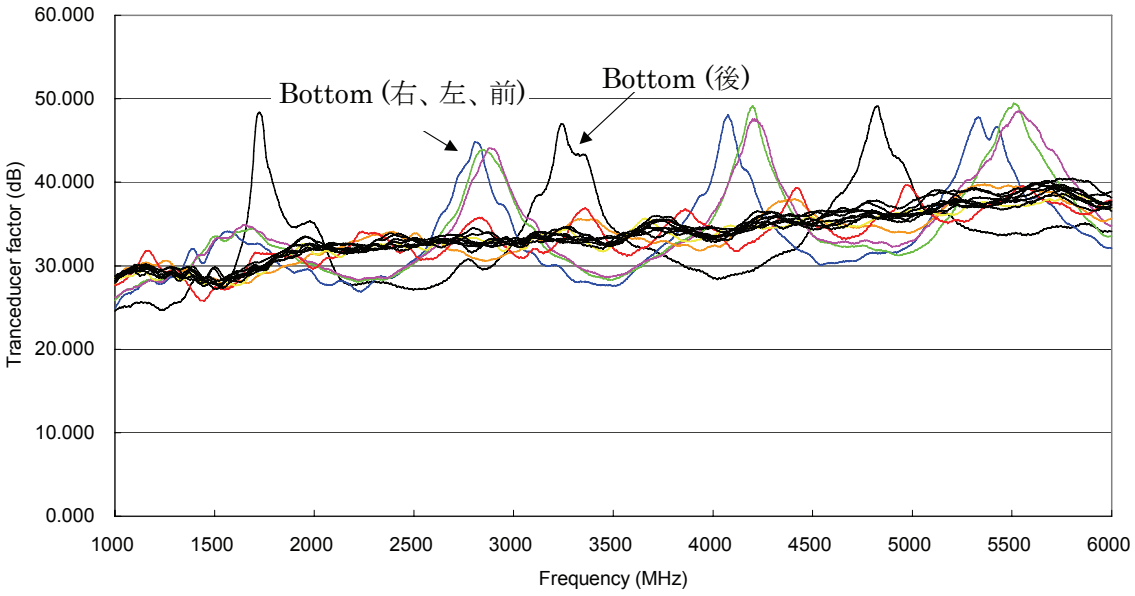


図 4-6 FAR-B 15 測定点のデータばらつき

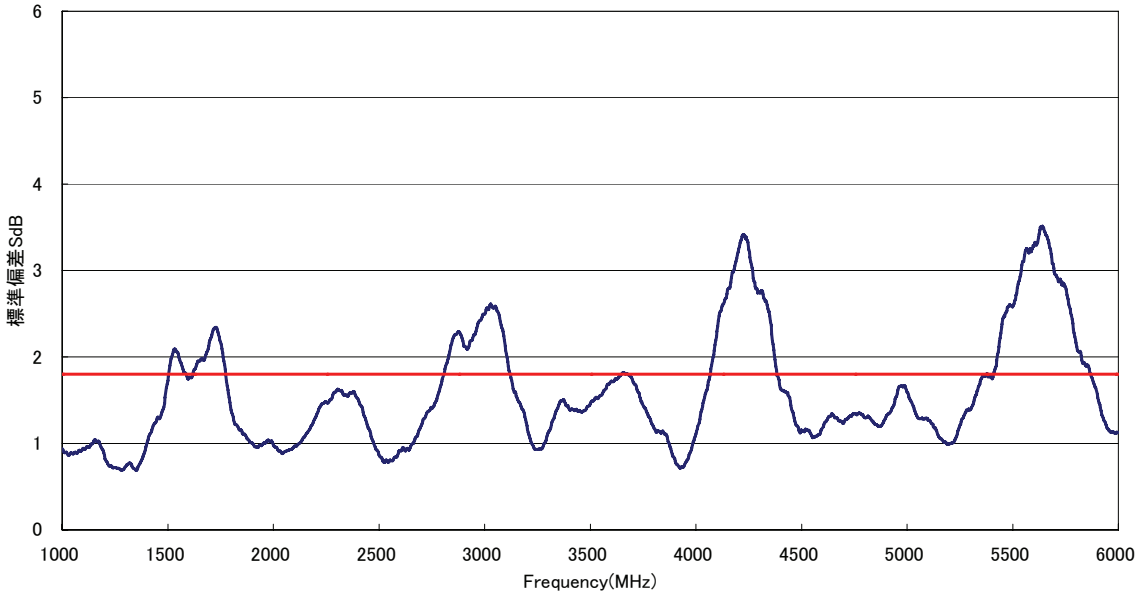


図 4-7 FAR-B 床面の一部樹脂材料を撤去した時の標準偏差

4.3 調査結果のまとめ

調査結果のまとめを以下に示す。

(1) 30MHz～80MHz の SWR 評価法に対して

80MHz 以下の周波数において、SWR 要求値が 1.8dB から 1.3dB に減少される。しかし、2 つの FAR ともに 30MHz から 80MHz の周波数帯域で 1.3dB を超過する傾向が見られた。

これは、30MHz～18GHz の広帯域化を図り、かつ、欧州において主に無線機器の評価用として要求されている FAR に適合させた電波吸収体反射吸収損出量では、1.3dB を満足させること

が厳しいことを意味していると思われる。

IEC 61000-4-22 案では、測定基本距離の自由空間減衰を考慮していないため、80MHz 以下の周波数帯域での標準偏差要求を厳しくすることで、標準偏差の妥当性を高める意図があると考えられるが、80MHz 以上の周波数についても、標準偏差の規定だけで十分かどうか検証が必要かもしれない。

(2) 床置型を考慮した床面補強暗室に対して

床置型装置を対象とした FAR では、床の補強が施されている。そのため、仮に床面が非導電性材料であっても、1GHz 以上の周波数において、床材料の反射の影響、特に、床面近傍（本調査では、0.4m）付近の反射の影響によって標準偏差が 1.8dB を超過する懸念がある。

床置型装置を考慮した場合、適切な回避策または緩和策が必要になると思われるため、当委員会は CISPR/SC77B JWG に床置型装置を対象として補強床を持った FAR の緩和判定基準を提案することとした。

しかし、実験に利用された FAR の床は金属ではないにもかかわらず、6dB 近い偏差が発生しており、床金属面電波暗室（SAC）における検証も必要かも知れない。

(3) CISPR 16-1-4 と IEC 61000-4-22 の比較について

同じ測定点で評価された標準偏差(IEC61000-4-22)と正規化サイト減衰量(CISPR 16-1-4)の結果を比較すると、標準偏差の評価結果と正規化サイト減衰量の評価結果は必ずしも整合しなかった。ただし、標準偏差評価法は、適切に部屋の評価が実施できていると考えられる。

また、IEC 61000-4-22 を用いて、CISPR 16-1-4 8 項（周波数 1GHz から 18GHz までの無線周波電界強度測定用試験場）の 1GHz 以上のサイト評価法で評価された床面に電波吸収体を敷設した半無響電波暗室（FSAC）の評価を実施することで、床面反射の影響を検証できると考えられるため、これらの測定、調査を実施する必要があるだろう。

(4) 測定距離とボリュームの関係

CISPR 16-1-4 5.8 項において、測定距離と試験ボリュームならびに測定周波数は一定の関係を持って規定されている。たとえば、測定距離が遠くなれば、試験ボリュームは大きく設定できることが記述されている。

しかし、今回の調査結果では、測定距離と試験ボリュームは必ずしも整合しないことがわかった。特に、同じ試験ボリュームサイズで距離 3m と 5m を比較した場合、測定距離 5m の測定結果は必ずしも、標準偏差が小さくならないことが確認された。

これは FAR 建設のための設計情報として注意すべき点である。

５．調査結果から生じた問題点

4.3 項「調査結果のまとめ」に示す通り、今回の一連の評価結果から幾つかの疑問と問題点を生じた。疑問点と問題点は以下の通りである。

(1) 床置型装置設置用補強床面を持つ FAR の標準偏差緩和値の検証

FAR-B の床面に非導電性補強材料が利用されており、この部屋の 1GHz 以上の標準偏差が 6dB

近い値であり、IEC 61000-4-22 標準偏差値 1.8dB には適合しない結果となった。
しかし、当協会の掌握製品群には床置型機器も多数存在していることから、これらを考慮した場合、床面の補強は必要不可欠であり、この許容値の緩和を検討、検証する必要がある。
一方、CISPR 16-1-4 8 項に適合する FSAC では、受信アンテナと EUT 間に電波吸収体を設置し、EUT 設置面（ターンテーブル上）に電波吸収体を敷設せずに、本要求事項に合致している場合がある。
そこで、妥当な緩和要求値を見出すために CISPR 16-1-4 に合致する FSAC において、IEC 61000-4-22 の評価を実施し、検討、検証を行う必要がある。

(2) 評価対象ボリューム底面の定義の検証
IEC 61000-4-22 案では、試験ボリューム測定点の Bottom 配置についての規定が明確に示されていない一方、下端面から 0.5m 上の位置（h_B=0.5m）が検討されている。
床置型装置を測定するための FAR の妥当性評価を実施する場合、サイト間の試験差異を最小限にとどめるためにも試験ボリューム評価の底面位置の設定が重要であるが、床面の反射は試験ボリュームの Bottom 何 m 上まで影響を及ぼすか、また、サイト妥当性検証に適合する IEC 61000-4-22 の標準偏差の適切な値はいくつであるべきかの調査、検証が必要である。

そこで、当委員会は、これらの疑問点および問題点の確認を行うため、目的の見直しを行い、改めて追加調査、検証を実施した。

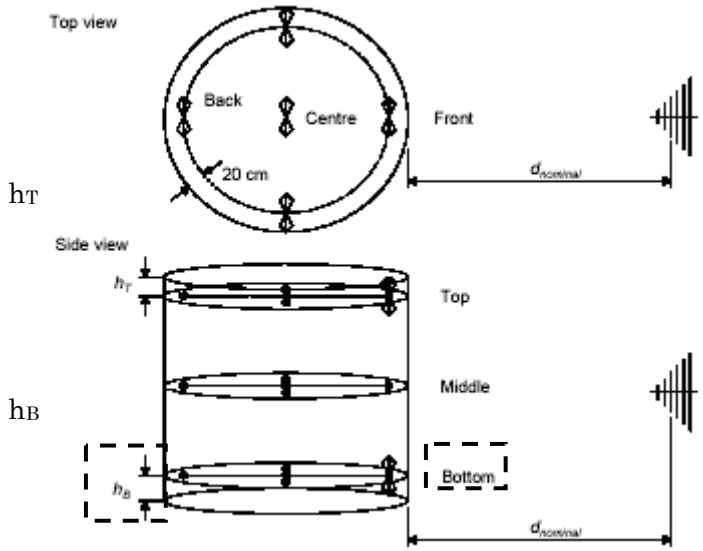


図 5-1 試験ボリュームの Bottom 位置

６．問題点是正のための追加調査の目的

IEC 61000-4-22 SWR 評価法における床面反射の影響に関する規定値の見極めのため、当委員会は以下の課題を持って追加調査を実施することとした。

(1) 床置型装置に対する 1GHz 以上のボリューム評価法緩和値の検討
IEC 61000-4-22 標準偏差評価法に基づき、アンテナと EUT 間の床面に電波吸収体を敷設した

半無響電波暗室（FSAC）を評価したとき、当該規格への 1GHz 以上における周波数帯域での適合性を確認することで、これが適切な FAR 評価法になっているか妥当性を検証する。同時に、当委員会が提案する床置型装置の基準緩和値の妥当性について検証する。

(2) ボリューム評価の Bottom 位置の規定方法と許容値の提案

IEC 61000-4-22 標準偏差評価法に基づき、Bottom 近傍の評価を行うことで、1GHz 以上の床面の反射の影響度合いを解析し、適切な Bottom 測定位置の提案を検討する。

この検討については、床置型装置が設置できる現実的な測定位置および基準値を見出すとともに、異なる FAR サイト間の測定差異を最小限にとどめることを考慮する。

7．追加調査試験概要

IEC 61000-4-22 標準偏差評価法の規定値の妥当性を検証するため、床置型以下の調査試験を実施した。

(1) FSAC における 1GHz 以上における IEC 61000-4-22 標準偏差評価法の検証

IEC 61000-4-22 案を用いて、床面に電波吸収体を敷設した FSAC の 1GHz 以上の標準偏差を測定、解析する。なお、使用する FSAC は、CISPR 16-1-4 8 項の要求に合致した設備である。

(2) FAR および FSAC における 1GHz 以上の床面反射レベルの確認

床置型装置の Bottom 位置における試験ボリューム評価基準値を検討するため、FAR および FSAC において、1GHz 以上の床面反射の影響を調査する。

測定位置は、床面から 0.2m、0.4m、0.6m および 0.8m とし、それぞれの位置における床面反射の影響を測定する。

ここで用いる FAR は、当委員会において反射の影響が確認されている FAR-B とした。

調査対象設備および測定機器の詳細を以降に示す。

7.1 調査対象設備（FAR）

2 基の FSAC および 1 基の FAR の試験ボリュームを表 7-1 に示す。

表 7-1 各試験所の試験ボリュームおよび測定距離

単位(m)

	FAR-B（5m 法）	FSAC-C（10m 法）	FSAC-D（10m 法）
Top（床面から）	1.90		
Middle（床面から）	1.15		
Bottom（床面から）	0.20/0.40/0.60/0.80		
ボリューム直径	1.50		
ボリュームの高さ	1.10 ～1.70		
送信アンテナ高さ	1.15		
測定距離	3.00		
床面吸収体高さ	－	0.32	0.19

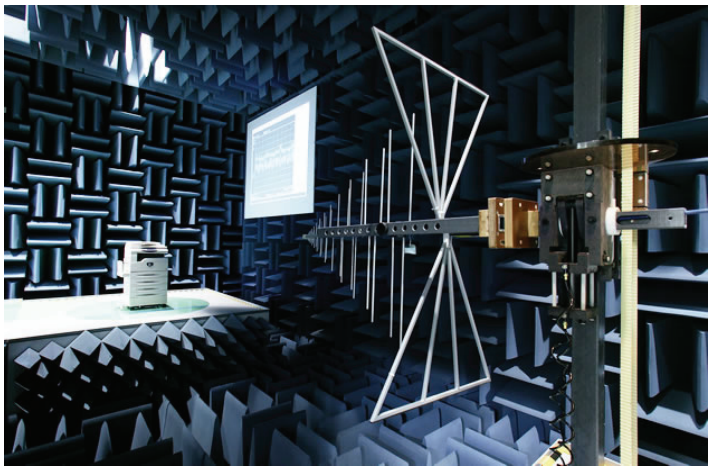


写真 7-1 FAR-B

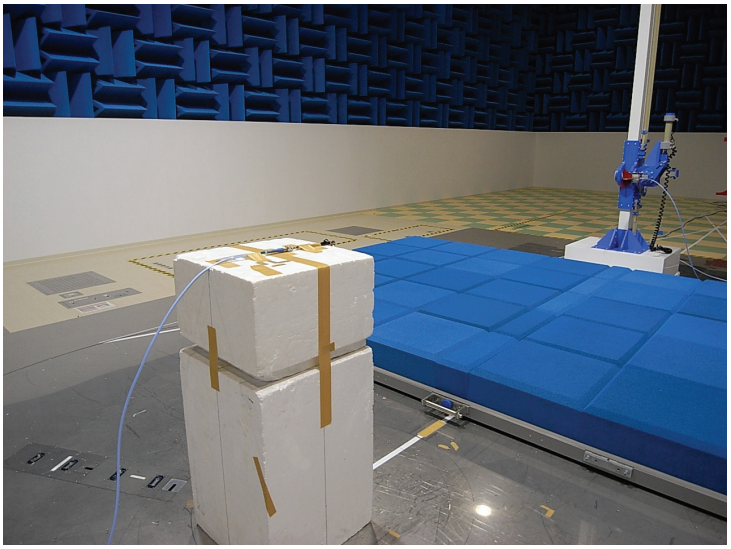


写真 7-2 FSAC-C

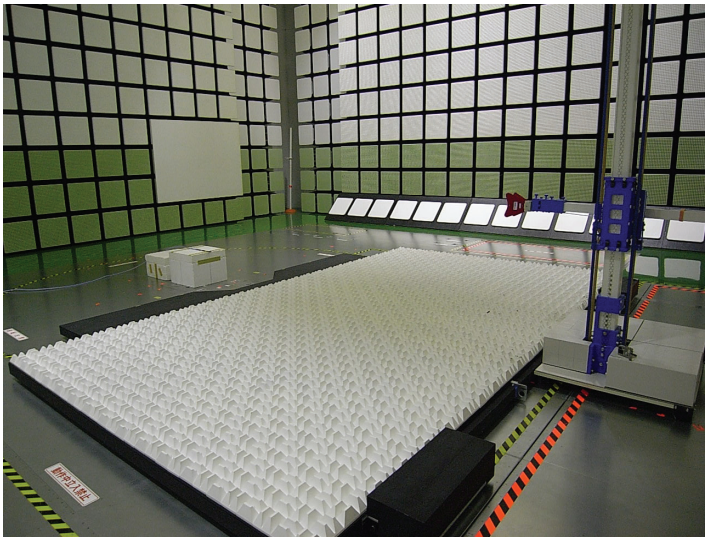


写真 7-3 FSAC-D

7.2 測定機器

1GHz 以上の床面反射影響等に関する追加調査の実験に使用した測定機器を表 7-2 に示す。

表 7-2 測定機器

試験所	FAR-B	FSAC-C	FSAC-D
試験設備	5 m 法 FAR	10 m 法 SAC	10 m 法 SAC
送信アンテナ：1 - 6 GHz	MBA-201（マイクロウェーブファクトリ）		
受信アンテナ： 1 - 6 GHz ダブルリッジドホーンアンテナ	3117 （ETS-LINDGREN）		
ネットワークアナライザ	E8363B (Agilent Technology)		
ネットワークアナライザ 制御・データ取得ソフトウエア	NAMS （東陽テクニカ）		

８．結果

1GHz 以上の床面反射影響等に関する追加調査結果を以降に示す。

8.1 FSAC における IEC 61000-4-22 標準偏差評価法の検証結果

IEC 61000-4-22 案を用いて、図 8-1 に示す様な、試験ボリューム下の床面が金属である FSAC における 1GHz 以上の標準偏差レベルを確認した結果を図 8-2～図 8-3 に示す。

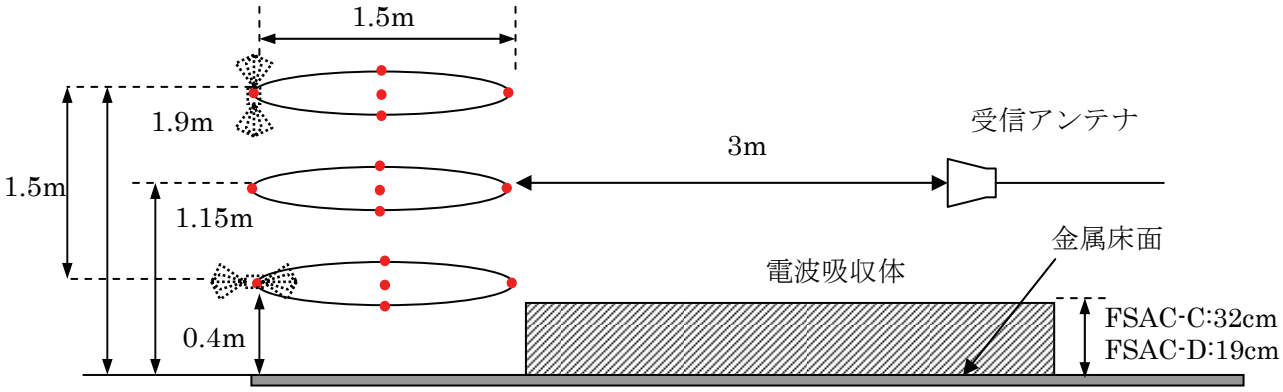


図 8-1 FSAC-C および FSAC-D の試験配置図

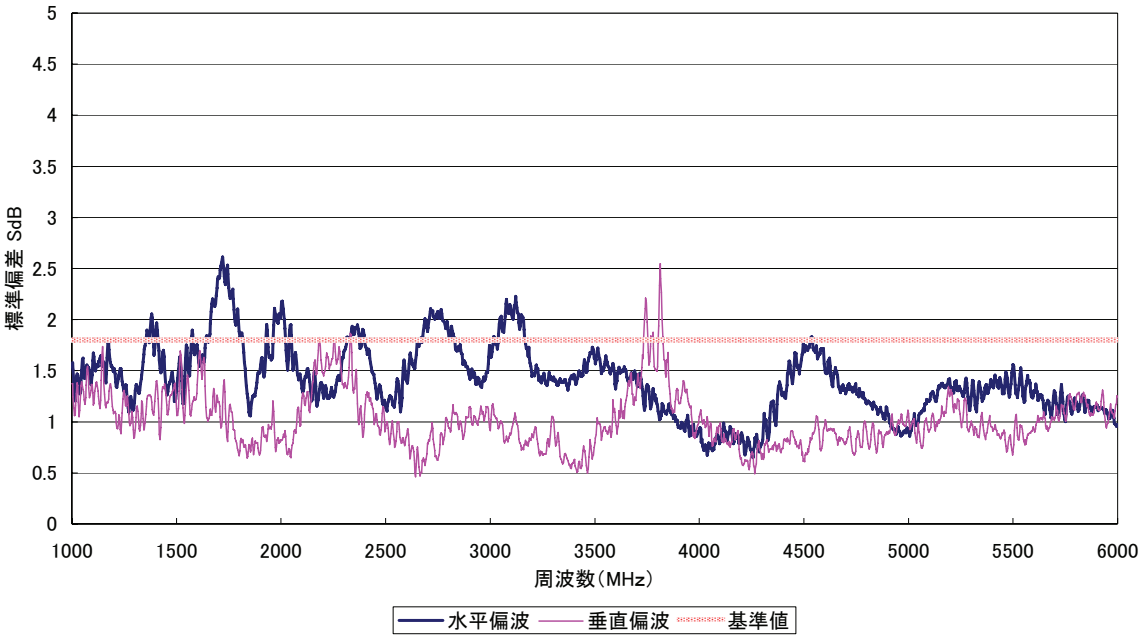
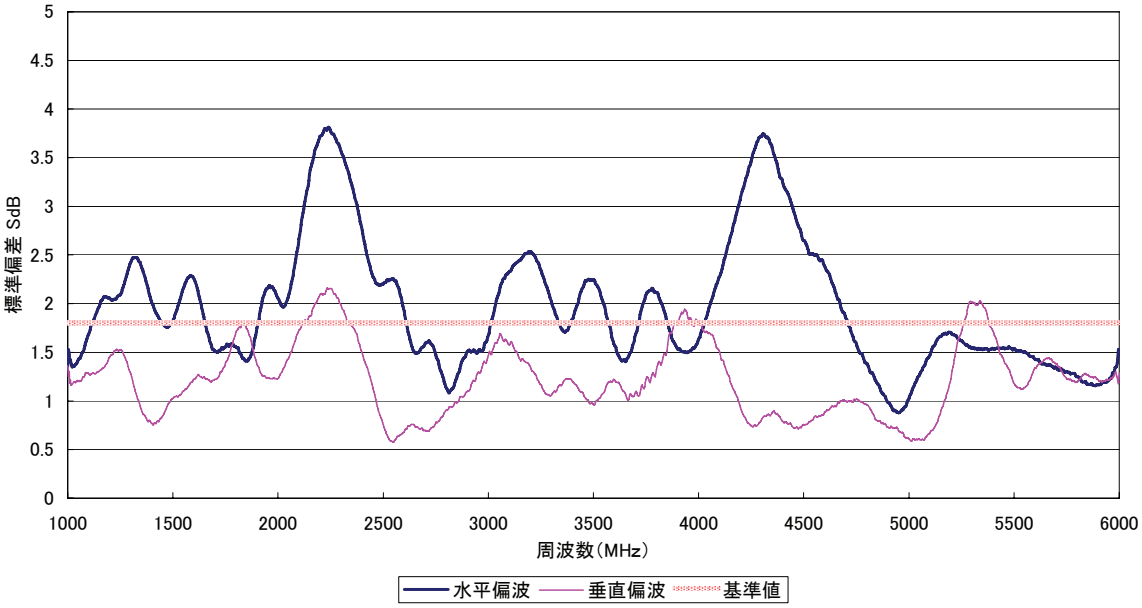


図 8-2 FSAC-C における測定ボリュームの標準偏差



注）FSAC-D 測定では、同軸ケーブル等の影響で定在波が目立ったため、ネットワークアナライザのスムージング機能（２％）を利用したので、見かけ上小さなリンギングが発生していない。

図 8-3 FSAC-D における測定ボリュームの標準偏差

図 8-2 および図 8-3 から、調査対象 FSAC の試験ボリューム下が金属であるため、床面反射の影響で IEC 61000-4-22 の標準偏差 1.8dB には適合しないことがわかる。

このデータから、FSAC-C および FSAC-D の水平偏波の偏差が大きいことがわかる。そこで、それぞれの部屋における測定点毎のデータを図 8-4 および図 8-5 に示す。

ただし、FSAC-C では、標準偏差の最大値が約 2.6dB であり、FSAC-D では、標準偏差の最大値

が約 3.8dB と、床が金属面ではない FAR-B の測定結果よりも標準偏差の最大値が低い結果となった。

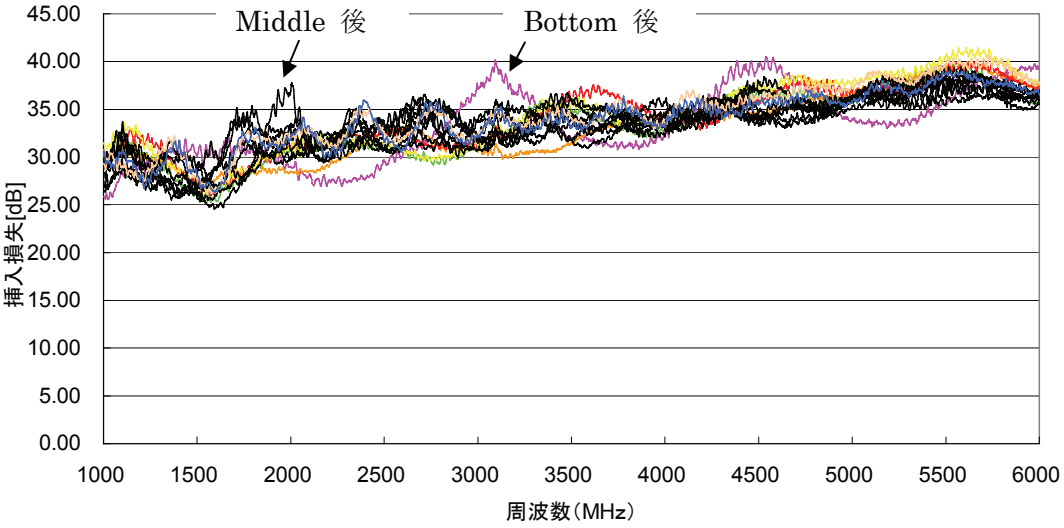


図 8-4 FSAC-C における個別測定データ

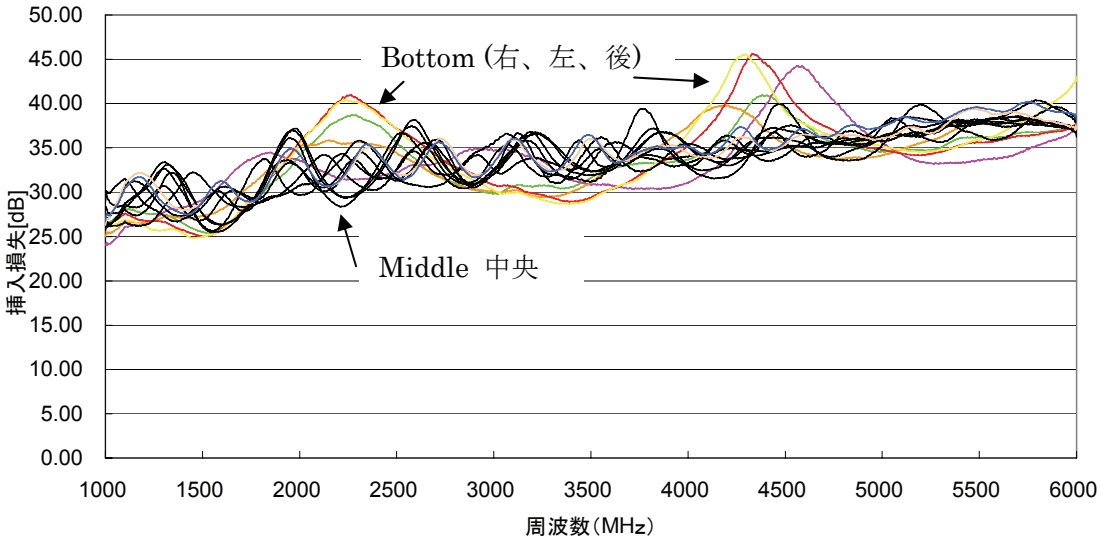


図 8-5 FSAC-D における個別測定データ

この結果では、FSAC-C および FSAC-D ともに Bottom 位置のデータによって、標準偏差が大きくなっている傾向があることがわかる。

ただし、FSAC-D では、Bottom の影響が顕著であるが、FSAC-C では、Bottom のデータが他の測定点に比べて特別大きな値とはなっていない。この差が、標準偏差の最大値に影響しているものと考えられる。

8.2 FAR および FSAC における 1GHz 以上の床面反射レベルの確認

IEC 61000-4-22 案を用いた、FAR-B（図 8-6）、FSAC-C および FSAC-D（図 8-7）における床面近傍反射の影響測定結果を図 8-8～図 8-13 に示す。

床面近傍の影響は、床から 0.2m、0.4m、0.6m および 0.8m の 4 面測定とし、反射の影響を比較した。なお、標準偏差を求めるために、標準測定点 Middle および Top 位置のデータを計算に含めた。

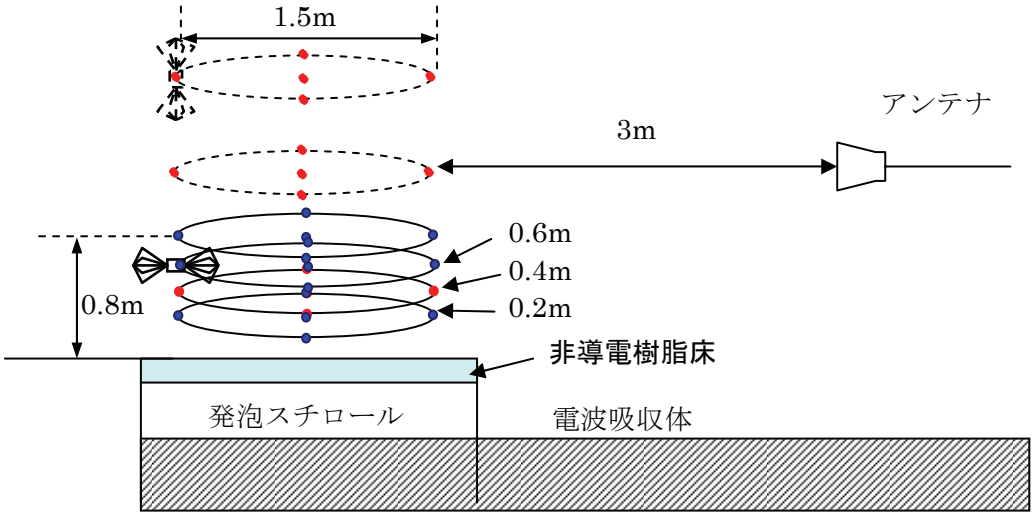


図 8-6 FAR-B 試験配置図

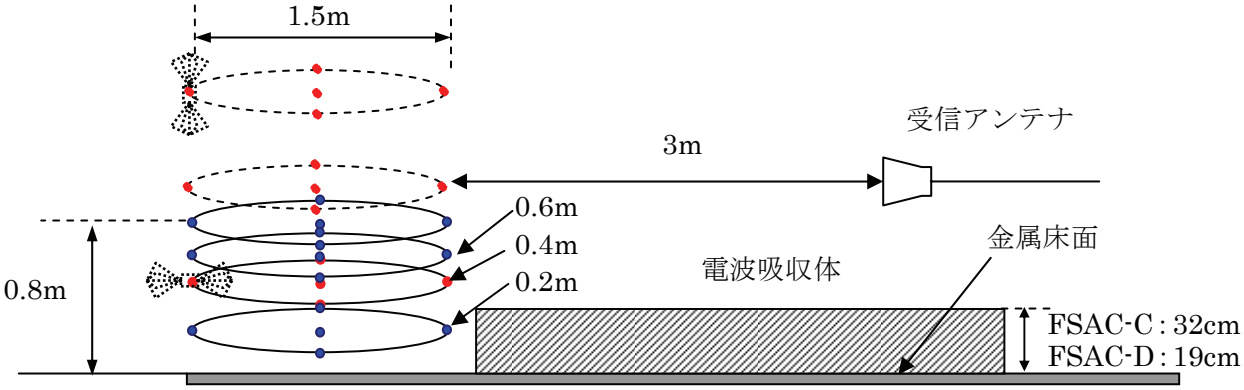


図 8-7 FSAC-C および FSAC-D 試験配置図

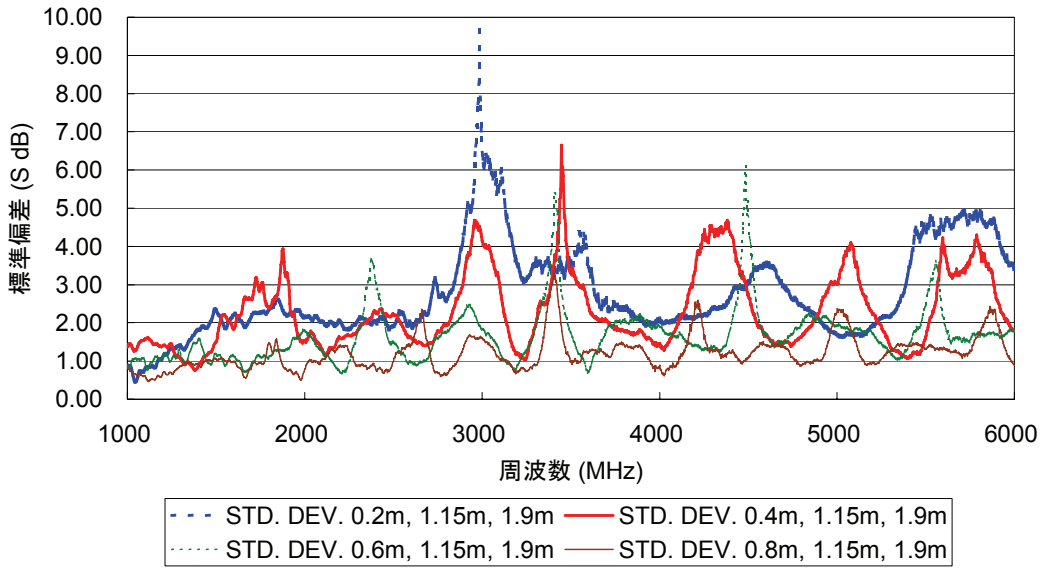


図 8-8 FAR-B の床面高さ毎の標準偏差（水平偏波）

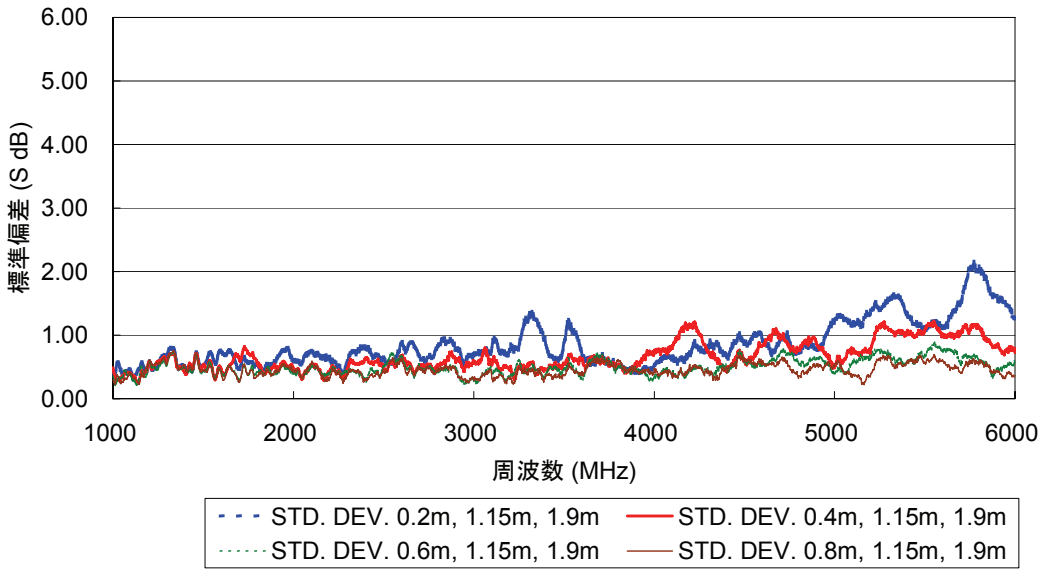


図 8-9 FAR-B の床面高さ毎の標準偏差（垂直偏波）

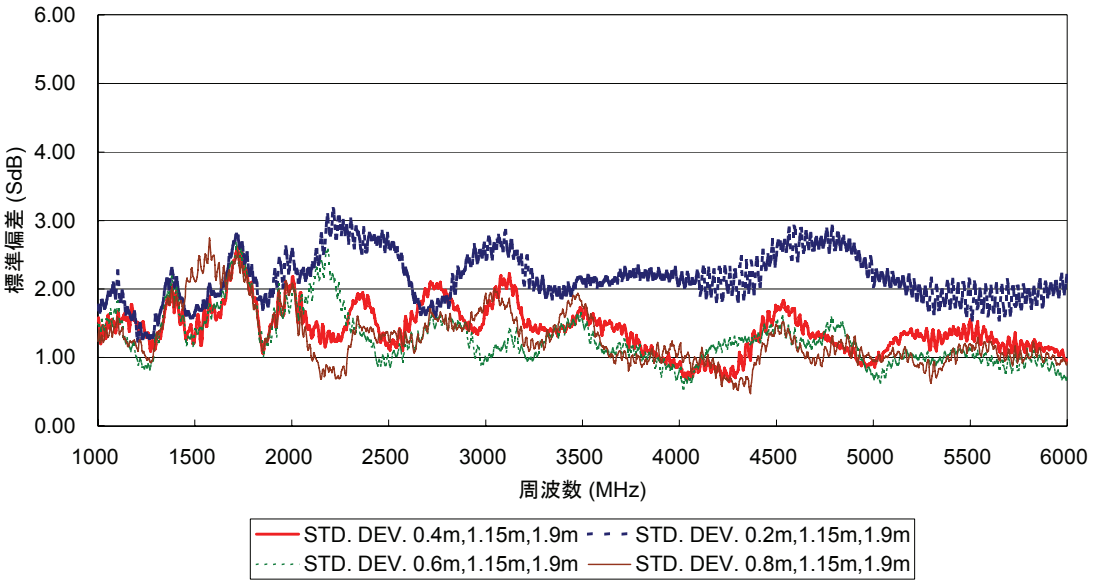


図 8-10 FSAC-C の床面高さ毎の標準偏差（水平偏波）

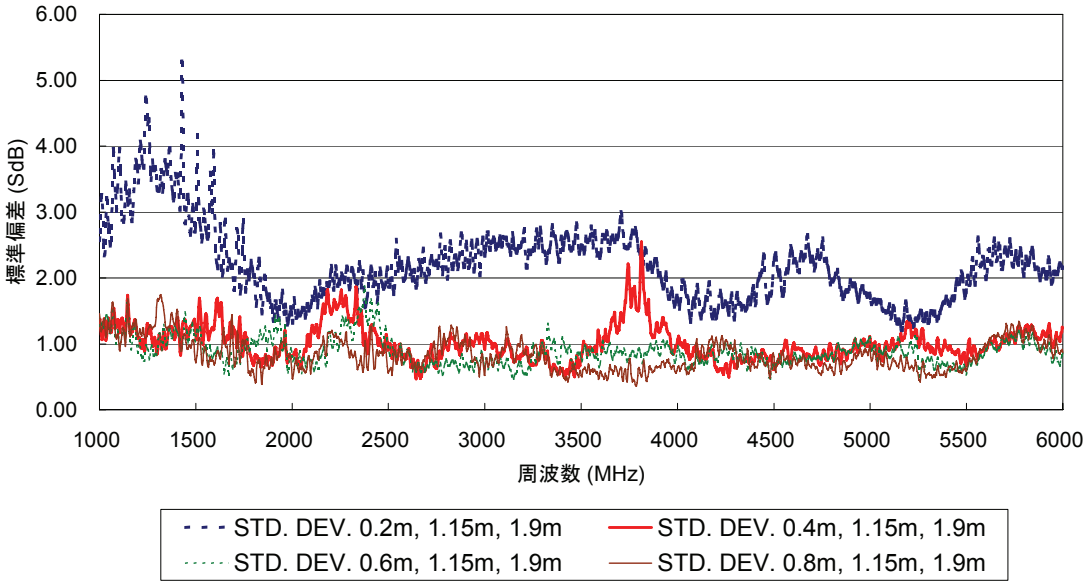


図 8-11 FSAC-C の床面高さ毎の標準偏差（垂直偏波）

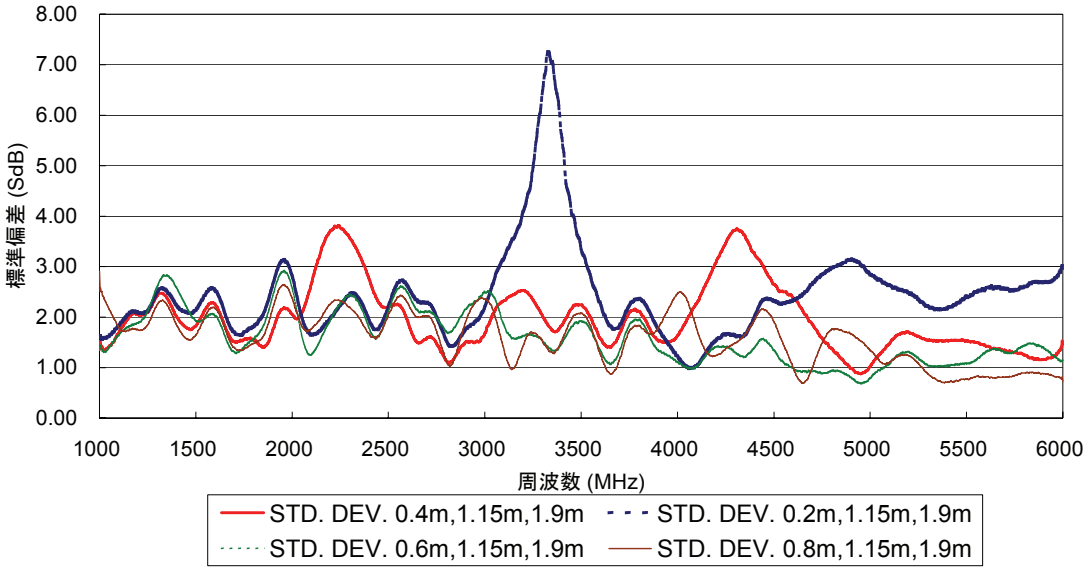


図 8-12 FSAC-D の床面高さ毎の標準偏差（水平偏波）

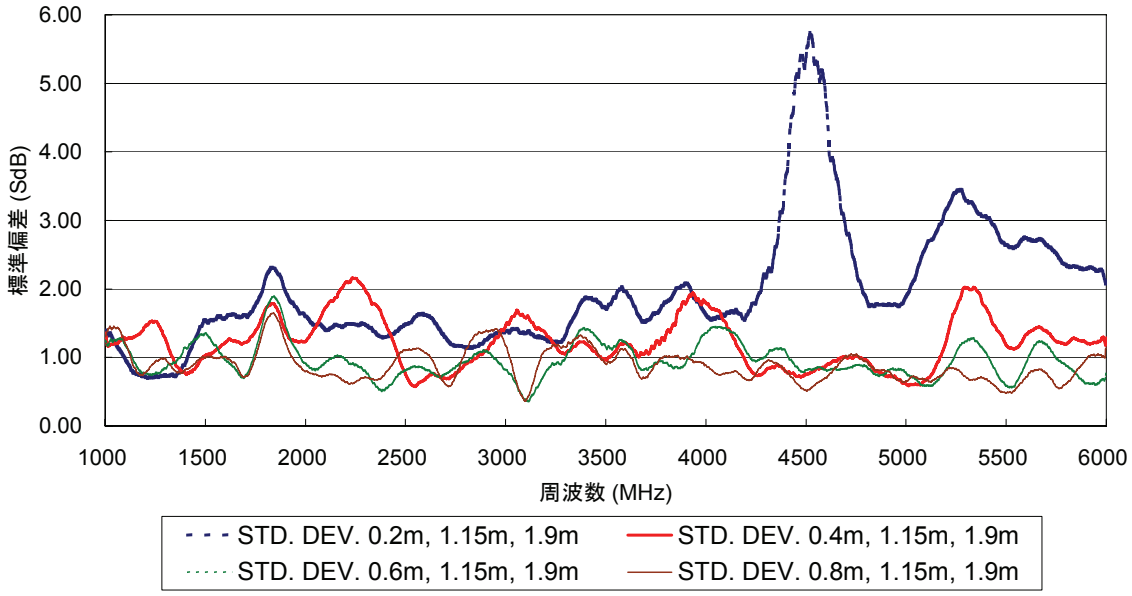


図 8-13 FSAC-D の床面高さ毎の標準偏差（垂直偏波）

この結果から、FAR および FSAC 共に、床面に近づくほど反射の影響が大きく、標準偏差の大きさは床面からの高さに対して、0.2m＞0.4m＞0.6m＞0.8m となっていることがわかる。
ただし、標準偏差は、床面非金属の FAR データの方が床面金属の FSAC のそれよりも大きいという結果になっている。
3 基のデータを比較検証すると、標準偏差の大きさはおよそ、FAR-B＞FSAC-D＞FSAC-C となっている様に見える。
この 3 基の差異を比較した場合、床面から突出している吸収体の高さに関係している様にも見える。つまり、床面から突出している吸収体高さは、FAR-B：約－0.5m、FSAC-D：+0.19m、FSAC-C：+0.32m となっている。

以上のことから、床面反射波の影響に関して、簡易的に第一フレネルゾーンの計算を行った結果を図 8-14 に示す。

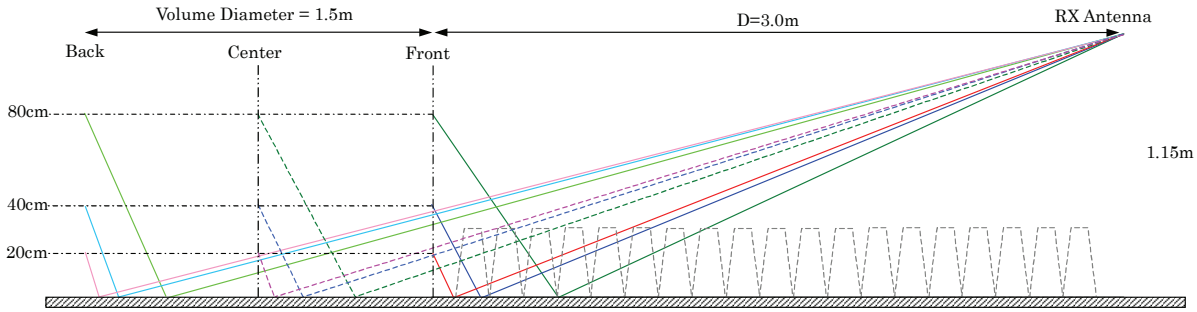
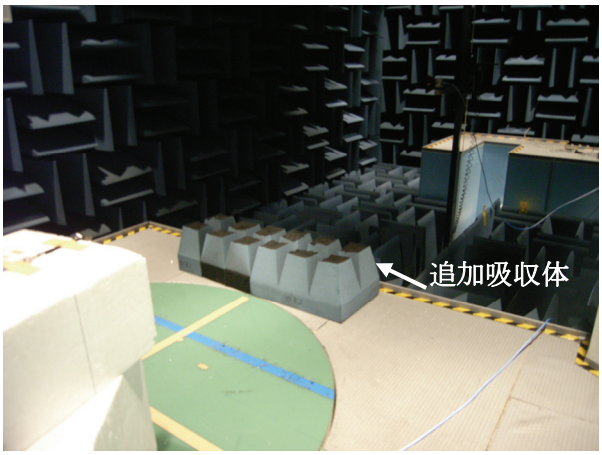


図 8-14 フレネルゾーンの簡易図

図 8-14 中に図示された電波吸収体は CISPR 16-1-4 で要求される 0.3m 高のものである。
この図では、送信源が床面に近づくほど、さらに、受信アンテナに近づくほど、反射波の影響を受けにくいことがわかる。一方、後ろ（受信アンテナから最も遠いボリューム位置）の測定点および床面からの高さが高い送信位置では、吸収体にさえぎられること無く、反射が観測される傾向となっていることがわかる。これは、FSAC-C の測定結果に比較的整合している。
ただし、FAR-B の反射の影響は、単にこの吸収体だけの問題ではない可能性もあり、補足実験として、FAR-B の床面の一部に電波吸収体を敷設した場合の床面反射の影響を確認することとした。

8.3 FAR-B 床面に電波吸収体を敷設した場合の床面反射影響評価結果

8.2 項の調査結果から、補足調査として実施した「FAR-B の床面に 0.3m の電波吸収体を敷設した場合の床面反射影響」を調査した。
追加設置した吸収体は、幅 0.9m×奥行 0.3m×高さ 0.3m のサイズであり、試験ボリュームの前面に配置した。配置図を図 8-15 に示す。



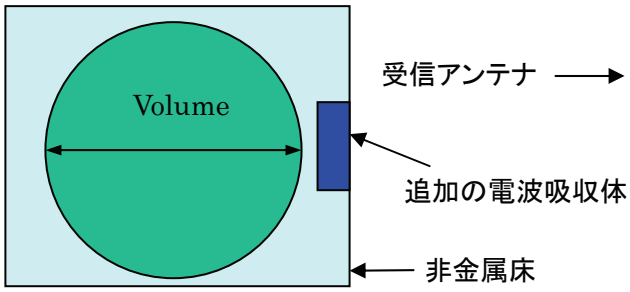


図 8-15 FAR-B 床面追加吸収体配置図

本追加吸収体設置後の測定結果を図 8-16 に示す。

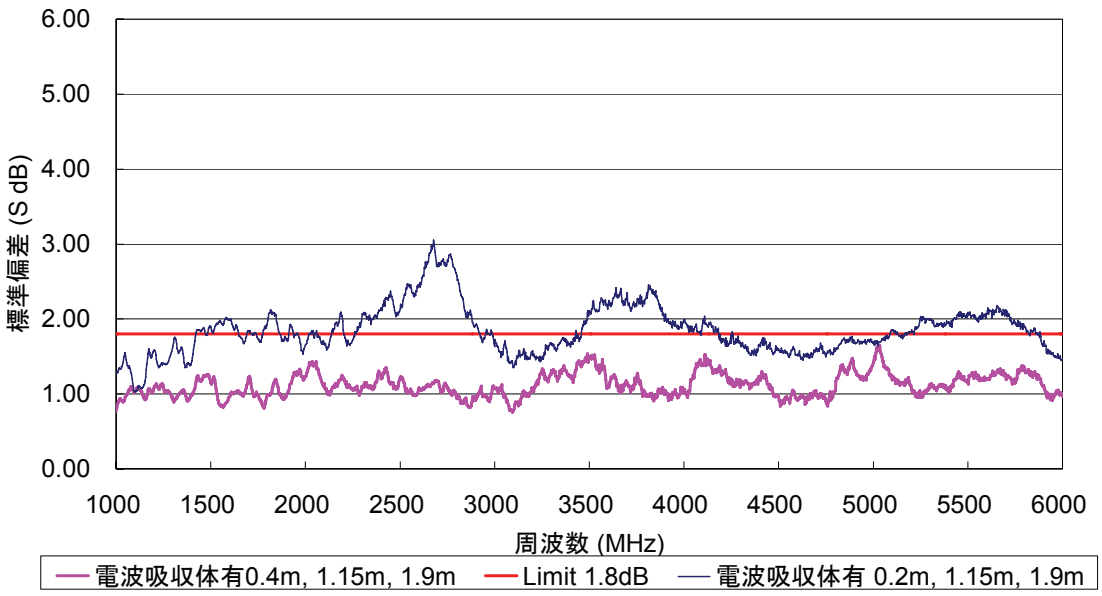


図 8-16 FAR-B 床面に吸収体を追加したときの水平偏波の標準偏差

図 8-16 でも明らかな様に、たとえ小さなサイズであっても、試験ボリュームの前面に電波吸収体が設置されることで、標準偏差は大幅に改善される結果となった。

特に、0.4m の位置の標準偏差では、FAR-B は水平偏波において IEC 61000-4-22 が要求する 1.8dB の偏差に適合する結果となった。

逆に言えば、床面よりも電波吸収体が突出した設備の場合、実際の床置型 EUT では測定結果に影響が出る可能性があることを示していると考えられる。

９．考察

今回の調査結果、特に、追加調査を行った床面反射の影響から、以下の様なことが考えられる。

(1) EUT の配置サイズを考慮した試験ボリュームの評価法は、試験設備の妥当性検証として適切な手法であると考えられる。

ただし、床置型装置の設置を考慮した場合、FAR 床面は何がしかの補強が必要となり、1GHz 以上においては、床面材料による床面近傍での反射の影響が顕著に現れる。

しかし、床面近傍の測定点（Bottom 面）を排除した場合、その要求基準は FAR 構造でなくとも規格に適合する結果となり、床置型装置の試験所毎の測定差異や再現性に大きな影響を与える可能性がある。

(2) 床面上に設置された、あるいは、床面よりも突出した電波吸収体が試験ボリュームとアンテナ間に存在する場合、床からの反射の影響が観測しにくくなる。結果、標準偏差を小さくすることはできるものの、床置型装置の試験所毎の測定差異や再現性に大きな影響を与える可能性がある。

(3) 今回の一連の調査結果から、現在、FAR または簡易 FAR の評価法として用いられている CISPR 16-1-4 は、床置型装置の試験や現行設備を容易に流用できるという利点がある一方、当該規格

が要求する試験所の妥当性検証方法に適合した異なる試験所間で、測定結果に差異を生じる要因を含んでいるように思われる。

１０．結論

今回の一連の調査検討結果から、当委員会は、CISPR 16-1-4 5.8 項、8 項および IEC 61000-4-22 規格案に対して、以下の様な改善が必要であると考える。

10.1 IEC 61000-4-22 に関して

(1) 1GHz 以上のサイト標準偏差値に関しては、床置型装置を考慮して、以下の様な緩和が必要であると思われる。

① 床置型装置を考慮した試験所の救済

床置型装置は特定の重量があるため、床面の補強が必要である。しかし、この補強材がたとえ非導電性物質であっても特に高い周波数帯域（1 GH z 以上）の電磁波の反射を招く。そこで､床置型装置のボリューム評価は以下の様な 2 段階の許容値を設けることを提案する。

② 試験ボリューム評価位置

試験ボリューム下端（Bottom）は、床面の反射を考慮してたとえば、1.5m のボリューム高さでは、0.4m の測定位置を含める。

③ 許容値の判定

床近傍を含めた 15 ポイントの標準偏差を計算し、その偏差が全周波数にわたって 1.8dB 以下であれば部屋は適合していると判断する。

もしも、1.8dB を超えていた場合、次の 2 つのステップでの確認を行う。

a) 15 ポイントの標準偏差が 1 GHz 以上において 3dB 以下であること
（金属床面は許容しないために、1GHz 以下は緩和対象から除外する。）

b) Bottom の 5 ポイントを除いた残り 10 ポイント（Middle および Top）で標準偏差を計算し、この偏差が 1.8dB 以内であれば床置型装置の試験環境として適合していると判断する。

(2) 標準偏差だけでは、距離減衰の影響が明確にならないため、2 通りの評価を規定する。

① 15 ポイントの試験ボリューム評価（現行の規定案）

② ボリューム中心点から受信アンテナまでの距離（3m＋ボリューム半径）における自由空間減衰量±4dB の判定

(3) 電波吸収体が床面（仮想床面）よりも上に設置されるか､突出している構造は好ましくないが、必要な場合は、たとえば、吸収体の高さは 0.3m を超えてはならないこと等を規定する。

更に、部屋の評価は全ての周波数帯域にわたって同一の評価法、評価配置で検証しなければならないし、周波数毎に電波暗室環境を変化させるべきではない。

10.2 CISPR 16-1-4 5.8 項および 8 項に関して

CISPR 16-1-4 8.2 項の FSOATS と IEC61000-4-22 の FAR は異なる環境であるが、類似環境なので、床金属面に電波吸収体を敷設した「床面に電波吸収体を持つ金属床面電波暗室（FSOATS）」の評価法（CISPR 16-1-4）と、「FAR の評価法」（IEC61000-4-22）は、同一の評価法（IEC61000-4-22 標準偏差評価法）とすべきである。

つまり、IEC 61000-4-22 が制定された後、CISPR 16-1-4 の当該項を IEC 61000-4-22 に置き換えることが望ましいと思われる。ただし、許容値（判定値）は異なるかもしれない。

１１．課題と今後の対応策

当委員会では、以下の目的を達成するために検証と試験を行ってきた。

① 放射妨害波測定方法に対する技術的内容の把握と吟味

② 各社の放射妨害波測定設備の投資戦略に寄与する技術情報の提供

③ 放射妨害波測定設備および測定法に関する IEC,CISPR の該当規格に対する改善提案

本目的に対しては一定の効果と結果を導き出すことができたが、FAR 環境（測定環境）の適正な評価という点では、現在発行されている国際規格において、いくつかの問題点が確認され、さらに、審議中の国際規格においても修正すべき点が見出された。

このことから、当委員会は、次年度以降についても技術的な検証を踏まえた検討と提案を続けていく予定である。

現在 EMC 業界では、コスト的な背景からイミュニティ試験に用いる FAR を妨害波測定に有効利用する動きがある。世界情勢としてもこの動きは避けられない状況であり、今後、監査機関が FAR を用いて評価する可能性が高い。FAR を保有していない製造業者では現在保有する SAC を FSAC として利用出来ることが有益であると考える。このため、本調査の結果を踏まえ、「FSAC は FAR の代替サイトになりうるか」の観点で調査継続を行う。

おわりに

3 年間に亘り本調査をご支援いただきました日本自転車振興会殿、ならびに調査研究実施に当たり本活動にご協力いただきました皆様に感謝いたします。

Appendix-A 規格の概要、解説

IEC 61000-4-22 は、CISPR 16-1-4 および IEC 61000-4-3 で個別に規定されている FAR 設備の要求条件と、CISPR 16-2-3 および IEC 61000-4-3 で個別に規定されている試験方法を統一し、整合させることを目的として策定されたものである。

IEC 61000-4-22 は、床面に大地面を持たない電波暗室における性能を全周波数帯域において同一の SWR 法を用い、各測定点における測定結果を付帯設備も含めてシステム変換係数として数値化し、その標準偏差により性能を評価している。以下測定ポイントの相違点を示す。

表 A-1 CISPR 16-1-4、IEC 61000-4-22 対比表

<table>
<tr><th colspan="3"></th><th>CISPR 16-1-4</th><th>IEC 61000-4-22 案</th></tr>
<tr><td colspan="3">試験ボリュームと測定距離の関係</td><td>試験ボリュームの最大直径および高さ(m) / 測定距離(m)
1.5 / 3.0
2.5 / 5.0
5.0 / 10.0</td><td>3m または 5m
ボリューム最大直径および高さは、標準偏差に適合すれば条件規定無し</td></tr>
<tr><td rowspan="6">30MHz -1GHz</td><td colspan="2">評価法</td><td>NSA 法（5.8 項）</td><td>SWR 法</td></tr>
<tr><td rowspan="3">測定点</td><td>上面</td><td rowspan="3">前・後・左・右・中心
計 15point</td><td rowspan="3">前・後・左・右・中心
計 15point</td></tr>
<tr><td>中心</td></tr>
<tr><td>下面</td></tr>
<tr><td colspan="2">測定距離</td><td>測定点に関わらず一定（測定点－受信点）</td><td>測定点毎に異なる（受信アンテナ固定）</td></tr>
<tr><td colspan="2">アンテナ向き</td><td>送受信アンテナは互いに向き合う（図 B-1 参照）</td><td>ボリュームの中心に向かって常に一定（図 B-1 参照）</td></tr>
<tr><td colspan="2">判定方法</td><td>対基準値偏差：±4dＢ以下</td><td>標準偏差
30 - 80 MHz:1.3dB 以下
80MHz～:1.8dB 以下</td></tr>
<tr><td rowspan="6">1GHz 以上</td><td colspan="2">評価法</td><td>SWR 法（8 項）</td><td>SWR 法</td></tr>
<tr><td rowspan="3">測定点</td><td>上面</td><td rowspan="2">前・左・右・中心
（各 6 ポイント）計 48point</td><td rowspan="3">前・後・左・右・中心
計 15point</td></tr>
<tr><td>中心</td></tr>
<tr><td>下面</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">測定距離</td><td>測定点に関わらず一定（測定点－受信点）図 B-1 参照</td><td>測定点毎に異なる（受信アンテナ固定）図 B-1 参照</td></tr>
<tr><td colspan="2">アンテナ向き</td><td>送受信アンテナは互いに向き合う。（図 B-1 参照）</td><td>ボリュームの中心に向かって常に一定（図 B-1 参照）</td></tr>
<tr><td colspan="2">判定方法</td><td>最大最小値偏差：6dB 以内</td><td>標準偏差
30 - 80 MHz:1.3dB 以下
80MHz～:1.8dB 以下</td></tr>
</table>

測定ポイント（IEC 61000-4-22 と、CISPR16-1-4 の比較）

IEC 61000-4-22

・周波数範囲：全帯域

・評価法：SWR（標準偏差）法

・測定距離

受信アンテナの基準点から、試験ボリュームの測定軸上の最も接近している周囲（以下 Front）までの距離と定義し、測定するポイントに関わらずこの距離は一定とし、受信アンテナは移動させないこと。

・受信アンテナ

高さ位置は、試験ボリュームの Middle の中心位置に向けて配置し固定とする。

・図 A-1 参照

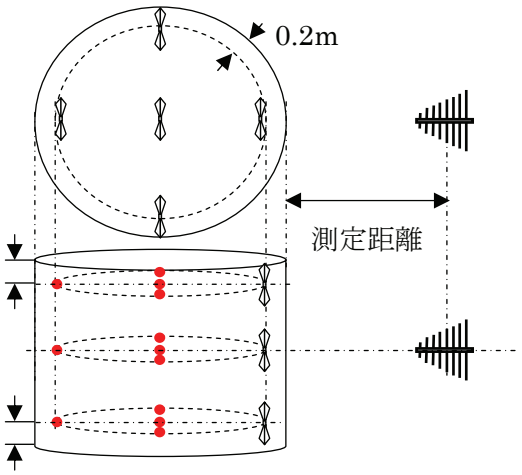


図 A-1 IEC 61000-4-22　帯域共通の配置

CISPR16-1-4

周波数範囲：30MHz～１GHz

・評価法：NSA 法

・測定距離

測定ポイントとアンテナ間を常に同一の測定距離に合わせる（測定点に関わらず一定）

・受信アンテナ

高さ位置は、試験ボリュームの Middle 面位置の高さで固定し、各測定ポイントに向け、測定軸を合わせる。

・図 A-2 参照

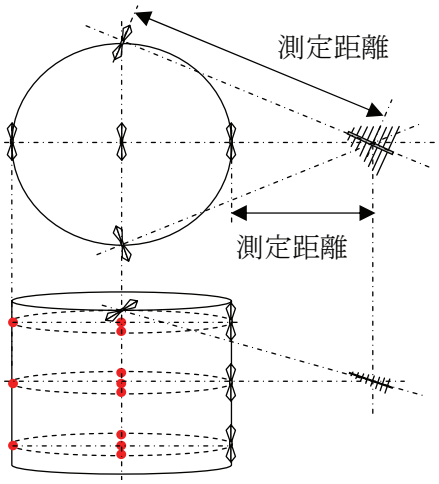


図 A-2 CISPR16-1-4 30MHz～１GHz の配置

周波数範囲：１GHz 以上

・評価法：SWR（標準偏差）法

・測定距離

F1,C1,R1,L1 の基準点とアンテナ間を同一の測定距離に合わせる。

・受信アンテナ

各測定面に合わせる（Middle および、Top 面）

・図 A-3 参照

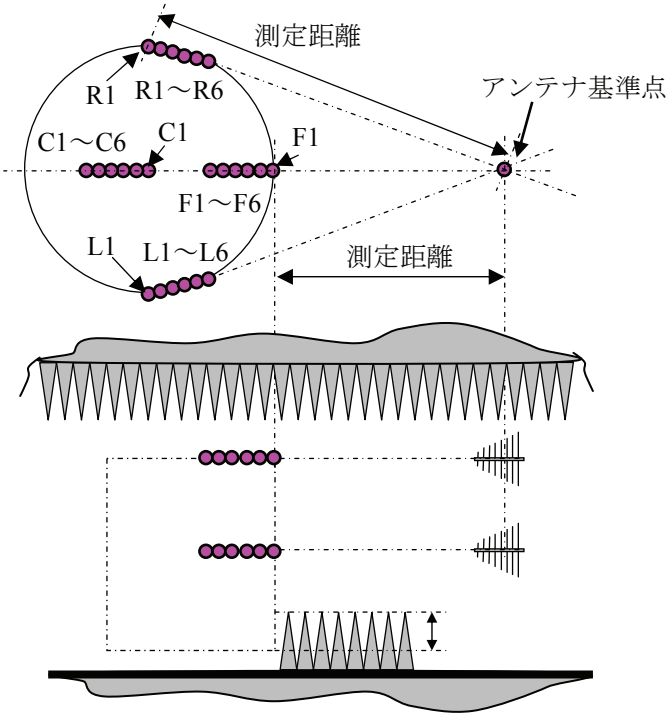


図 A-3 CISPR16-1-4　１GHz 以上の配置

Appendix-B 国際標準化への提案文書

Examination Report for IEC61000-4-22 (Draft) Standard Deviation Method

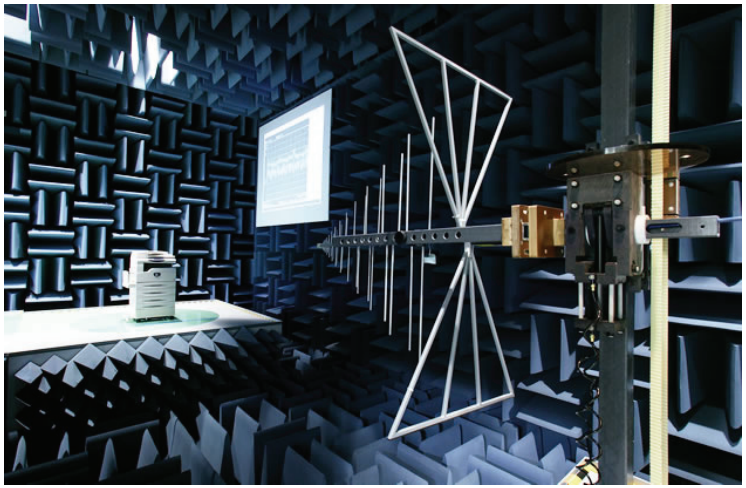
14 September, 2007

This report is an investigation result of Multimedia EMC Committee of JBMIA with financially supported by the JAPAN KEIRIN Association.

Background and Purpose

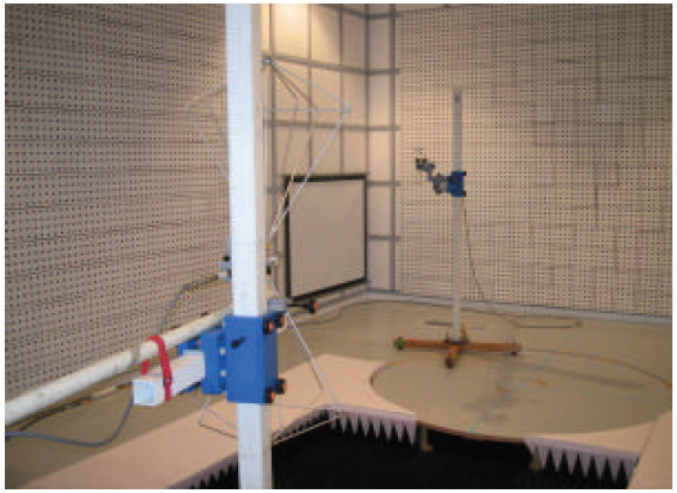
- JBMIA reported the results of site evaluation under CISPR 16-1-14, and submitted some concerns by the document No. “FAR_064_JBMIA Report Vietnam Mack.” With the same two FARs used at the last evaluation, SWR measurements specified in the draft IEC 61000-4-22 were conducted to study the validity of this evaluation method.
- The FARs, a transmitting antenna (mini-biconical antenna) and receiving antennas (biconical antenna, log-periodic antenna and double-ridge guide antenna) used for this study were as the same ones as those used at the last site evaluation (ie. FAR_064).

FAR-A



W=7m, D=12m, H=7m

FAR-B



W=5m, D=8m, H=3.5m

Findings from the Study

Considerations from the Standard Deviation Measurements

- In the FAR draft, a requirement for standard deviation (S-dB) should be reduced from 1.8db to 1.3dB in the frequency band of 80MHz or below. However, a standard deviation inclined to exceed 1.3dB in the frequency band from 30MHz up to 80MHz.
- A FAR that is intended to test floor-standing type products usually has a reinforced floor. Reflections by such floor materials made S-dB highly exceed 1.8dB above 1GHz. Particularly the data near around the floor (0.4m high from the test floor) contributed to make overall standard deviation worse.
- Comparing the results of S-dB (IEC61000-4-22) with NSA(CISPR 16-1-4) that were measured at the same test point (ie. Volume position), the evaluation result by S-dB was not consistent with that by NSA. However, with considering the issues for the evaluation results and the actual EUT test results, the evaluation of S-dB should be appropriately verified FARs.
- A difference in Average System Transducer Factor (C-dB) is smaller that that in S-dB capability. Since a principle distance decay (contradistinction of 3m distance with attenuation) is not considered in the present C-dB, a verification, such as an evaluation of differences from principle distance decay for a judging criterion, might be necessary.
- A measurement distance is not proportional to a volumetric capacity (ie. (cylinder size). A volumetric capacity does not always become larger even though a measurement distance becomes further (3m to 5m). （However, it is practical in performance.)

Proposal from JBMIA

Considering the study results, JBMIA would like to propose the followings:

A) Consolidation of Allowable Limit for Standard Deviation (S-dB)

The present allowable limit of S-dB is 1.3dB for 30MHz~80MHz, and 1.8dB for 80MHz or greater.

In view of capability and cost of absorbing materials of FAR in a low frequency band, 1.8dB standard deviation should be desirable for 30MHz~80MHz as well as that for the other frequency bands.

B) Regarding Average System Transducer Factor (C-dB)

Even though S-dB is different per FAR, the difference of C-dB is small. A principle distance decay (contradistinction of 3m distance with attenuation) is not considered in the present C-dB, a verification, such as an evaluation of differences from principle distance decay for a judging criterion, might be necessary.

Related to this issue, it would be required to clarify a procedure for transmitting antenna factors in case that a network analyzer is used. (Free space? Preconditions)

C) Replacement of NSA of CISPR 16-1-4 by Standard Deviation (S-dB)

From the study results it can be considered that the JWG-FAR draft would be more appropriate to evaluate FAR than the evaluation method of CISPR 16-1-4 NSA and SVSWR (JBMIA admit that this JWG-FAR method might be partly amended.).

Therefore, JBMIA recommend to replace the CISPR 16-1-4 FAR evaluation method by this standard IEC61000-4-22 as Japan National Committee proposes.

Proposal from JBMIA

D) Bail-out of FAR for floor standing products

As floor standing products have specific weight, some reinforcement would be required to test plain floor. Even though the materials for the reinforcement are non-conductive substances, they should induce electromagnetic reflections particularly in the higher frequency bands.

Therefore, JBMIA proposes the two steps allowable limits to a volume evaluation for a floor-standing product as follows:

- Position of Volume Evaluation

  Bottom end of the volume shall include a position on 0.4m high from the floor, and total three (3) surfaces with centre and upper end of cylinder. (same as IEC61000-4-22 draft)

- Judgment of Allowable Limit

  Standard deviations of total 15 points including the position near above the floor shall be calculated. If its result (S-dB) is 1.8dB or less for all frequencies, the FAR is evaluated as appropriate.

  If a S-dB for the above 15 points exceed 1.8dB, the following two conditions must be satisfied simultaneously: Please not that application of these conditions are limited to the frequency band 1Ghz or greater.

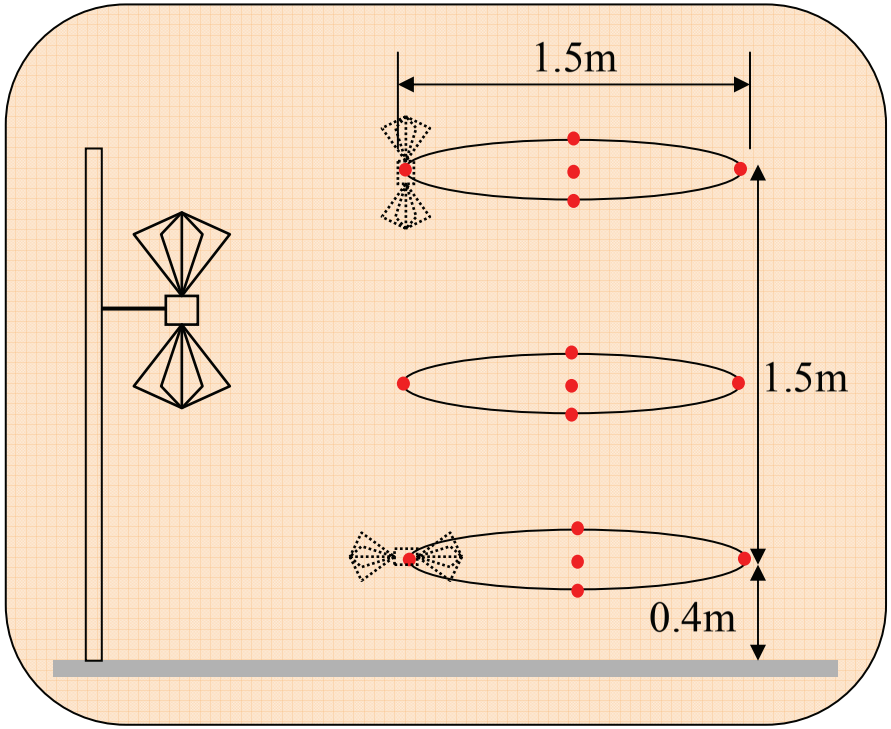
  1) **The standard deviation for the 15 points shall be 3dB or less in the 1GHz or greater frequency band. (Since a metal floor is not allowed, the frequency bands 1GHz or less are excluded from this bail-out plan.)**
  2) **When the standard deviation (S-dB) for 10 points (volume center and upper end), deducted 5 points 0.4m high from the floor, is calculated, it shall be 1.8dB or less.**

  If the above two conditions are satisfied, the FAR is considered to be appropriate for testing a floor-stand product (see page 23).

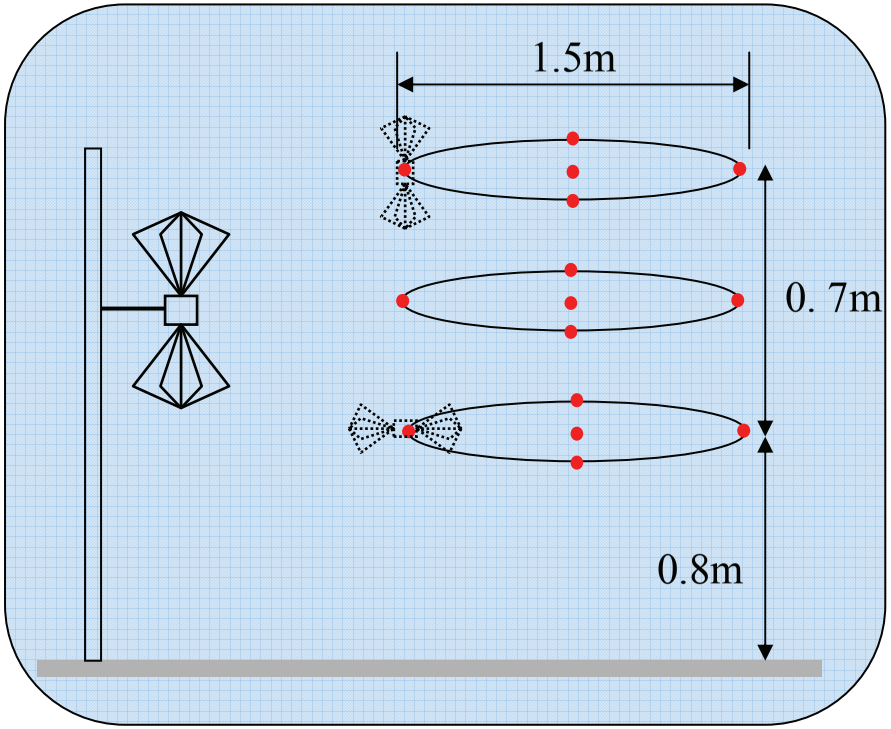
Details of FAR Test Results

IEC61000-4-22 (Draft) S-dB Measurement Layout

FAR-A



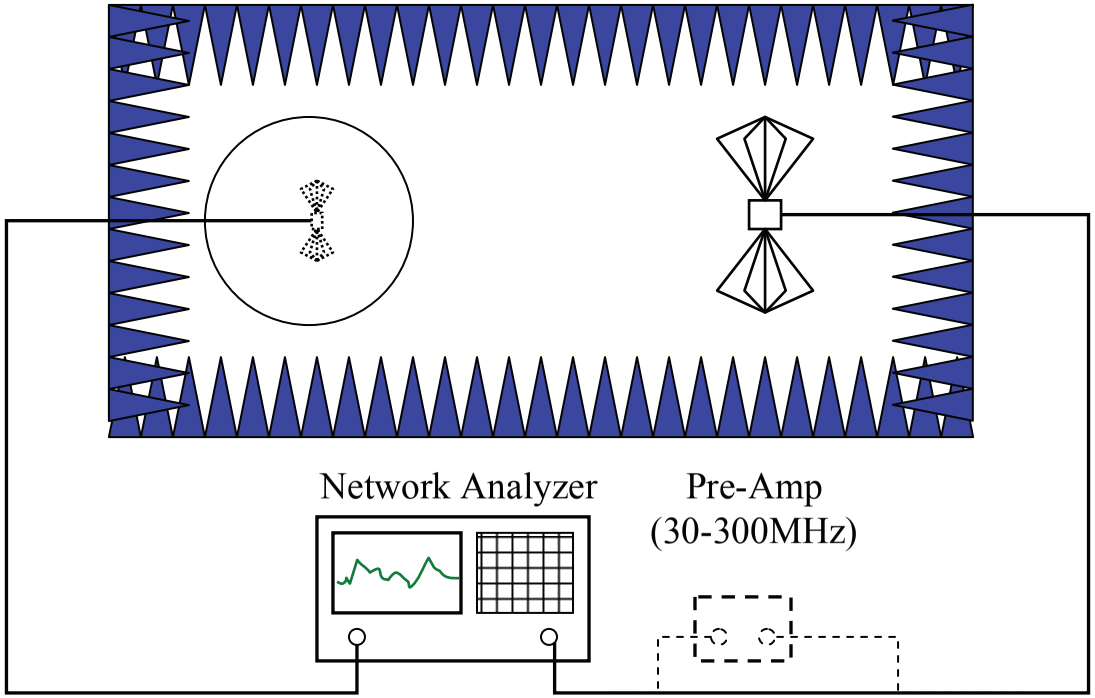
FAR-B



The same volume layout as CISPR 16-1-4 SA was introduced to both measurement under CISPR 16-1-4 and IEC61000-4-22, in order to make good comparison with the measurement results of CISPR 16-1-4 SA (see FAR_064_JBMIA Report Vietnam Mack.pdf). In order to be consistent with the measurement for CISPR16-1-4 SA, the transmitting antenna was placed to align the balun center to the specified position. Since FAR-B is smaller chamber that is not intended to test a floor-stand product, the bottom end of volume was determined at 0.8m high from the floor as it was as the same as at the CISPR 16-1-4 measurement.

IEC61000-4-22 (Draft) S-dB Measurement Configuration

- A network analyzer was used for this measurement.
- In the system transducer factors, only the receiving antenna factor and space loss were considered with excluding the cable losses of transmitting and receiving antenna and transmitting antenna factor.
- A pre-amplifier was used for the measurement of the frequency band from 30MHz to 300MHz, in order to maintain a dynamic range. (The dynamic range of this pre-amplifier had been confirmed prior to the measurement.)
- The same measurement system (transmitting and receiving antennas, coaxial cables, network analyzer and pre-amplifier) was used to evaluate both FAR-A and FAR-B.

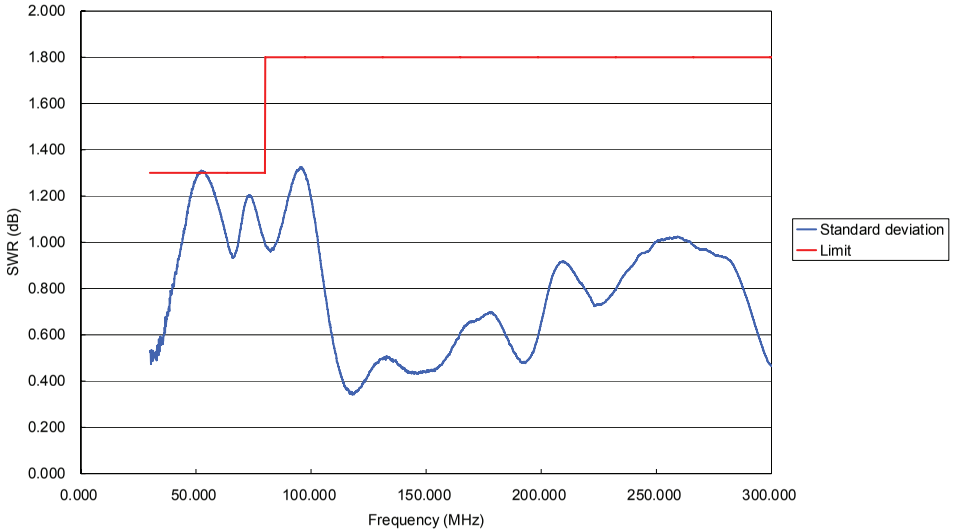


FAR-A

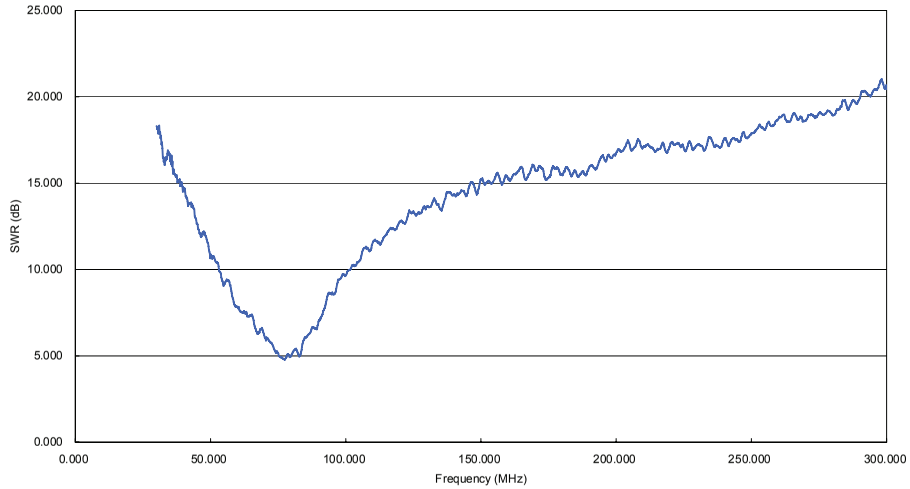
Standard Deviation and Average System Transducer Factor

FAR-A SWR Data (30MHz to 300MHz)

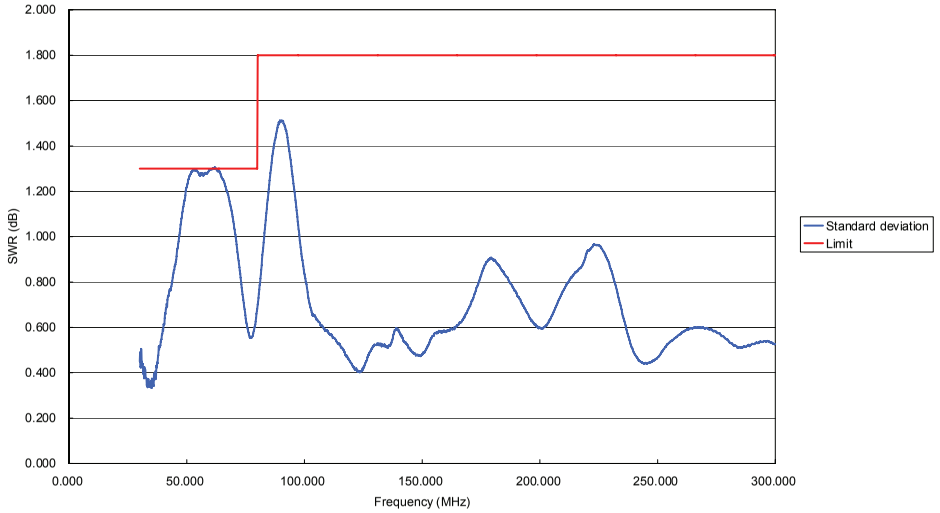
Horizontal, 3m distance



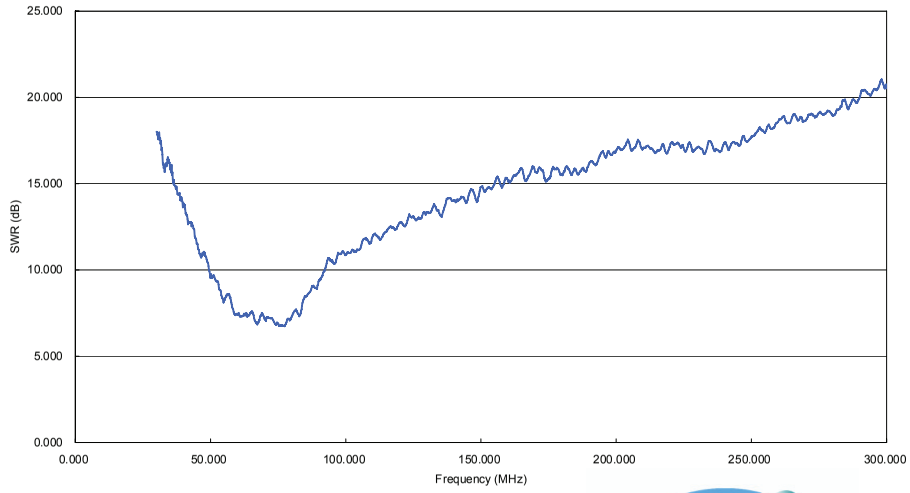
Horizontal, Average System Transducer Factor



Vertical, 3m distance

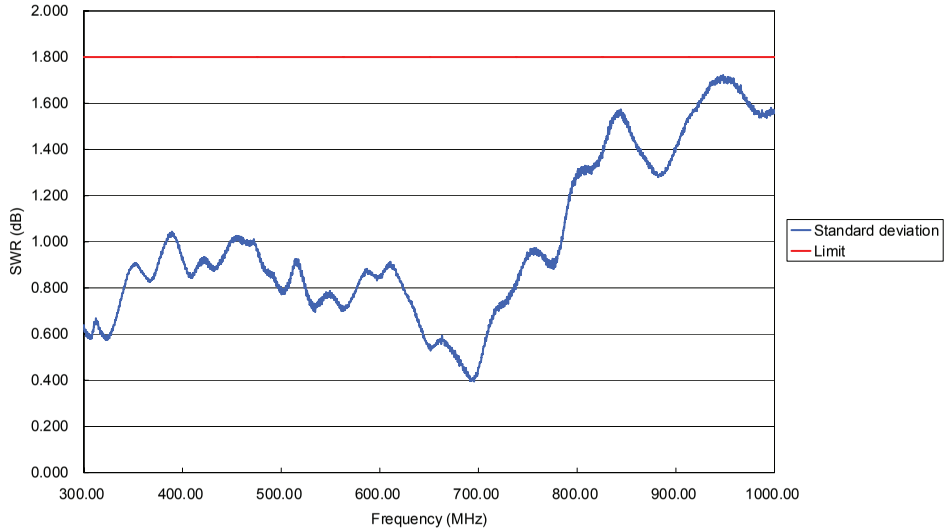


Vertical, Average System Transducer Factor

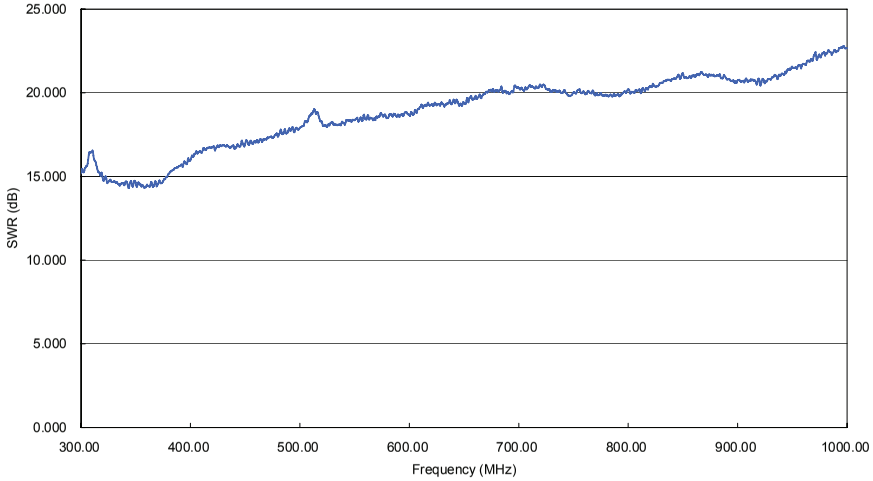


FAR-A SWR Data (300MHz to 1GHz)

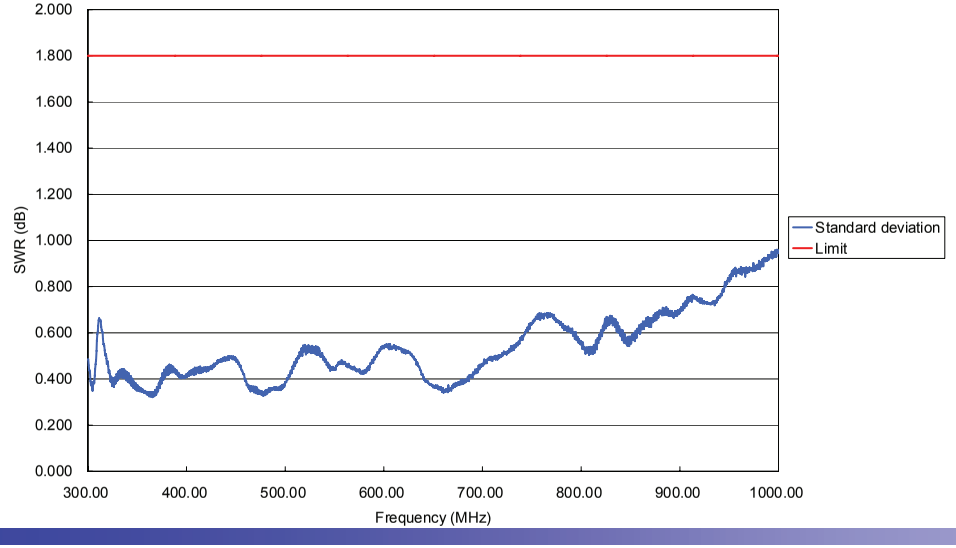
Horizontal, 3m distance



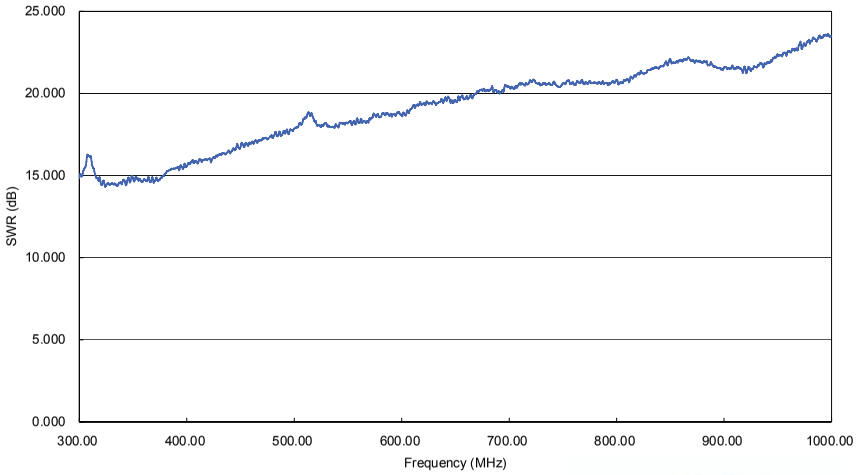
Horizontal, Average System Transducer Factor



Vertical, 3m distance

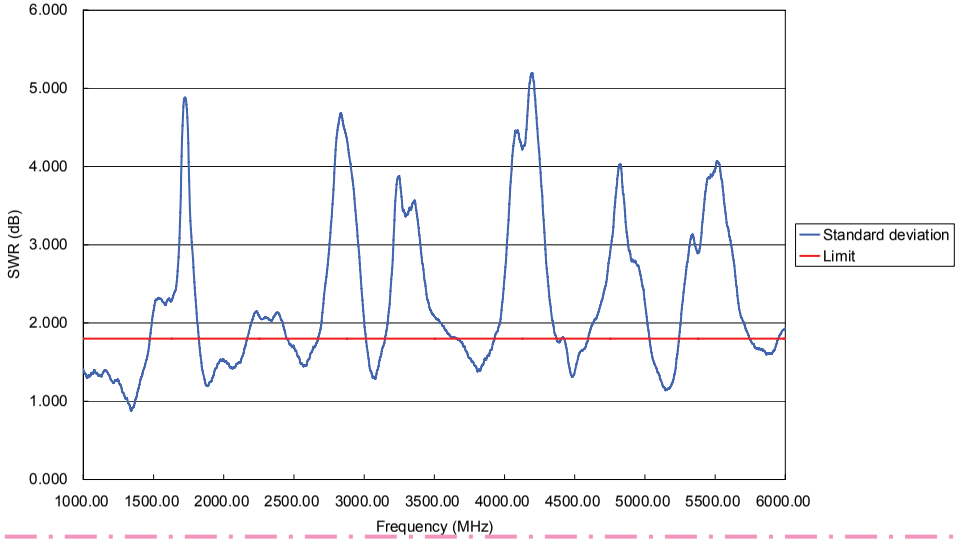


Vertical, Average System Transducer Factor

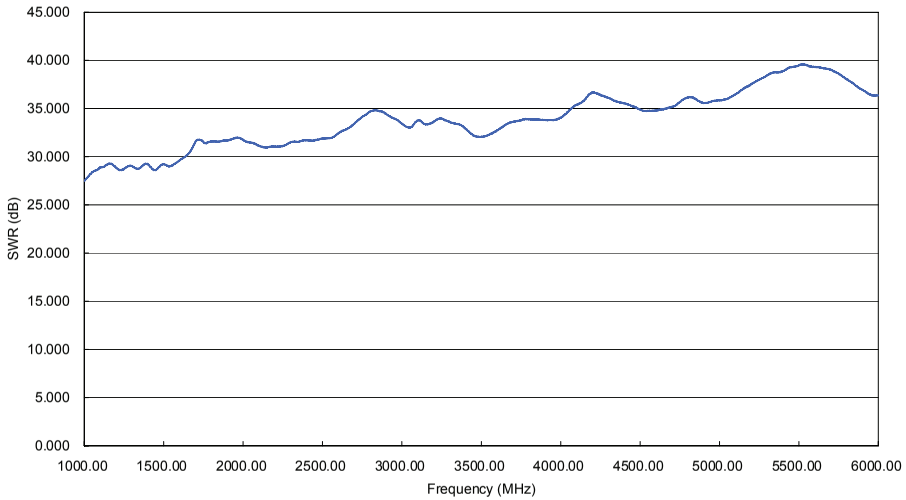


FAR-A SWR Data (1GHz to 6GHz)

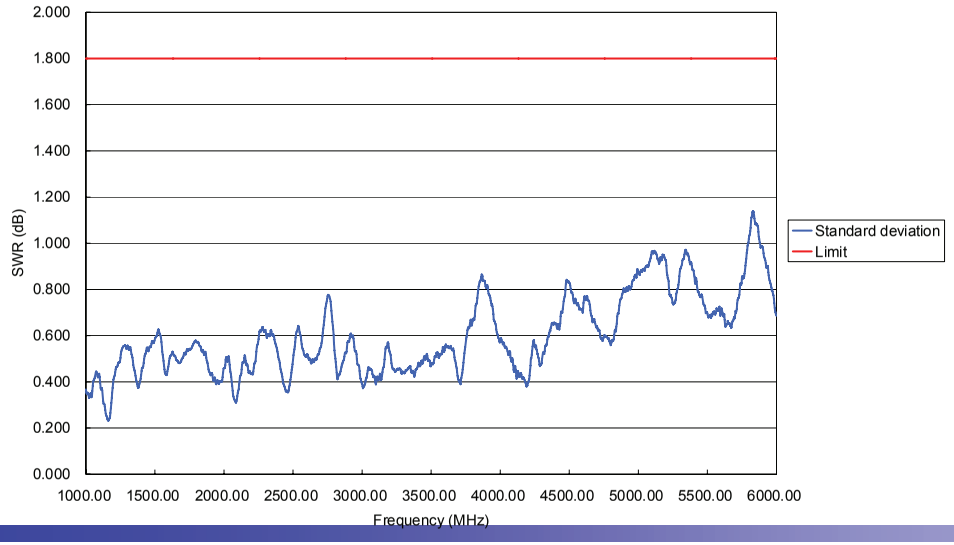
Horizontal, 3m distance



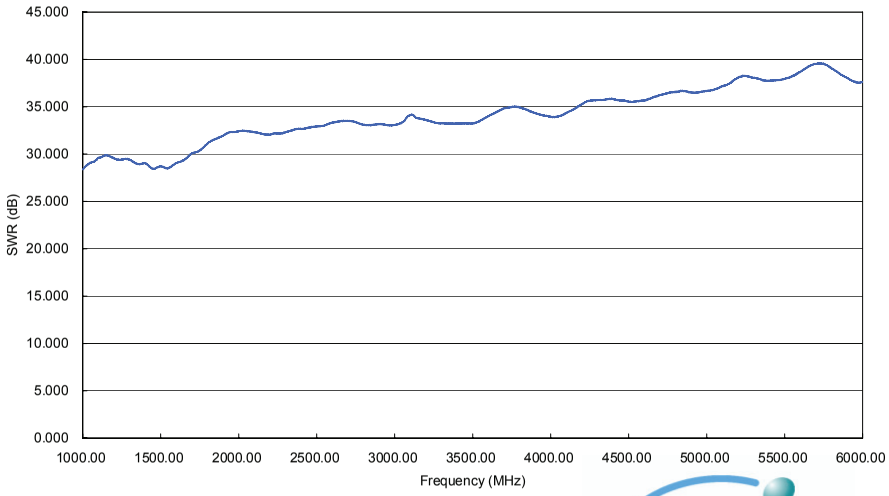
Horizontal, Average System Transducer Factor



Vertical, 3m distance



Vertical, Average System Transducer Factor

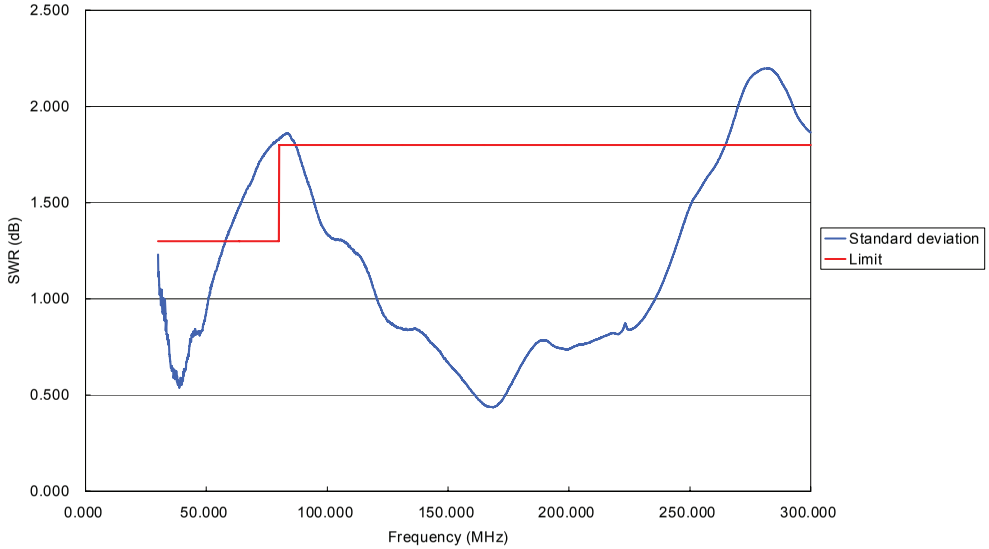


FAR-B

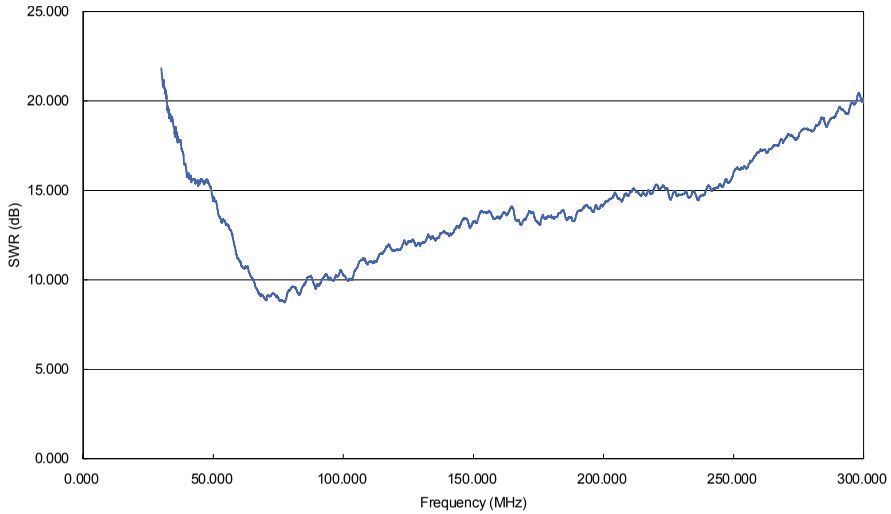
Standard Deviation and Average System Transducer Factor

FAR-B SWR Data (30MHz to 300MHz)

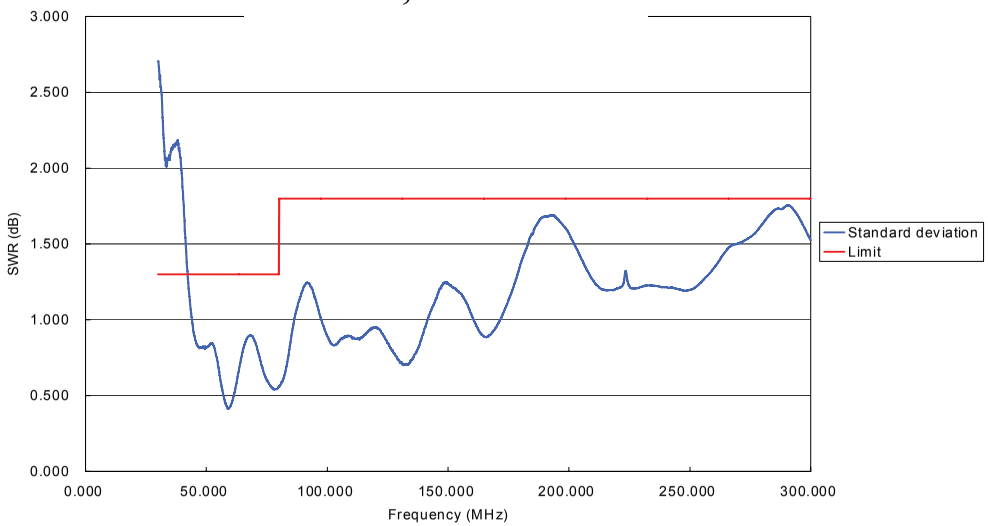
Horizontal, 3m distance



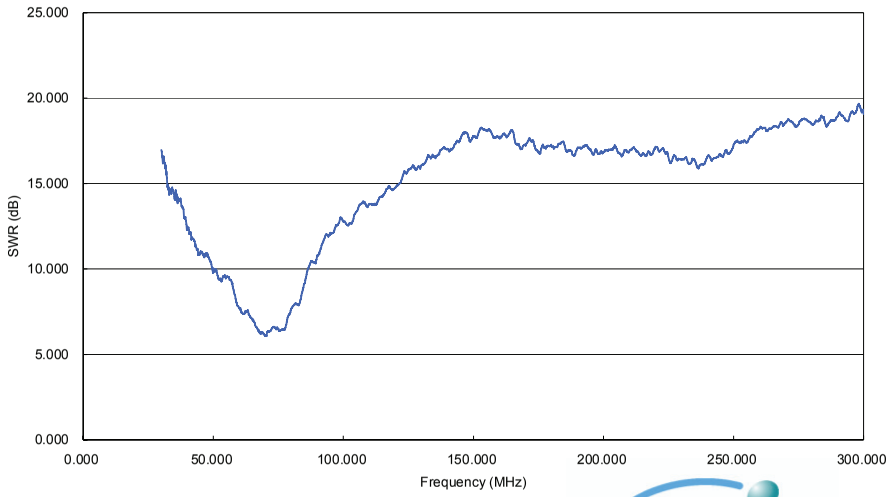
Horizontal, Average System Transducer Factor



Vertical, 3m distance

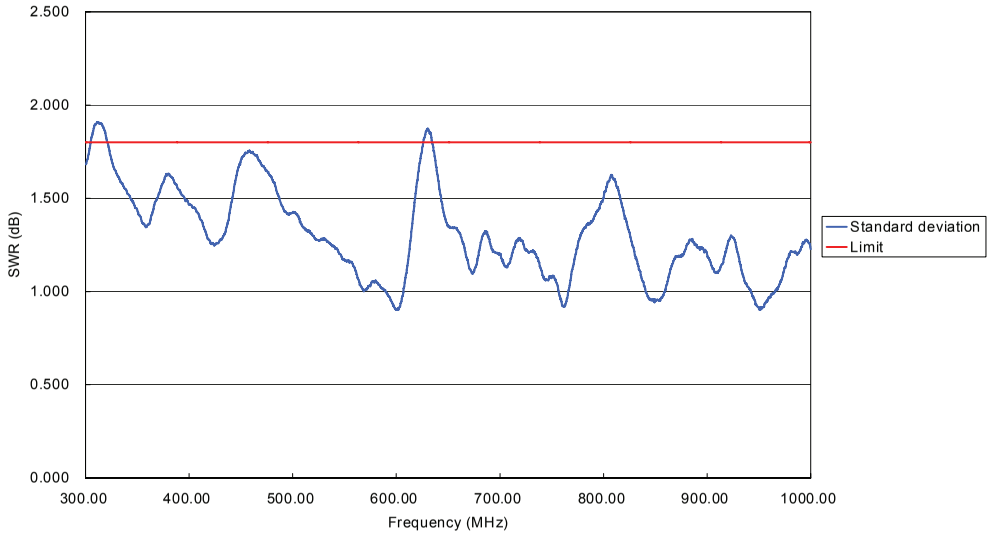


Vertical, Average System Transducer Factor

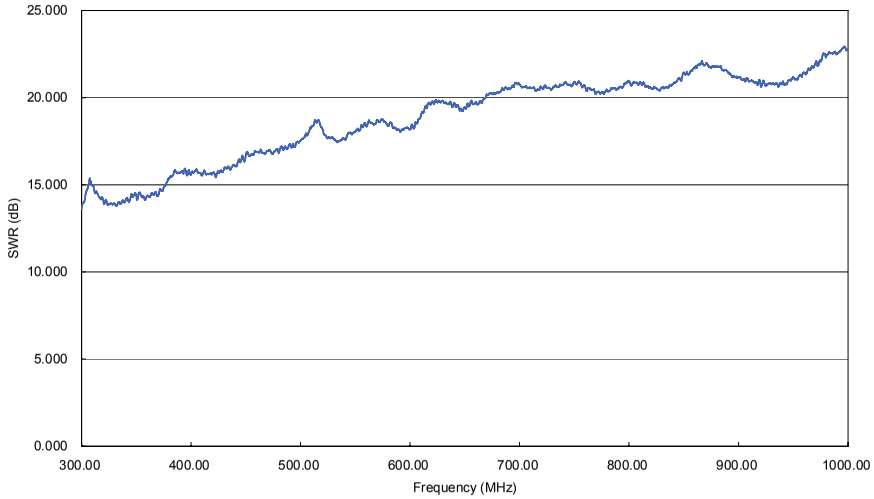


FAR-B SWR Data (300MHz to 1GHz)

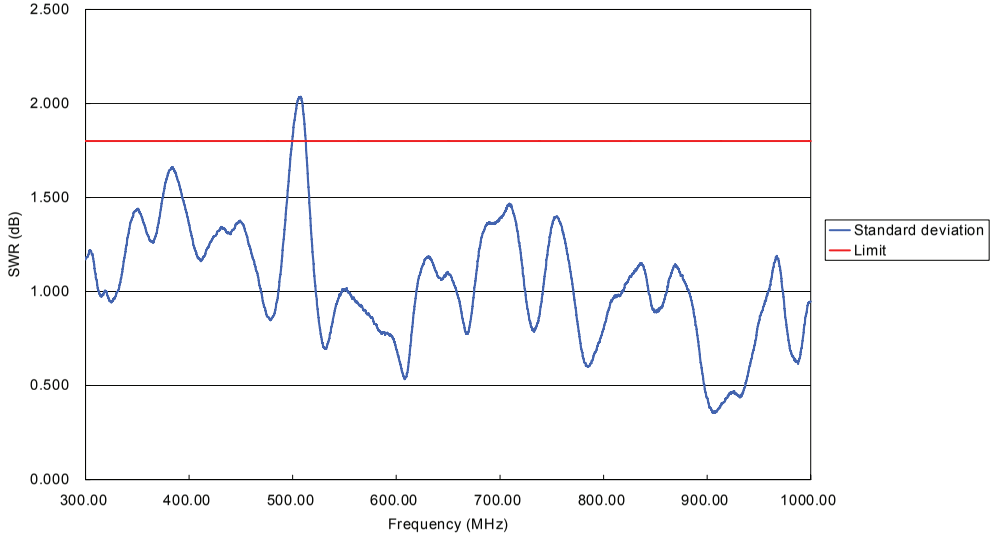
Horizontal, 3m distance



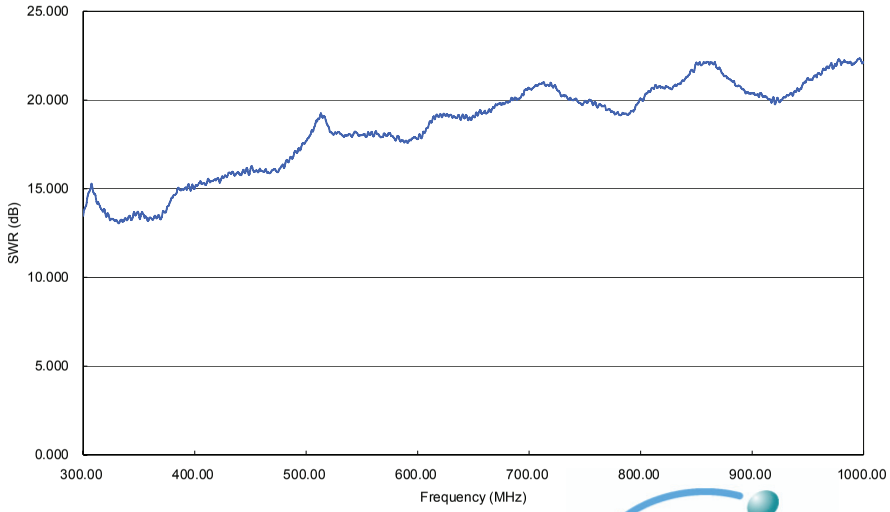
Horizontal, Average System Transducer Factor



Vertical, 3m distance

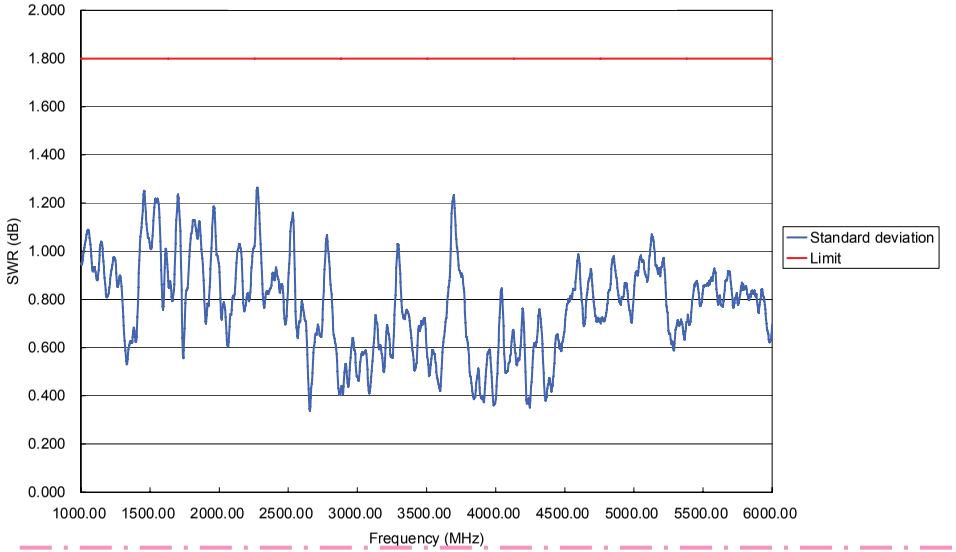


Vertical, Average System Transducer Factor

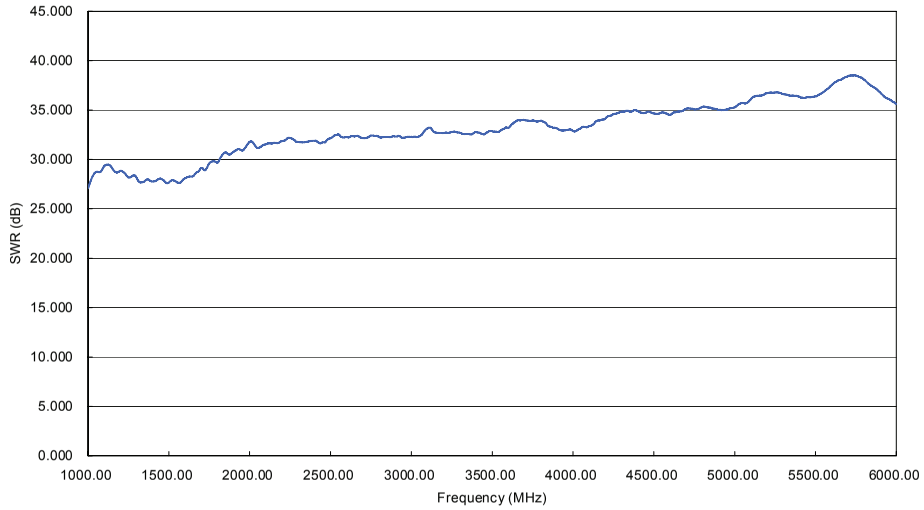


FAR-B SWR Data (1GHz to 6GHz)

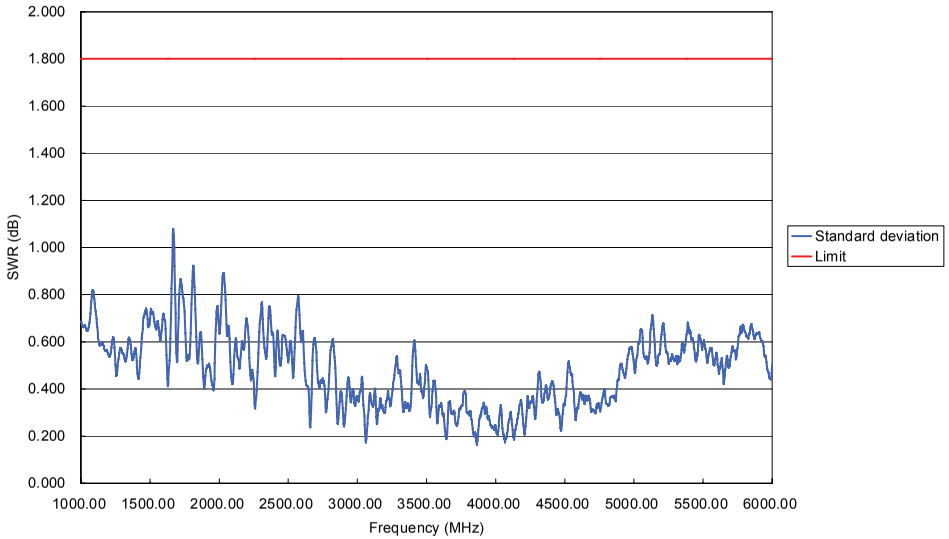
Horizontal, 3m distance



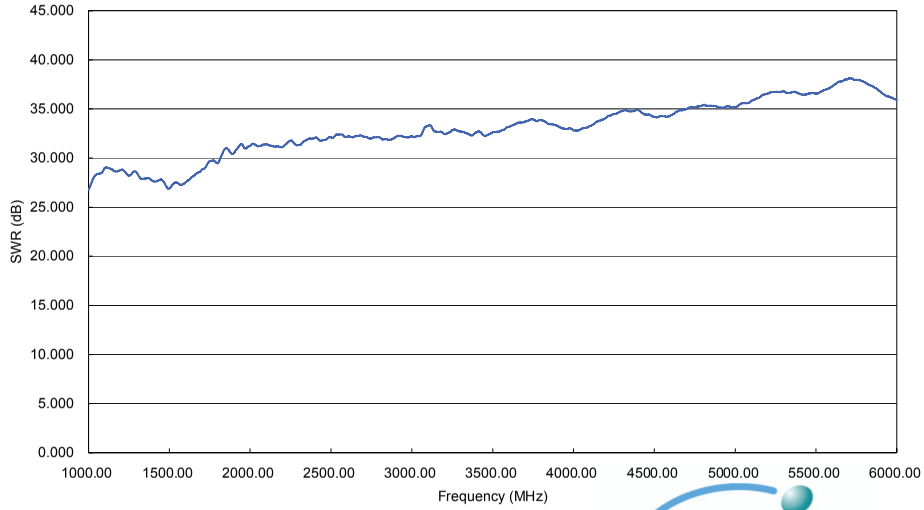
Horizontal, Average System Transducer Factor



Vertical, 3m distance



Vertical, Average System Transducer Factor

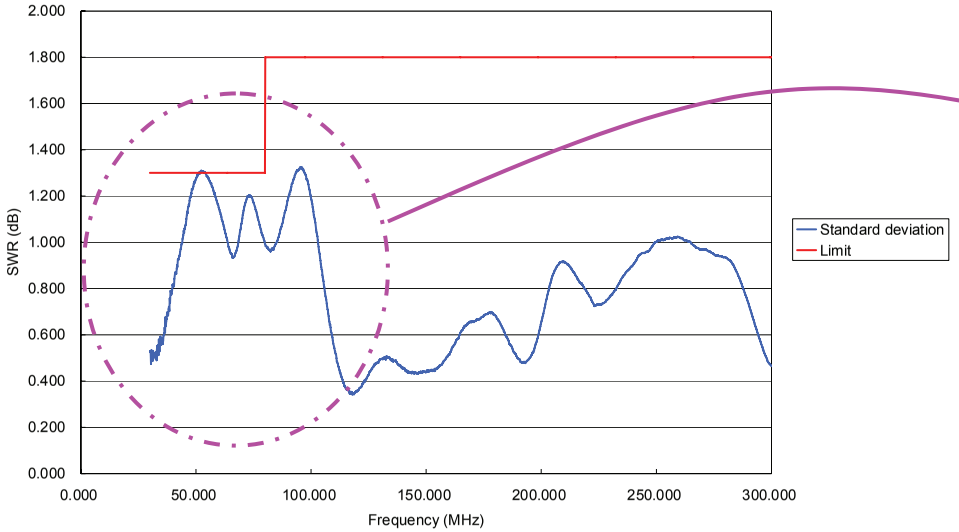


FAR-A

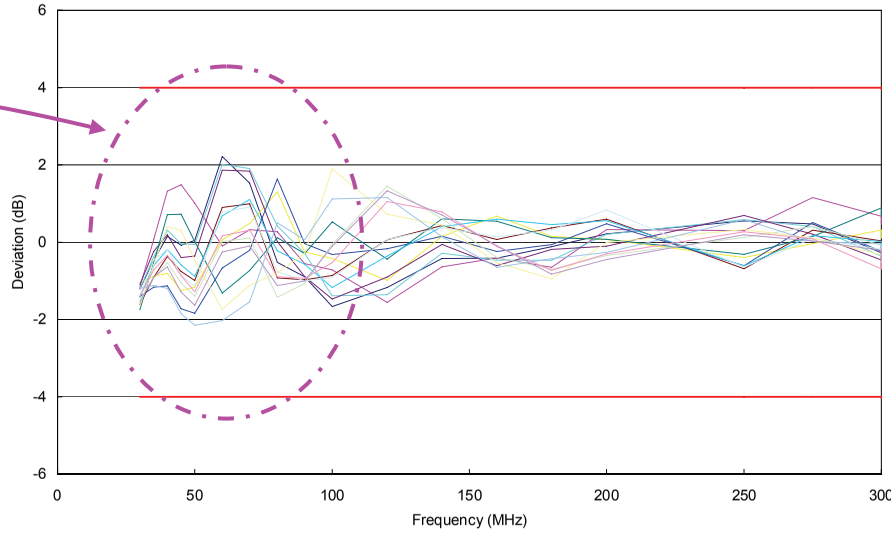
IEC61000-4-22 S-dB data vs. CISPR 16-1-4 SA

FAR-A IEC61000-4-22 S-dB data vs. CISPR 16-1-4 SA (30MHz to 300MHz)

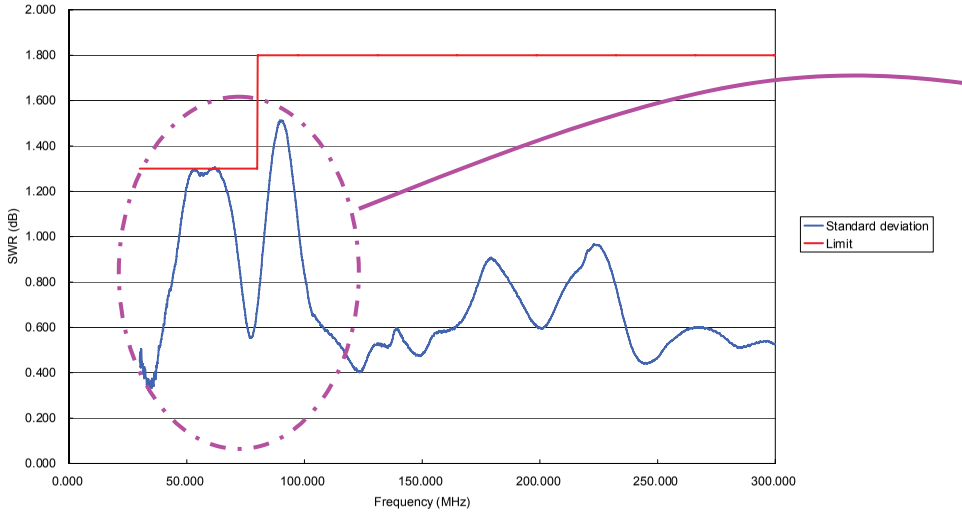
Horizontal, 3m distance SWR



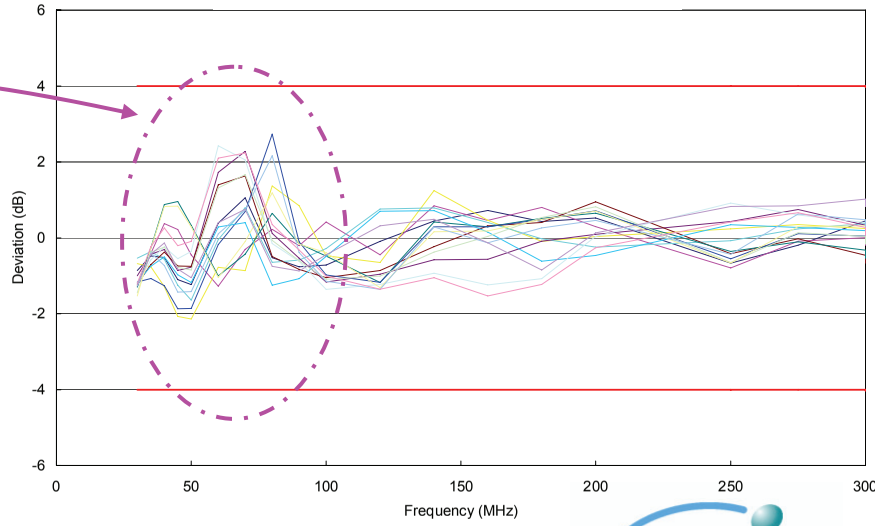
Horizontal, 3m distance SA



Vertical, 3m distance SWR

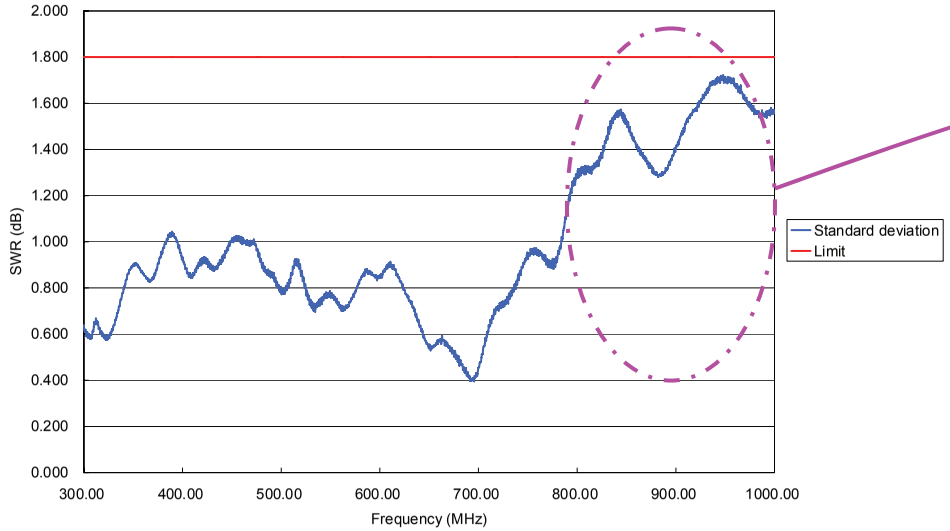


Vertical, 3m distance SA

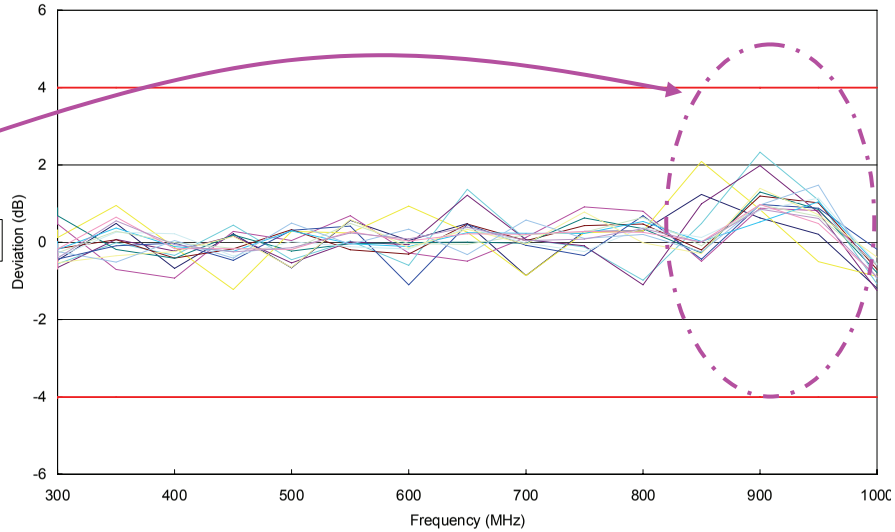


FAR-A IEC61000-4-22 S-dB data vs. CISPR 16-1-4 SA (300MHz to 1GHz)

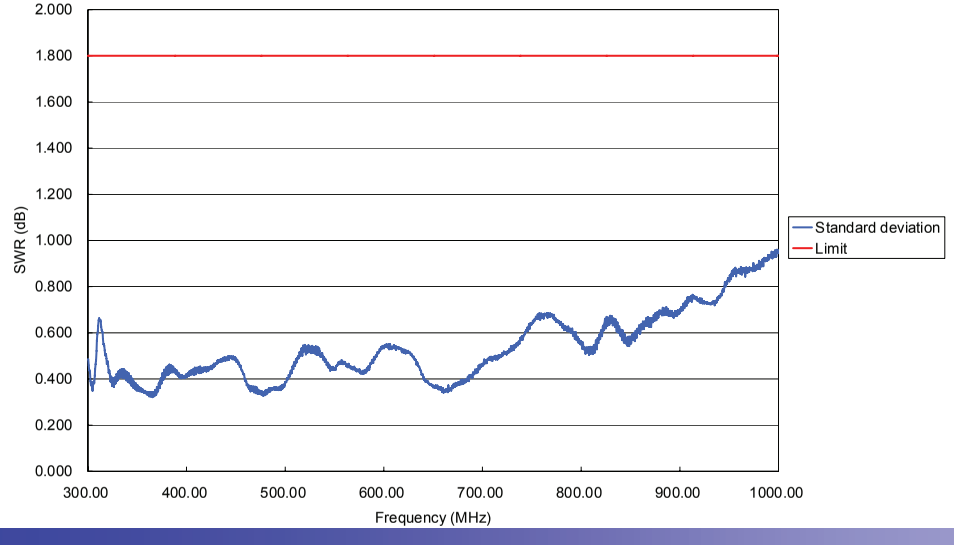
Horizontal, 3m distance SWR



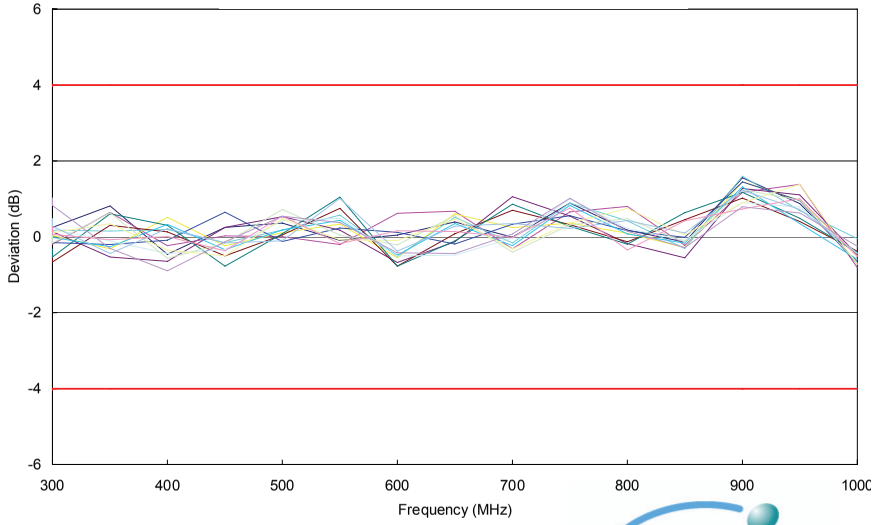
Horizontal, 3m distance SA



Vertical, 3m distance SWR

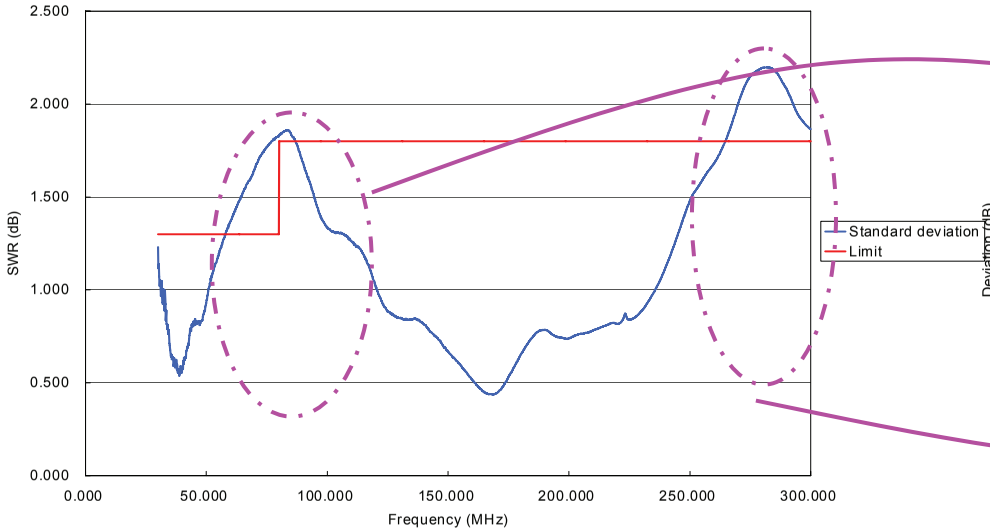


Vertical, 3m distance SA

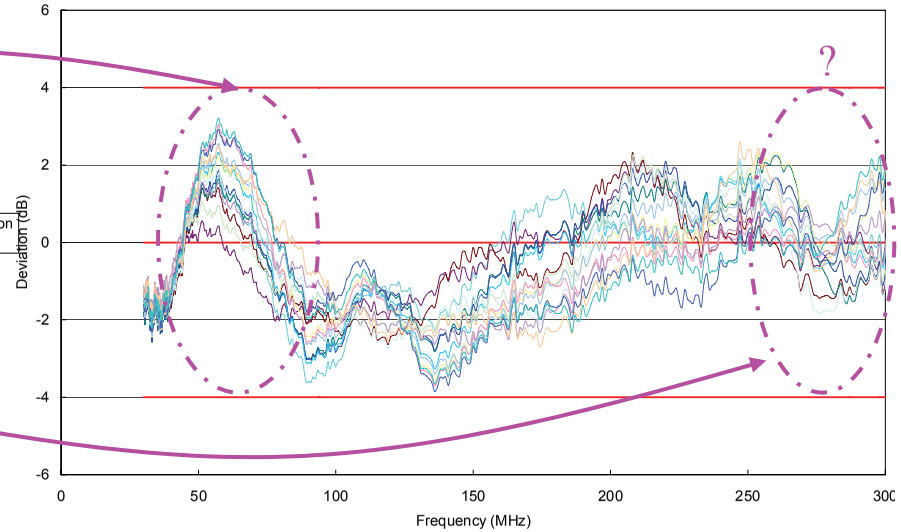


FAR-B IEC61000-4-22 S-dB data vs. CISPR 16-1-4 SA (30MHz to 300MHz)

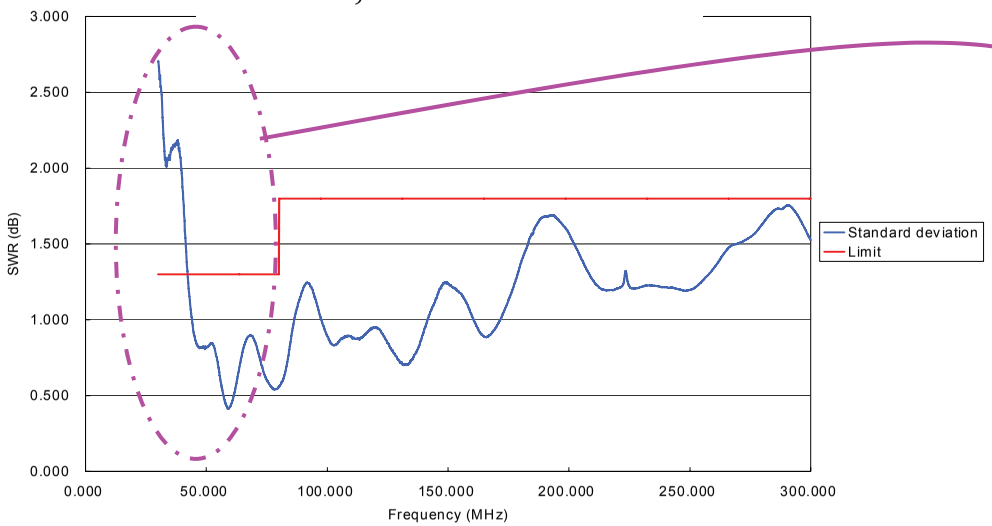
Horizontal, 3m distance SWR



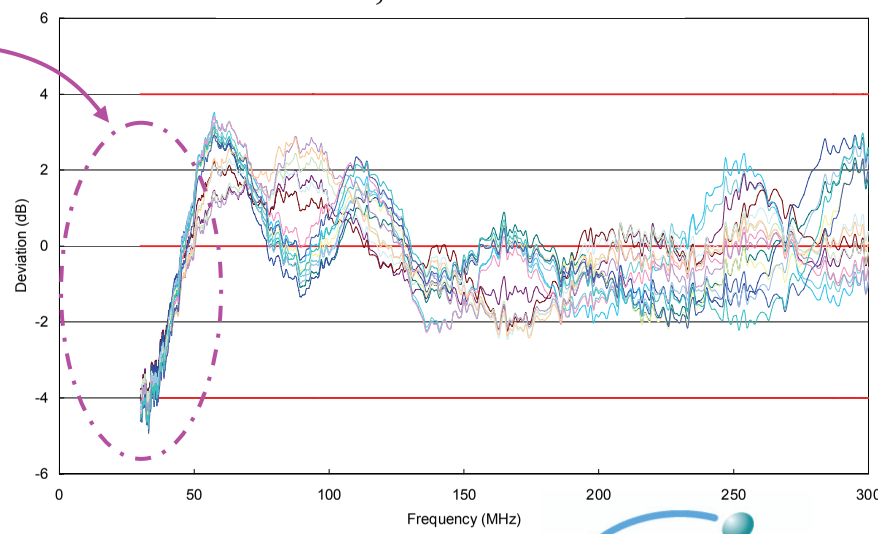
Horizontal, 3m distance SA



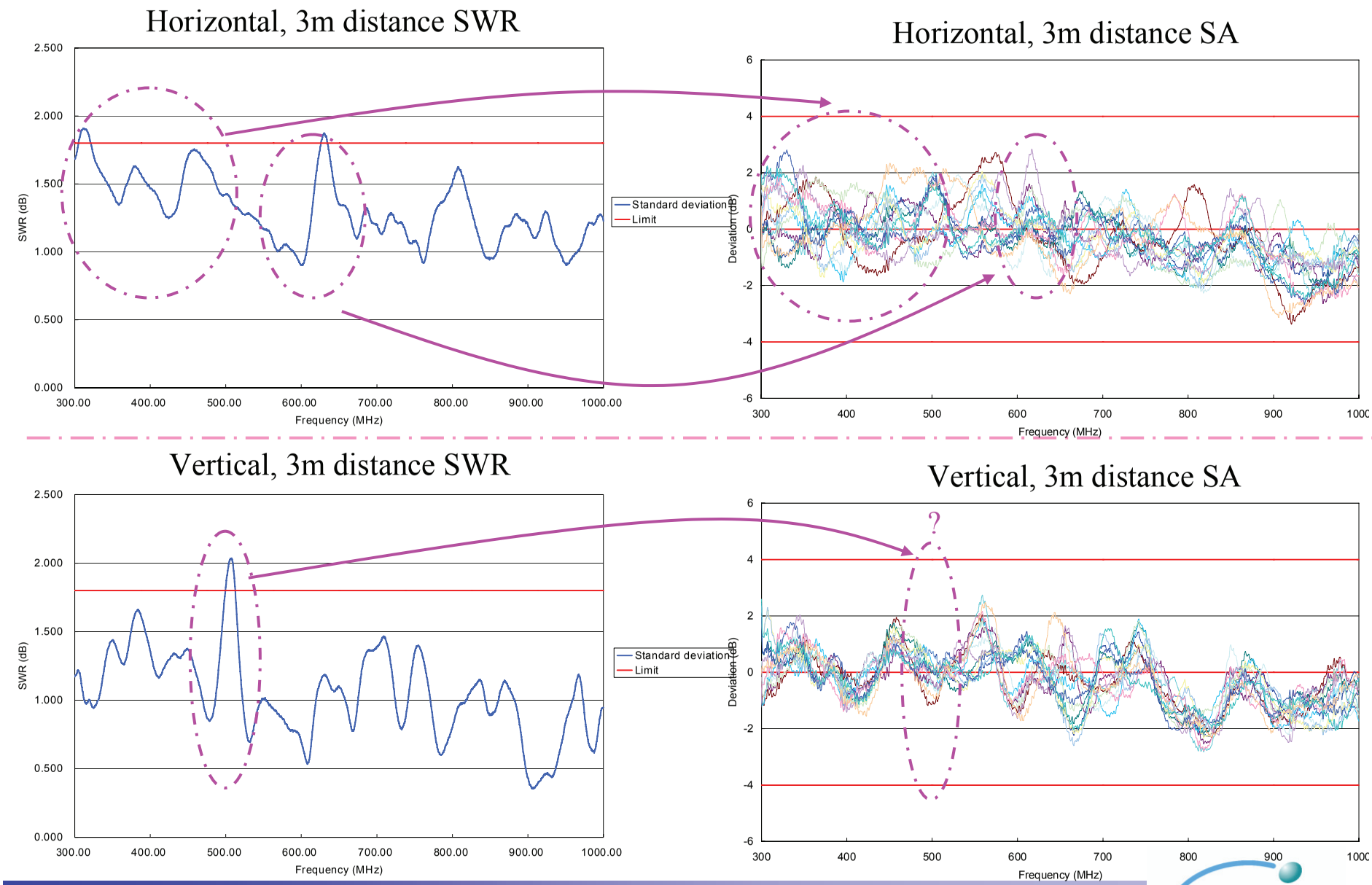
Vertical, 3m distance SWR



Vertical, 3m distance SA

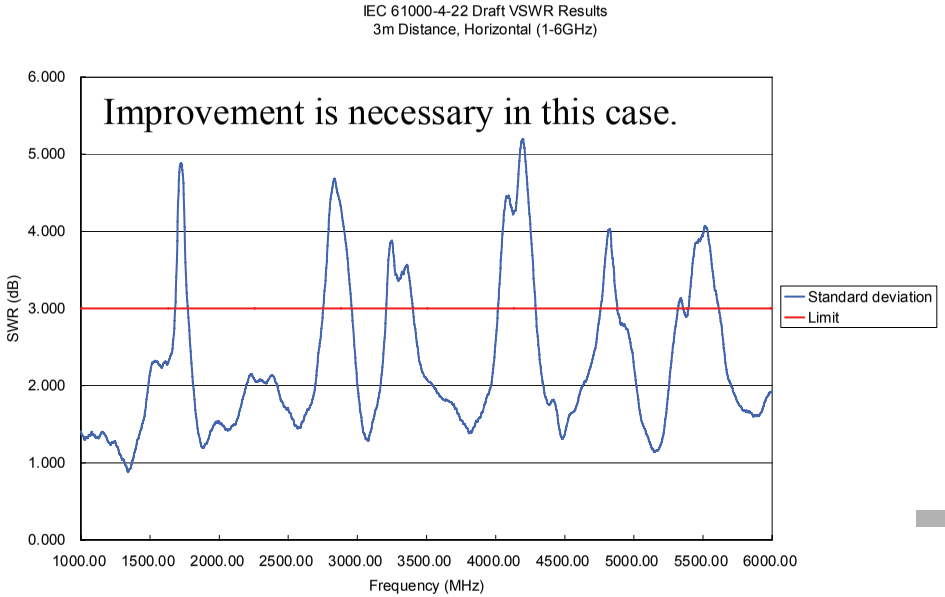


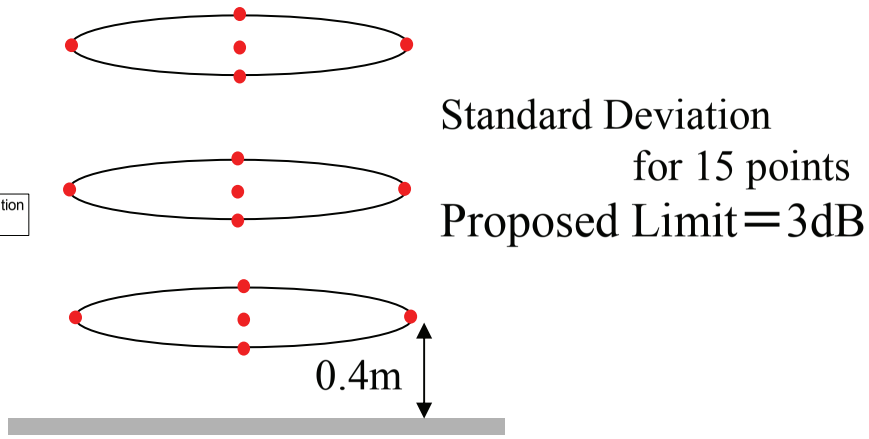
FAR-B IEC61000-4-22 S-dB data vs. CISPR 16-1-4 SA (300MHz to 1GHz)

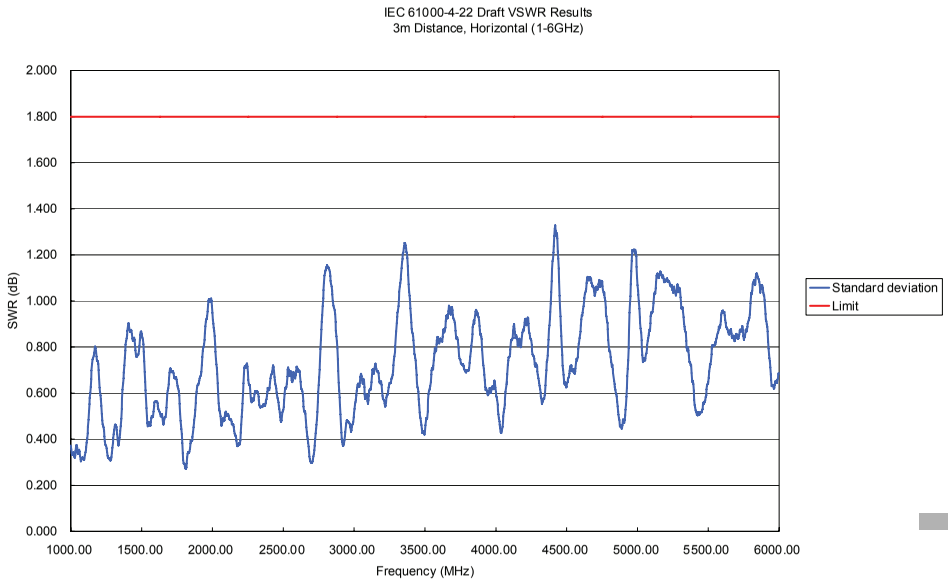


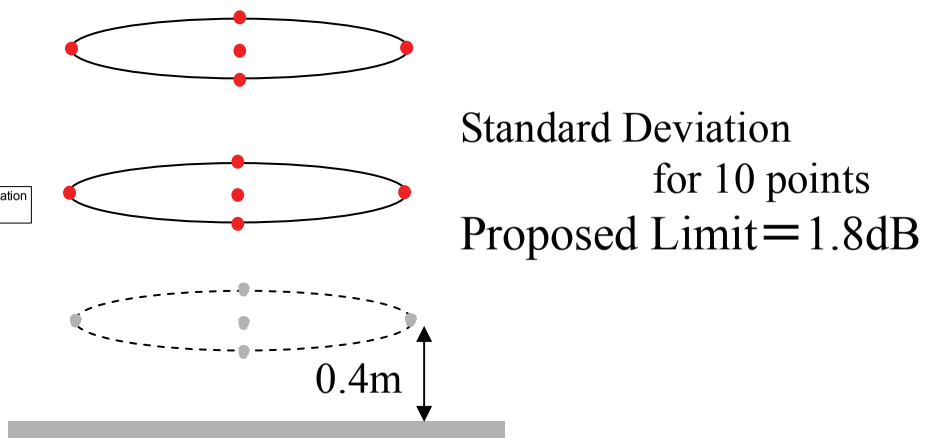
Application Example of Proposed Criteria to Test Equipment for Floor-standing Type Product

Example of Judgment on Test Equipment for Floor-standing Type Product







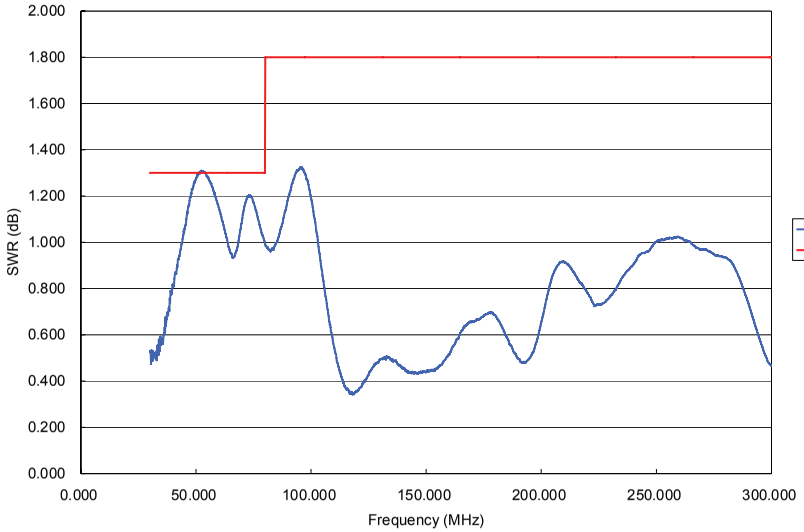


FAR-A

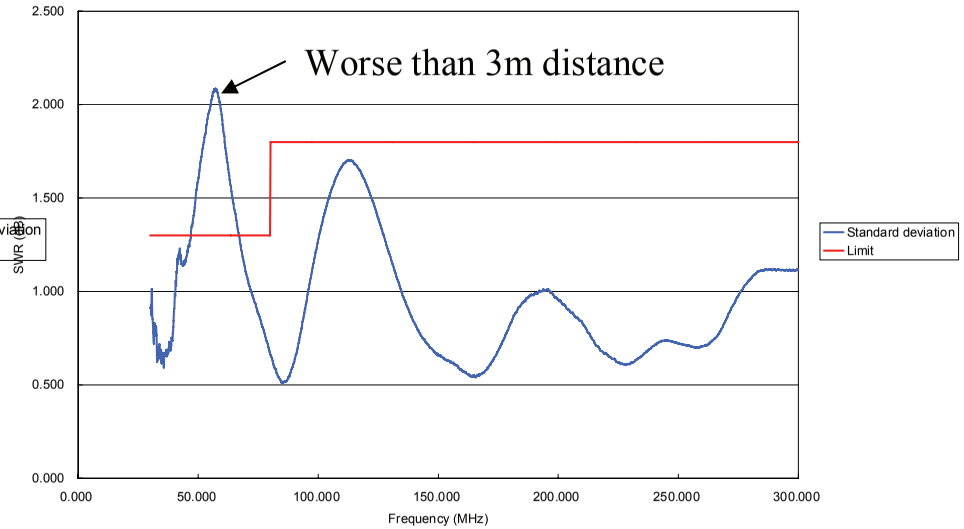
Comparison of Standard Deviation Between in 3m Distance and in 5m Distance

FAR-A S-dB Data (30MHz to 300MHz)

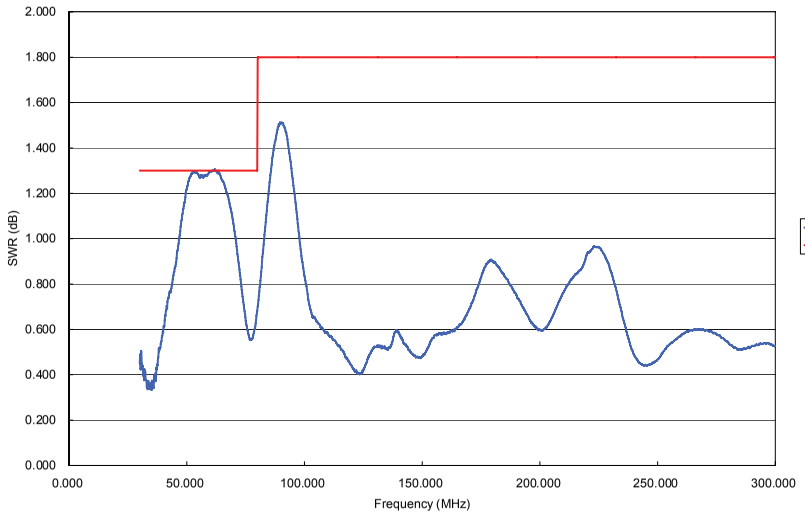
Horizontal, 3m distance



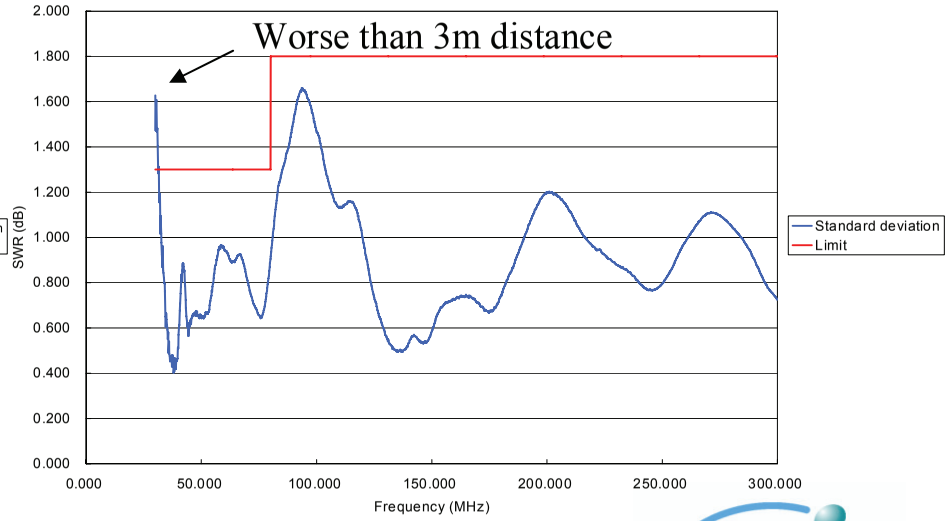
Horizontal, 5m distance



Vertical, 3m distance

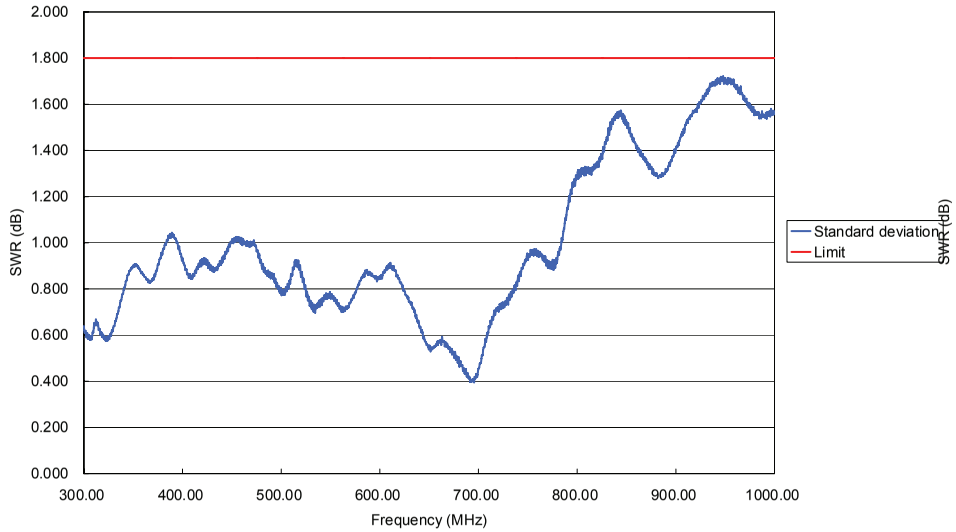


Vertical, 5m distance

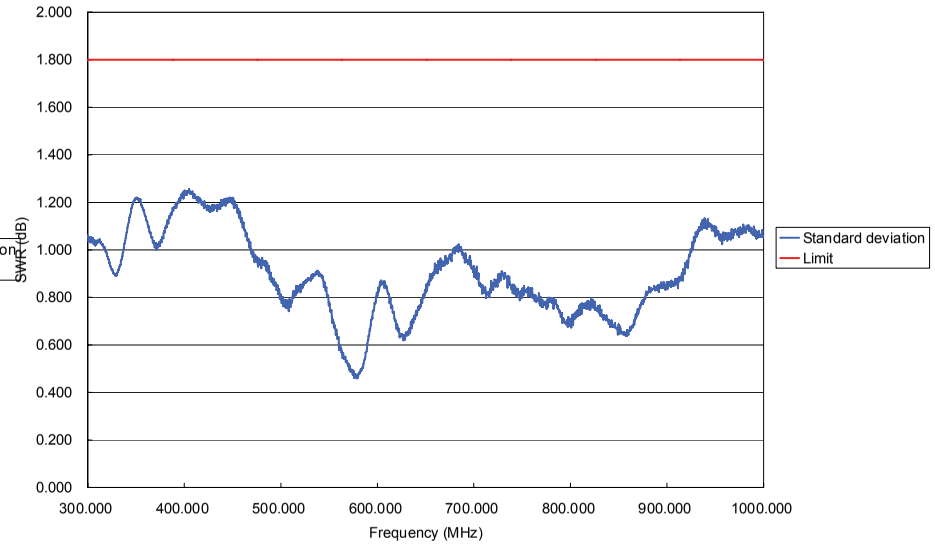


FAR-A S-dB Data (300MHz to 1GHz)

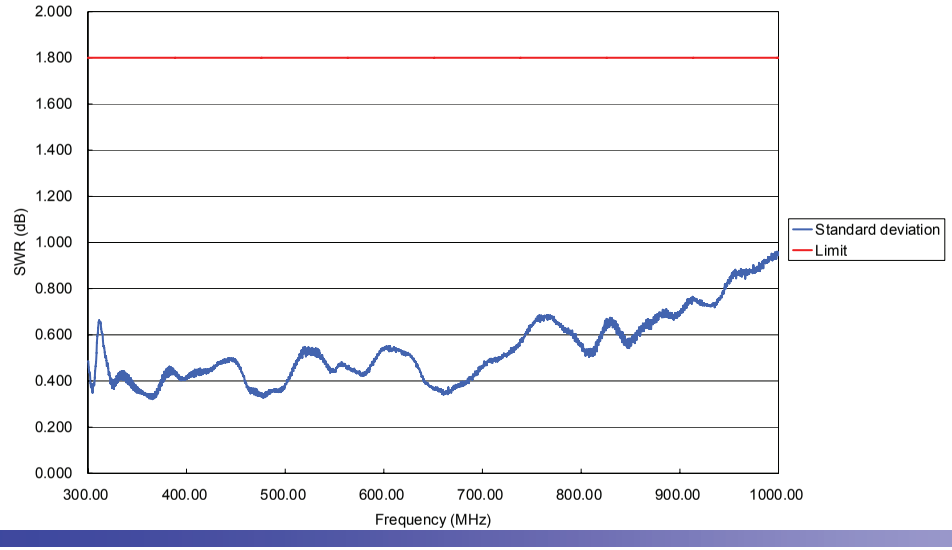
Horizontal, 3m distance



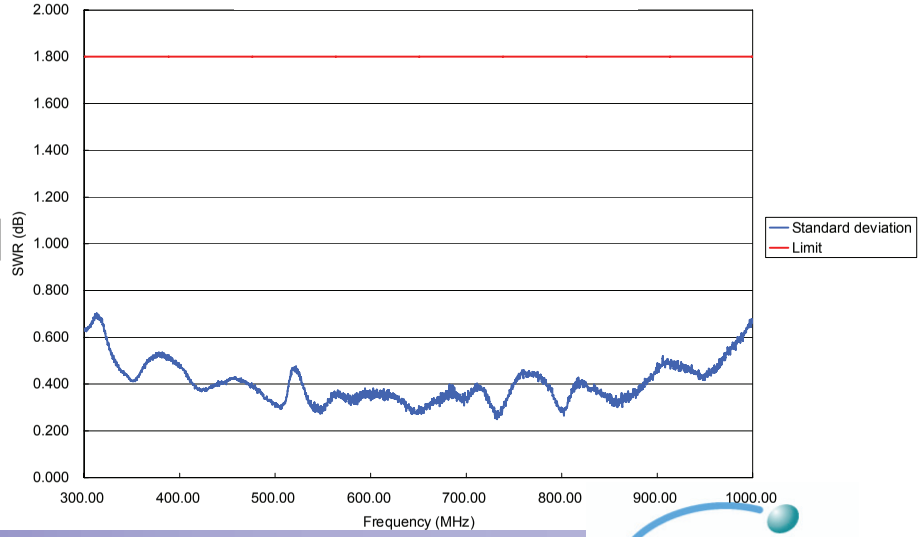
Horizontal, 5m distance



Vertical, 3m distance

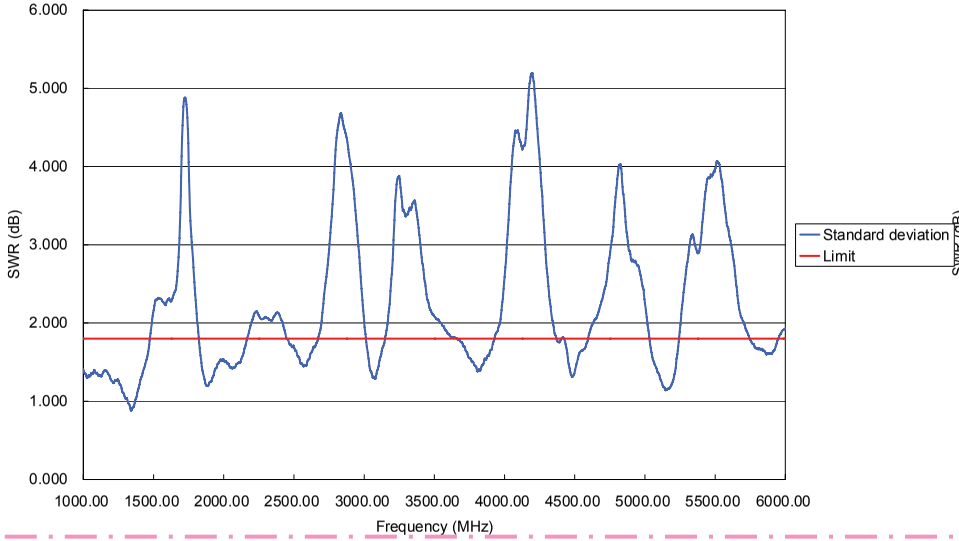


Vertical, 5m distance

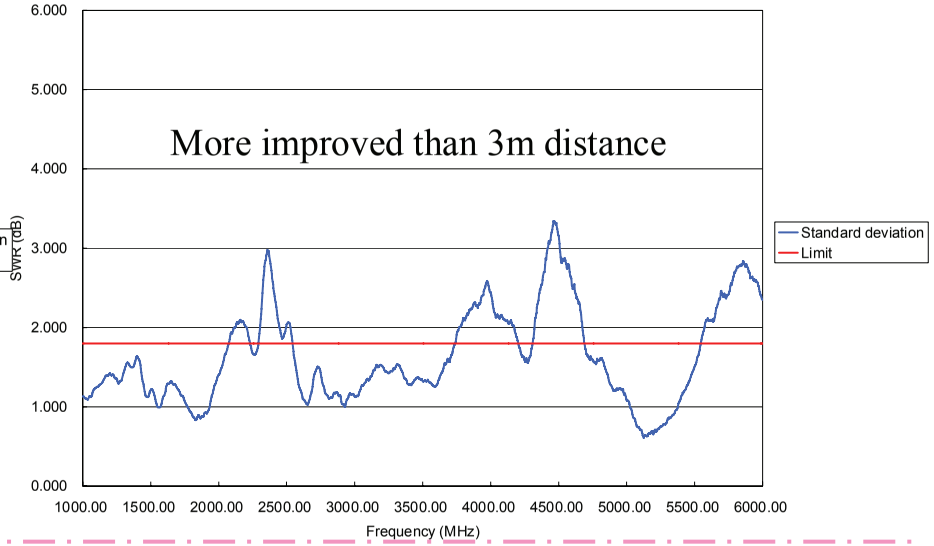


FAR-A S-dB Data (1GHz to 6GHz)

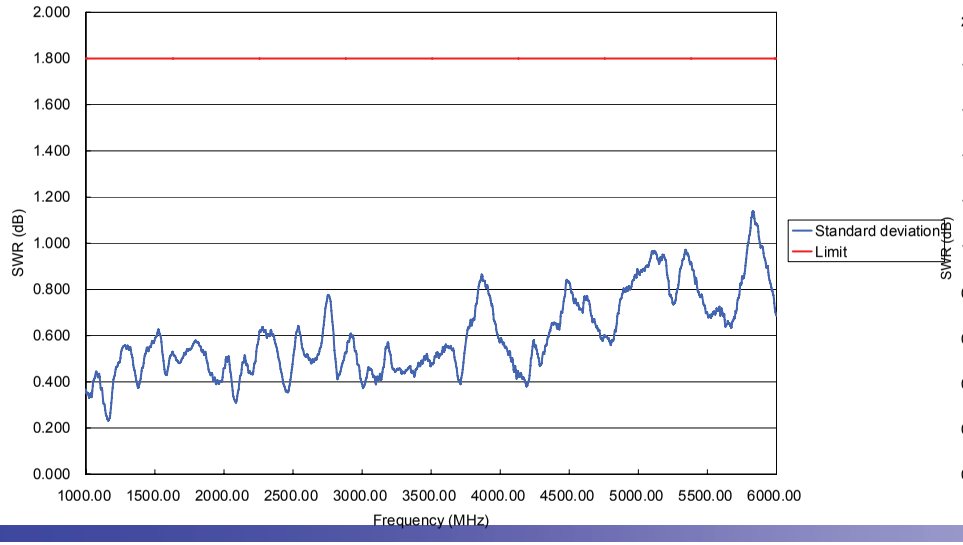
Horizontal, 3m distance



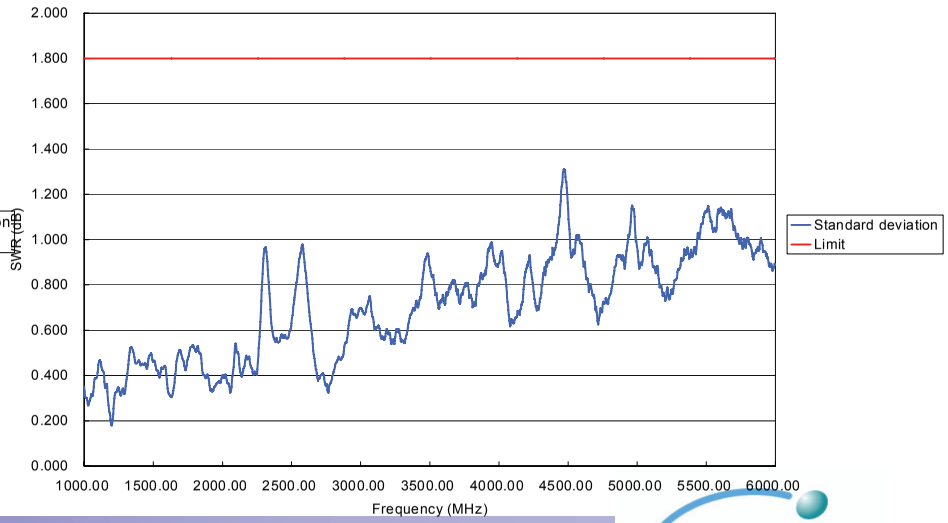
Horizontal, 5m distance



Vertical, 3m distance

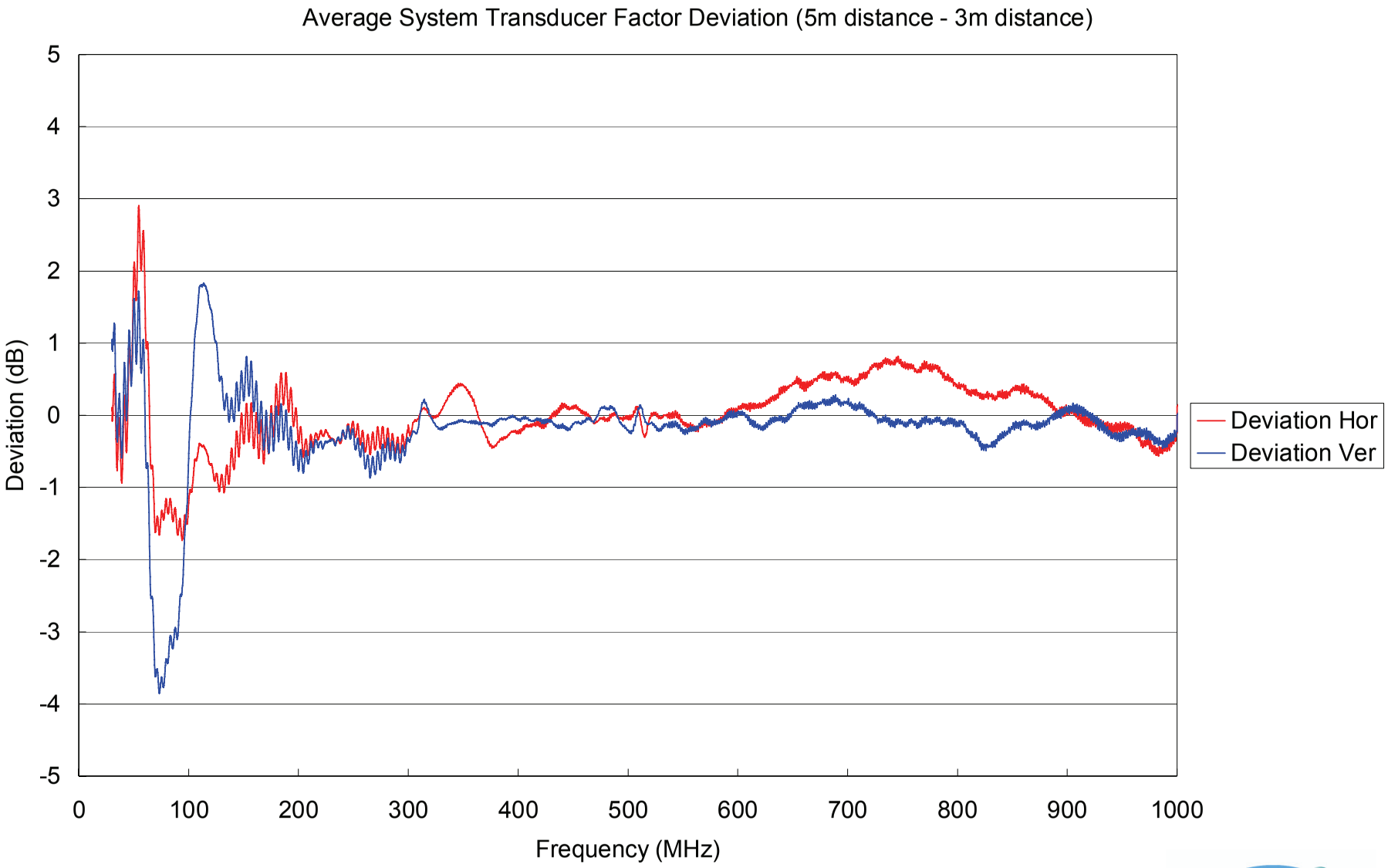


Vertical, 5m distance



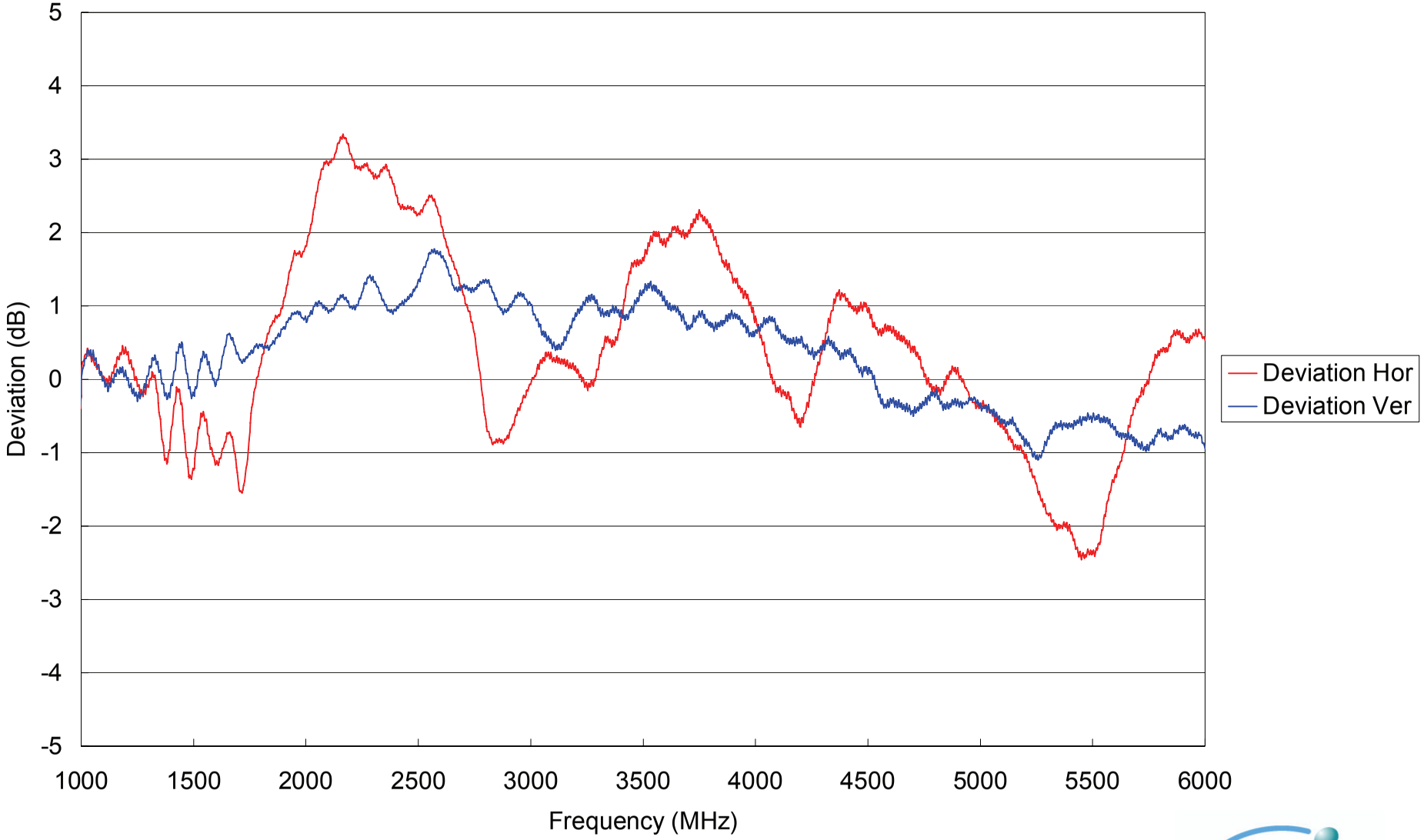
FAR-A
Differences of Average System Transducer Factor Between in 3m Distance and in 5m Distance

FAR-A: Differences of Average System Transducer Factor Between in 3m Distance and in 5m Distance



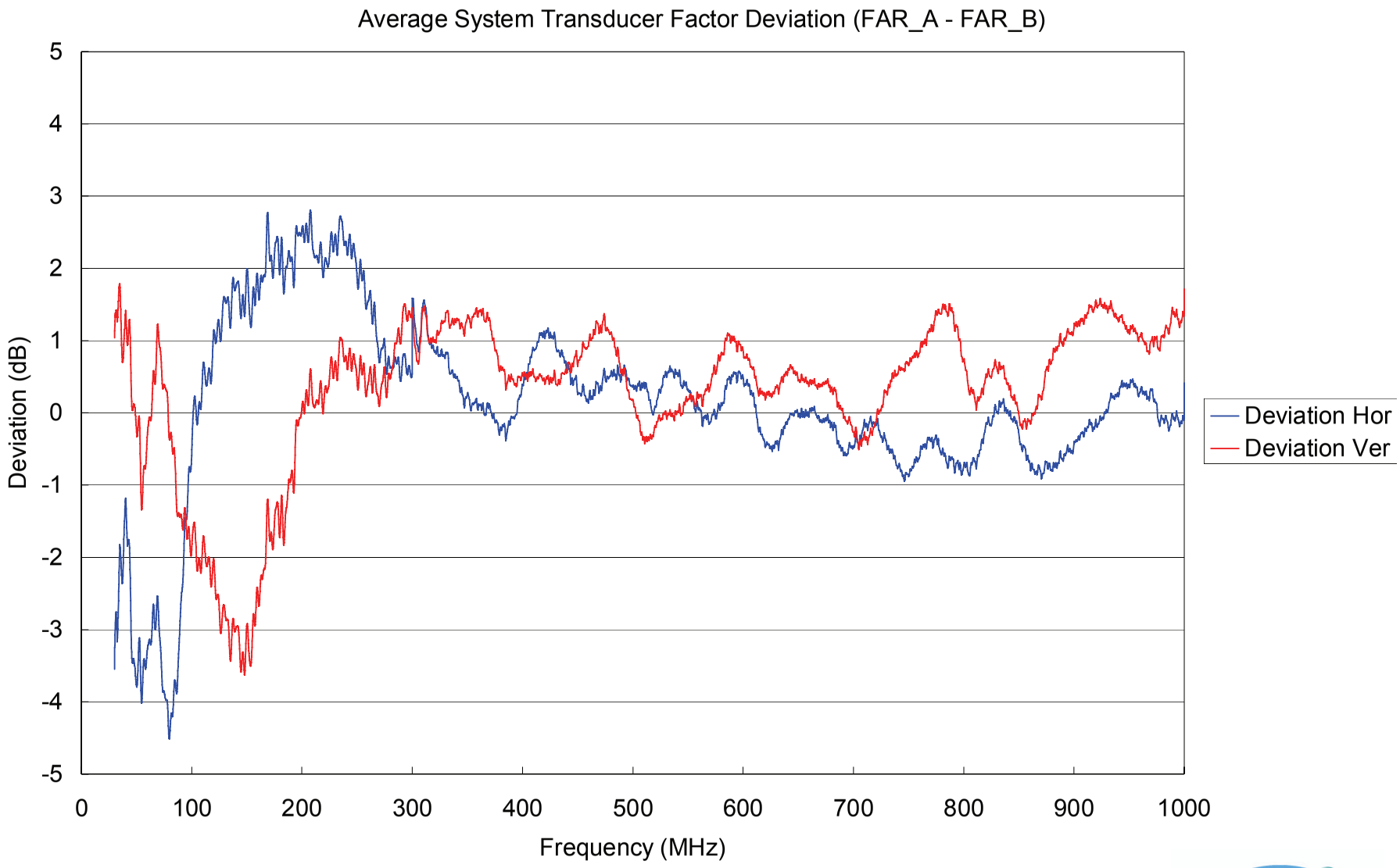
FAR-A: Differences of Average System Transducer Factor Between in 3m Distance and in 5m Distance

Average System Transducer Factor Deviation (5m distance - 3m distance)

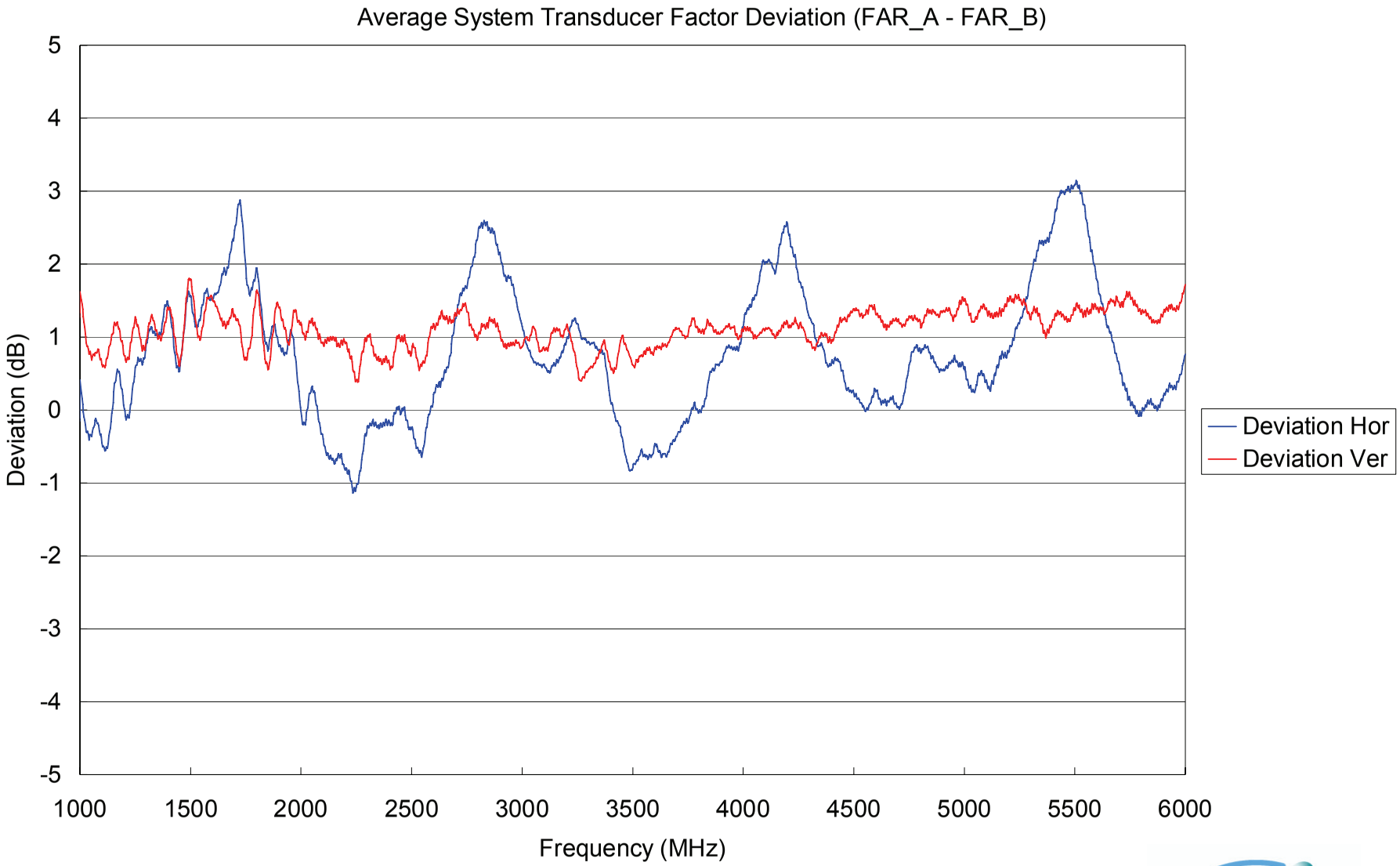


Differences of Average System Transducer Factor in 3m Distance Between FAR-A and FAR-B

FAR-A vs. FAR-B
Differences of Average System Transducer Factor in 3m Distance



FAR-A vs. FAR-B
Differences of Average System Transducer Factor in 3m Distance



Additional Examination Report for IEC61000-4-22 (Draft) Standard Deviation Results

Part 3: A result of additional evaluation of Semi Anechoic Chamber (SAC) and Fully Anechoic Room (FAR) that use Standard Deviation Method of IEC61000-4-22

28.01, 2008

This report is an investigation result of Multimedia EMC Committee of JBMIA with financially supported by the JAPAN KEIRIN Association.

- JBMIA has reported the two study results for the test site evaluation method with IEC61000-4-22. They were:

  a. Issues when Clause 5.8 of CISPR 16-1-4 was applied to FAR (1GHz or less)

  b. Two FAR evaluation results with IEC61000-4-22 Standard Deviation Method

From the results of the evaluation by b. above, JBMIA submitted a proposal to relax the allowable limit because we had confirmed an impact to reflex by the FAR floor material (the floor on which EUT was placed). However, we had further issue and question as follows;

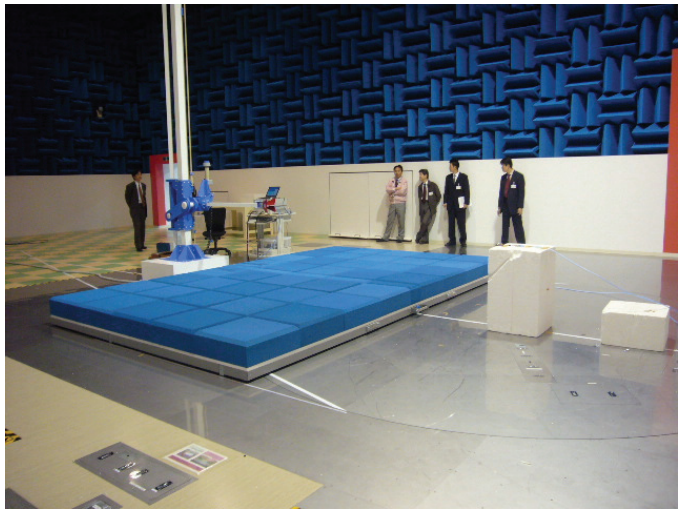
- ✓ If the proposed relaxation to the allowable limit is appropriate?
- ✓ When we evaluate FAR to test a floor-standing type EUT, it is important to settle up the bottom-end of the volume evaluation, but what cm high the reflection from the floor happens in?

In order to respond to the above questions, JBMIA conducted the additional examination as follows;

1. Evaluation of IEC61000-4-22 Standard Deviation Method at the Semi Anechoic Chamber ($_F$SAC) of which floor the radio wave absorber was laid and that is complied with Clause 8 of CISPR 16-1-4 (Test sites for measurement of radio disturbance field strength for the frequency range 1GHz to 18GHz) .
2. Confirmation of the floor reflection level at FAR and $_F$SAC for over 1GHz (per every 20cm in the height range of 20cm～80cm)

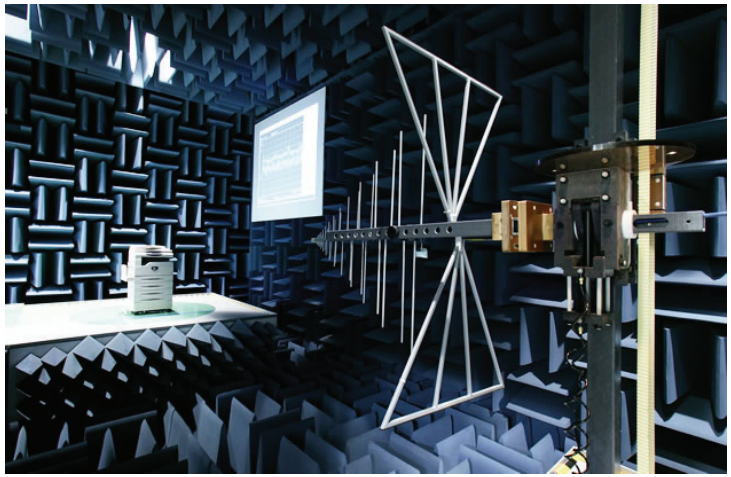
Overview of the Facilities used for the Examination

FSAR-A: 10m SAC where the radio wave absorber was placed 30cm high from the floor.



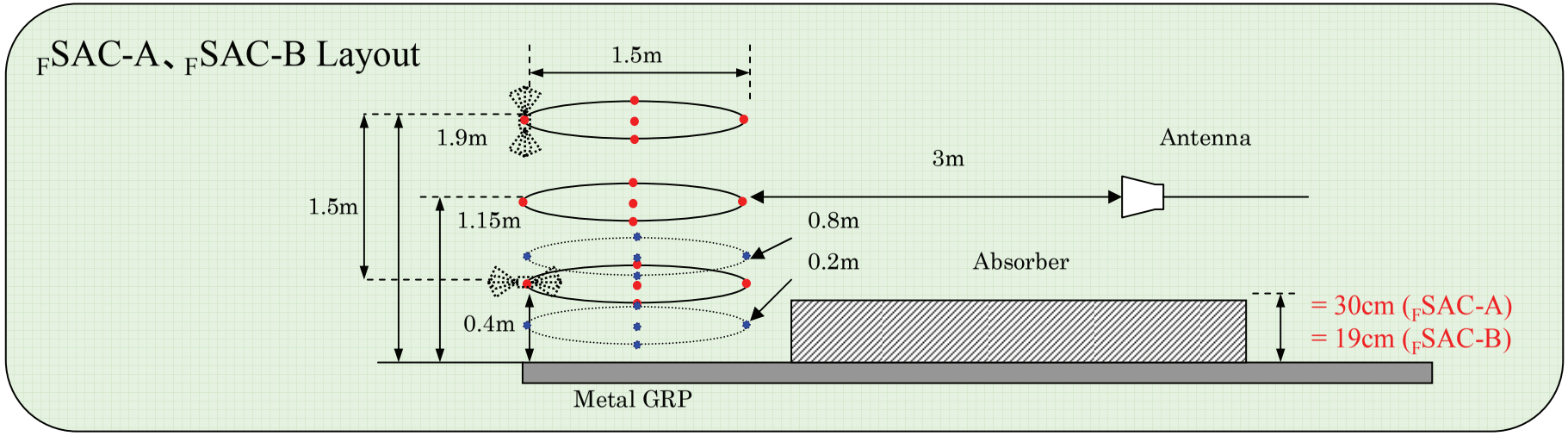
FSAR-B: 10m SAC where the radio wave absorber was placed 12cm high from the floor.

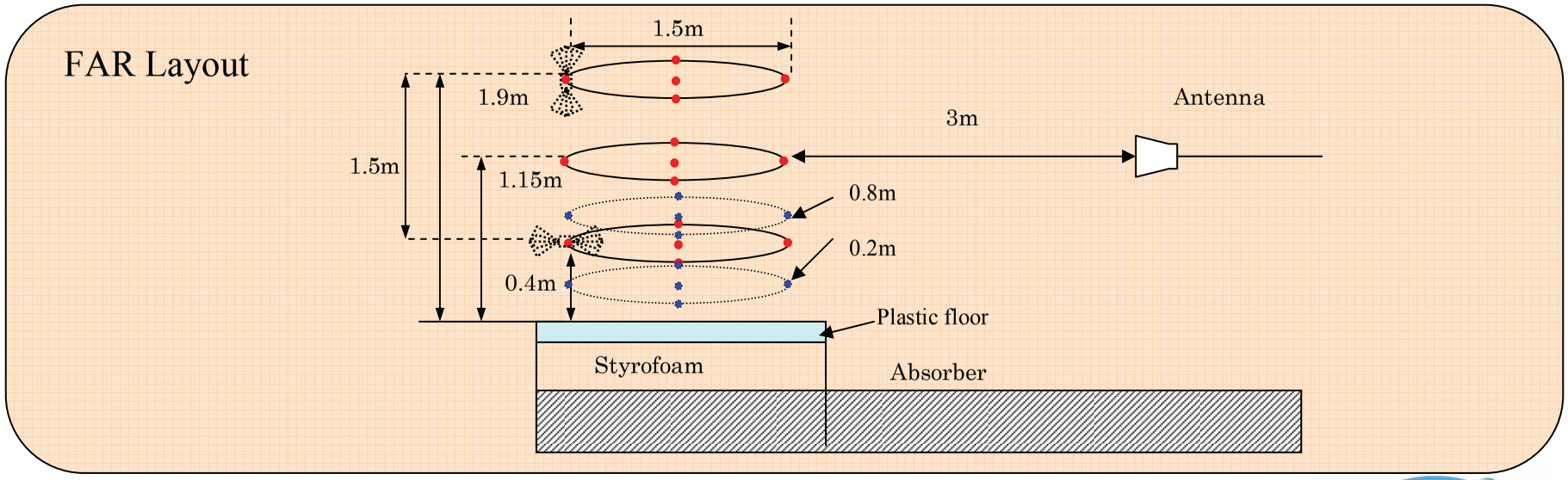
FAR-A：FAR with W=7m, D=12m, H=7m, where JBMIA used at the past study



Test Layout at each Test Facility

Test Volume and test points were all the same for $_F$SAC-A、$_F$SAC-B and FAR.





Findings from the Study

Considerations from the Standard Deviation Measurements

1. Volume Test Results at $_F$SAC over 1GHz

- Comparatively small standard deviation was obtained as described below, even though there was no radio wave absorber on the floor and the floor surface was metal in the volume area:

A) At $_F$SAC-A;

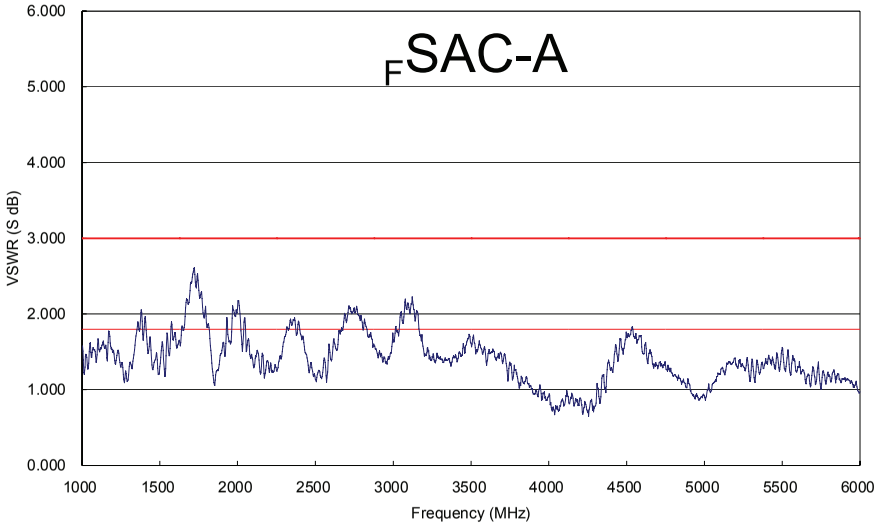
The standard deviation for the total 15 points from 40cm, 115cm and 190cm high from the floor complies with 3dB for both horizontal and vertical polarization.
However, for the additional 10 measurement points that were requested from JBMIA (total 10 points of 115cm and 190cm high from the floor), the maximum deviation was 2.8dB for the horizontal polarization and 1.93dB for the vertical polarization; which did not match to the 1.8dB standard deviation.

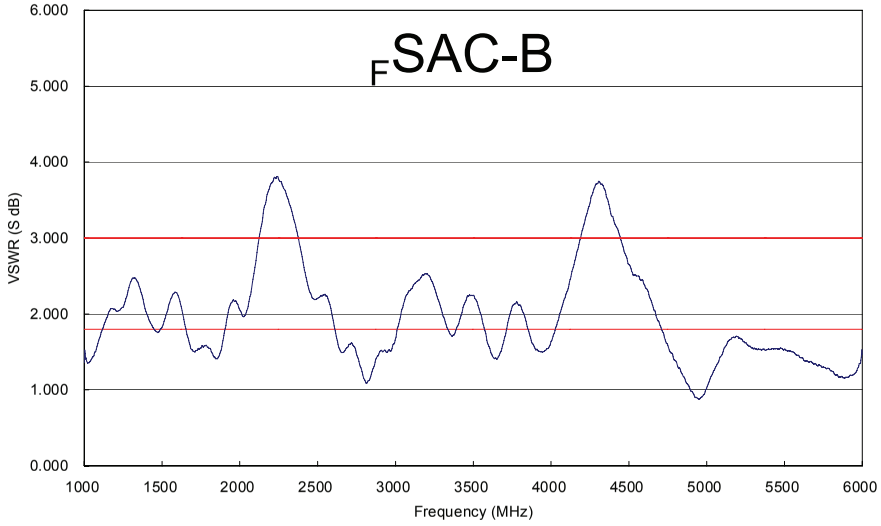
B) At $_F$SAC-B;

The standard deviation for the total 15 points from 40cm,115cm and190cm high from the floor complied with 3dB for the vertical polarization, but that for the horizontal polarization was 3.8dB, which did not comply with 3dB. For the additional 10 measurement points that were requested from JBMIA (total 10 points of 115cm and 190cm high from the floor), the maximum deviation was 2.7dB for the horizontal polarization and 1.95dB for the vertical polarization; which did not match to the 1.8dB standard deviation.

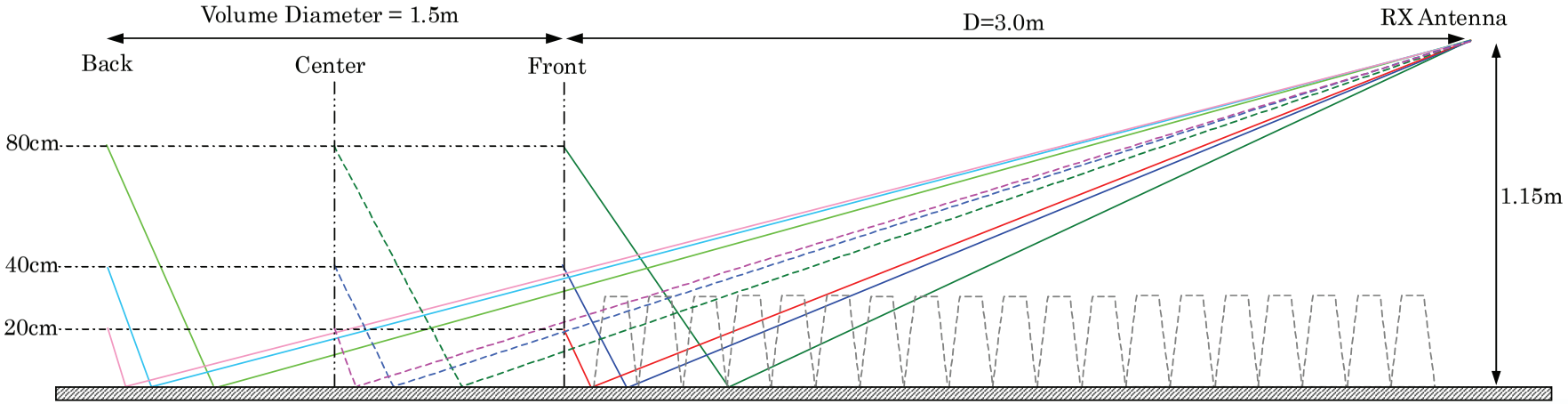
Results: Regarding the test results including the measurement points of 40cm high from the floor, the standard deviation of those with 30cm-high radio wave absorber was larger than those with 19cm-high radio wave absorber. However, once the test results of 40cm high measurement points were excluded, the maximum standard deviation for the total 10 points of 115cm-high and 190cm-high from the floor shows little difference.

Horizontal Polarization Data for $_F$SAC-A and -B





Example : Observation of Floor Reflection by Radio Wave Absorber on the Floor



Findings from the Study

Considerations from the Standard Deviation Measurements

2. Volume Test Results at FAR over 1GHz

- The FAR used this time is constructed with radio wave absorbers for all six surfaces including the volume area, but the area for EUT set-up is constructed with reinforced plastic. This resulted in the maximum standard deviation 6.65dB for horizontal polarization of the total 15 points at 40cm, 115cm and 190cm high from the floor. It significantly exceeds 3dB, the proposed allowable limit. On the other hand, the maximum standard deviation for vertical polarization was 1.22dB; it satisfied 3dB, the proposed allowable limit, and 1.8dB, that in the original draft.
  Also, the standard deviation for the 10 additional points of 115cm and 190cm high from the floor, which were JBMIA proposal, satisfied 1.8dB for the horizontal polarization.

Question from the Examination results:

The standard deviation of 15 points for $_F$SAC with metal floor was smaller than that for FAR.

From the examination this time, it was confirmed that the radio wave absorber placed on the $_F$SAC floor has significant influence. In order to verify it, a test was conducted at FAR with a small radio absorber (30cm (l) x 90cm (w) x 30cm (h)) being placed on a part of the FAR floor (EUT set-up area). In results, the standard deviation for horizontal polarization become 1.65dB from 6.65dB, which satisfied the 1.8dB.

→ Is this method, placing a radio wave absorber on the floor to make the standard deviation satisfy with the standard, appropriate?

Does this measure give influence to the actual EUT test?

Proposal from JBMIA

1. Considering the study results, JBMIA would like to propose the followings:
2. To remain the JBMIA proposal for relaxing the standard deviation over 1GHz (less than 3dB for 15 points, and less than 1.8dB for 10 points), Or,
   to remain the current CD (SdB less 1.8dB for 15 points) with accepting this suggested improvement (adding radio wave absorber on the virtual plane)
   →Discussion matter of FAR-JWG
3. To remain 40cm as the bottom limit for volume measurement
4. To conduct the following two types of evaluations. There is a concern that the test results varies per FAR used because the influence by the distance attenuation has not yet clear only by the standard deviation.
   (1) Volume measurement with 15 points
   (2) Add the judgment with the free-space attenuation ±4dB regarding the distance (3m) from the front of volume (vertical center) to the receiving antenna.
   This eliminates the issue that a FAR that does not meet the free-space attenuation (particularly for the low-frequency band less than 100MHz) could be in conformity with the site standard deviation method.

Proposal from JBMIA (free-space attenuation)

Test Conditions for Free-space Attenuation

- Test position：Front and Middle of the volume
- Polarized wave： Horizontal polarization and Vertical polarization
- Test Method：to conduct NSA measurement in FAR, then compare the results with the NSA theoretical value for free-space or with the test results of Reference Site method（CISPR 16-1-4 5.8.2.2.2 Determining the site reference）.

NSA and NSA theoretical value should be defined by the following formula:

- Site attenuation

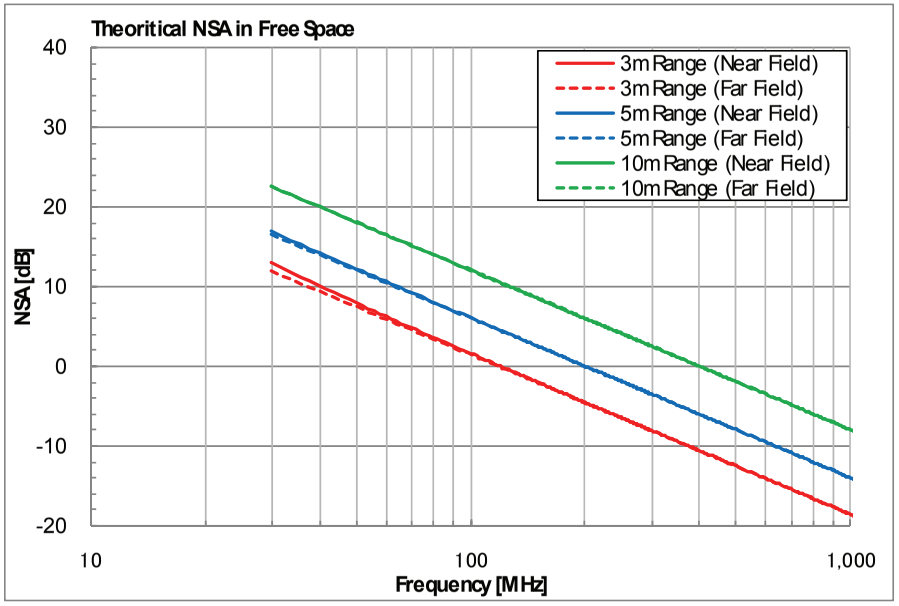
$$SA(dB) = 20\log_{10}\left(\frac{V_{direct}}{V_{site}}\right)$$
$$= NSA_{site}(dB) + AF_T + AF_R$$

- Dual antenna factor

$$DAF = AF_T + AF_R = SA - NSA_{Ideal}$$

- NSA theoretical value (Near field considered）

$$NSA_{Ideal} = 20\log_{10}\left[\left(\frac{5Z_0}{2\pi}\right)\left(\frac{d}{\sqrt{1-\frac{1}{(\beta d)^2}+\frac{1}{(\beta d)^4}}}\right)\right] - 20\log_{10} f_m$$



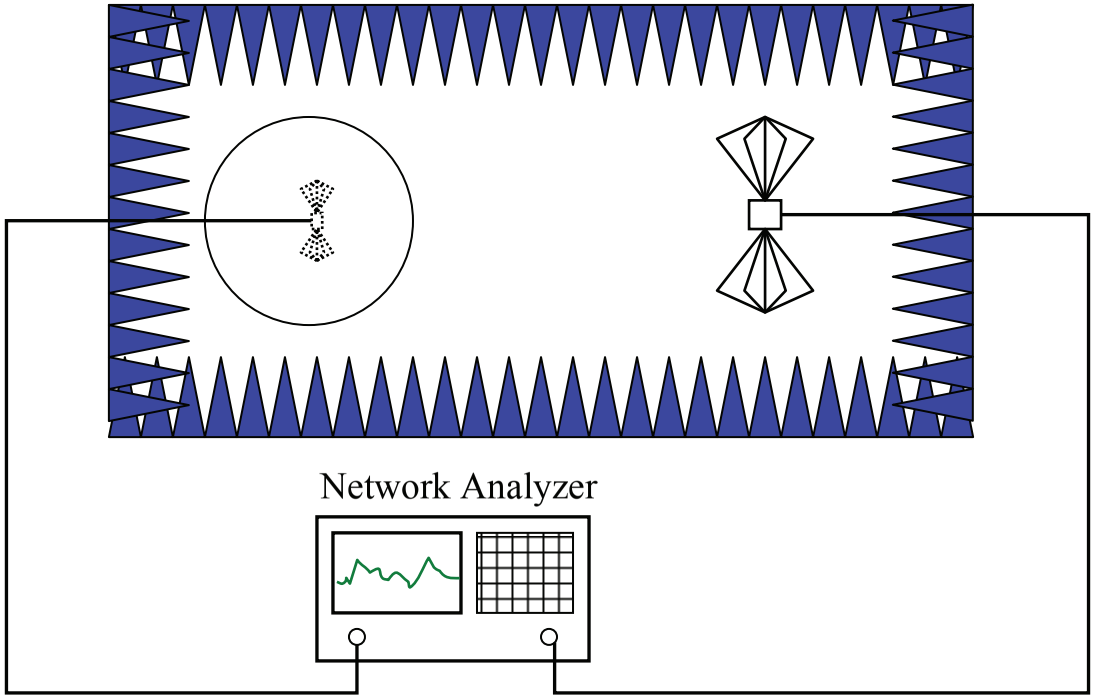
Proposal from JBMIA

5. Not to exceed 30cm high, even when the radio wave absorber is placed higher than the floor surface (virtual plane) or it is projected upward. Furthermore, to conduct the anechoic room evaluation for all the radio frequency bands with the same test method, the same room conditions and the same test set-up layout.
6. To uniform the evaluation methods of “anechoic chamber with metal floor on which the radio wave absorber laid (FSOATS)” (CISPR 16-1-4) and that of “FAR” (IEC61000-4-22) into the same one test method “IEC61000-4-22 VSWR.” The environment for FSOATS of Clause 8.2 of CISPR 16-1-4 is different from that for FAR of IEC61000-4-22, but they have a lot of similarities. The evaluation method described in CISPR 16-1-4 should be replaced by that of IEC61000-4-22, but the criteria may be different.

Details of $_F$SAC Test Results

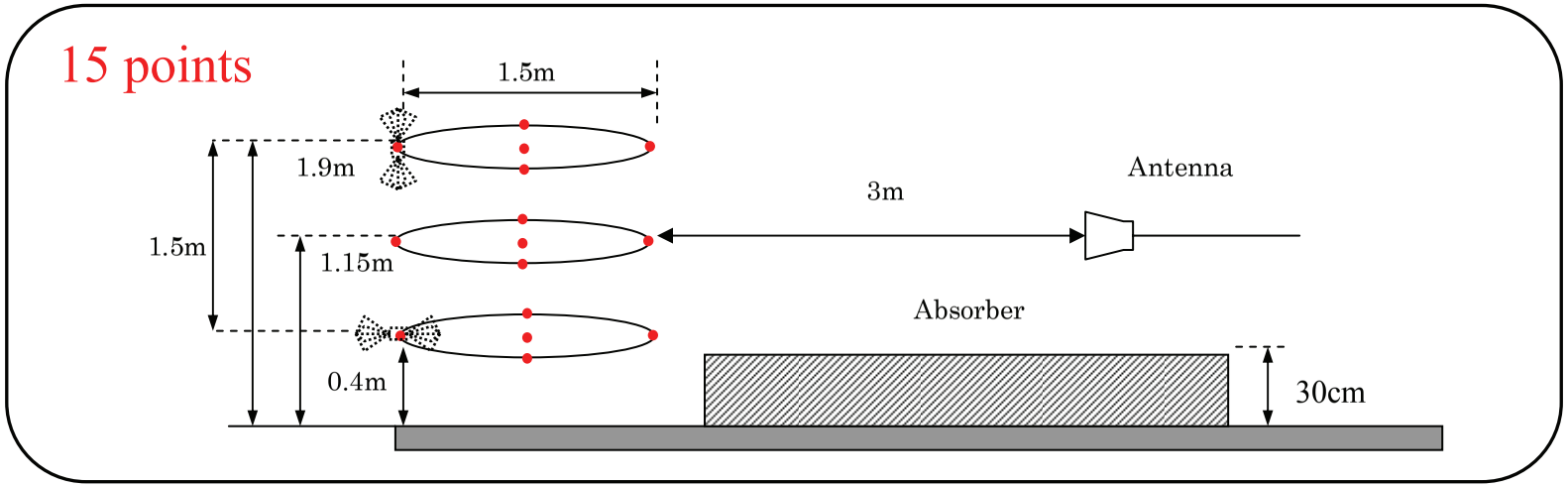
IEC61000-4-22 (Draft) S-dB Measurement Configuration

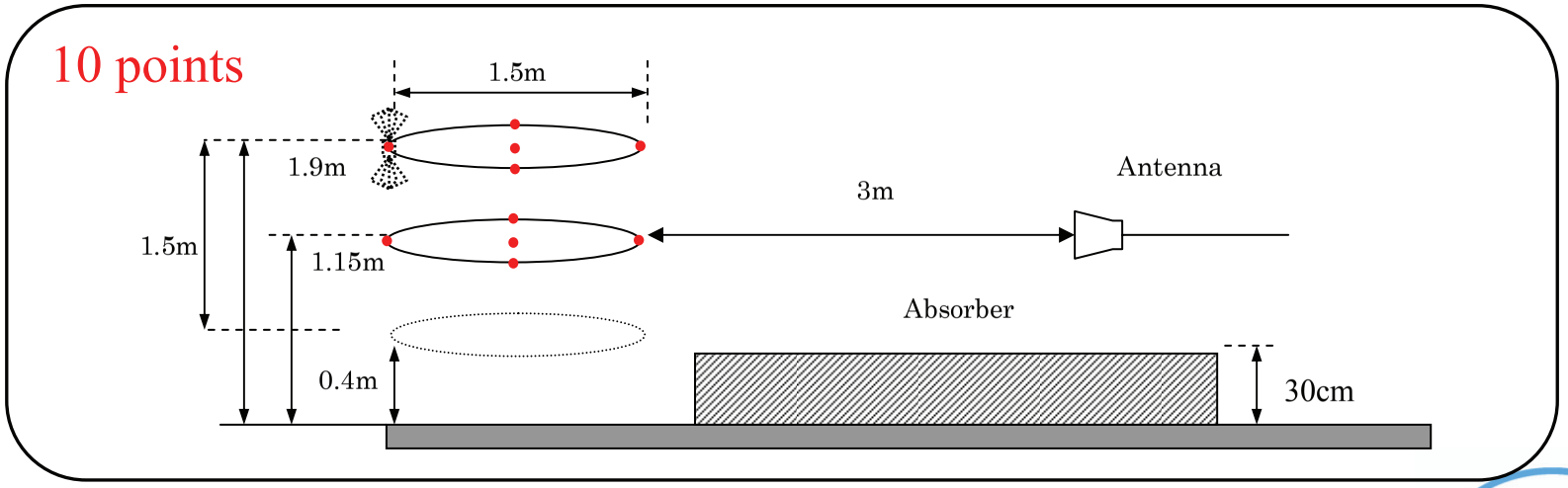
- A network analyzer was used for this measurement.
- In the system transducer factors, only the receiving antenna factor and space loss were considered with excluding the cable losses of transmitting and receiving antenna and transmitting antenna factor.
- The same measurement system (transmitting and receiving antennas, coaxial cables, network analyzer and pre-amplifier) was used to evaluate each camber ($_F$SAC-A, $_F$SAC-B and FAR).



$_{F}$SAC-A
Standard Deviation and Average System Transducer Factor

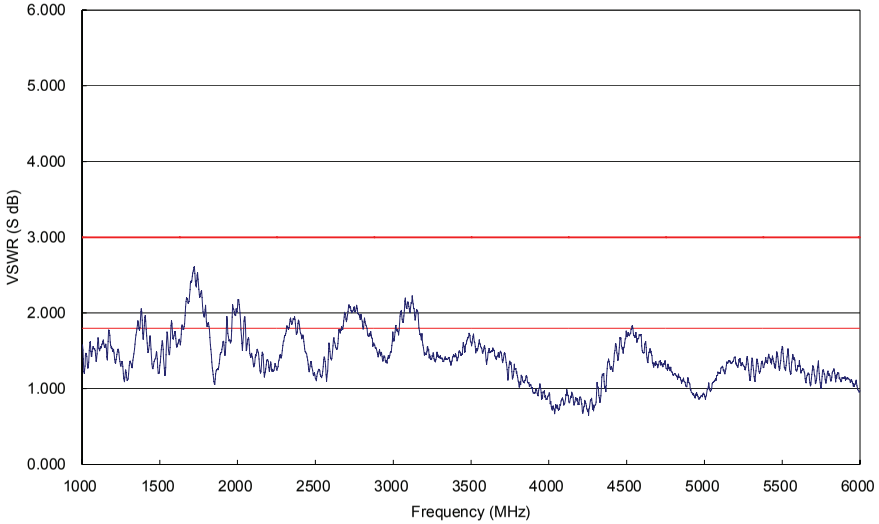
$_F$SAC-A
Standard Deviation and Average System Transducer Factor



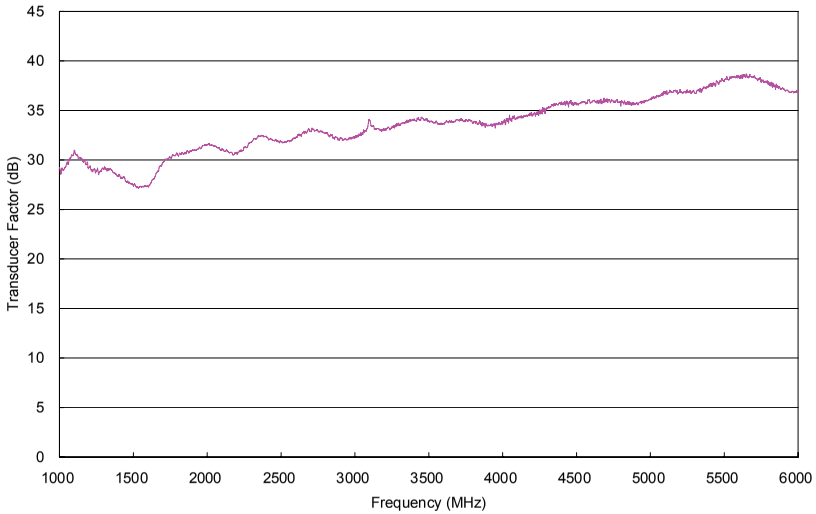


FSAC-A SWR Data (1GHz to 6GHz) 15 points

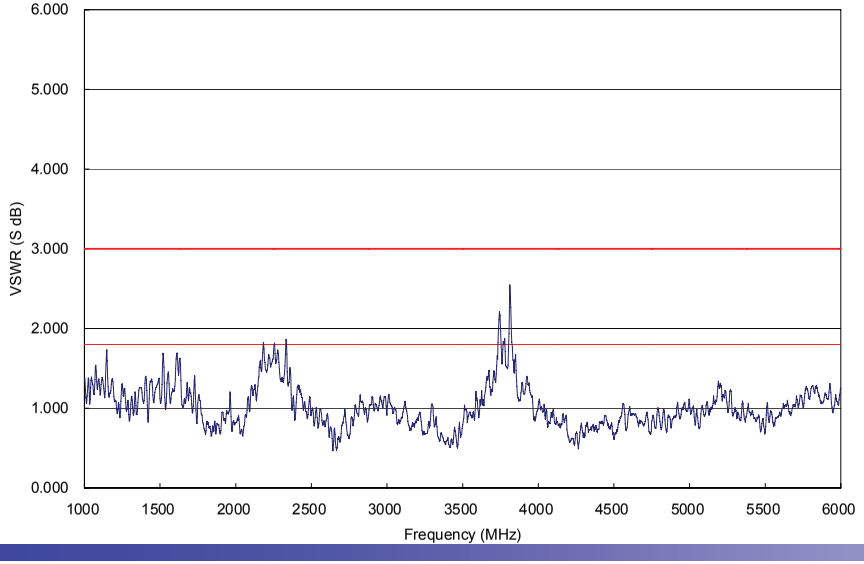
Horizontal, 3m distance



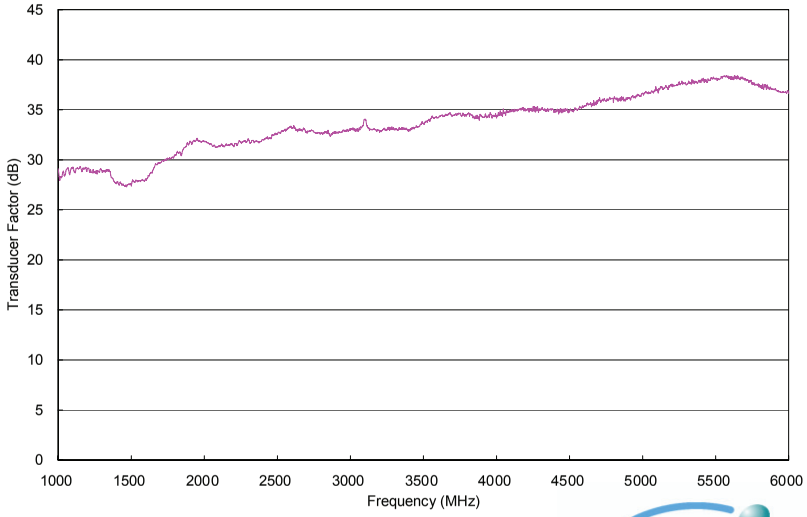
Horizontal, Average System Transducer Factor



Vertical, 3m distance

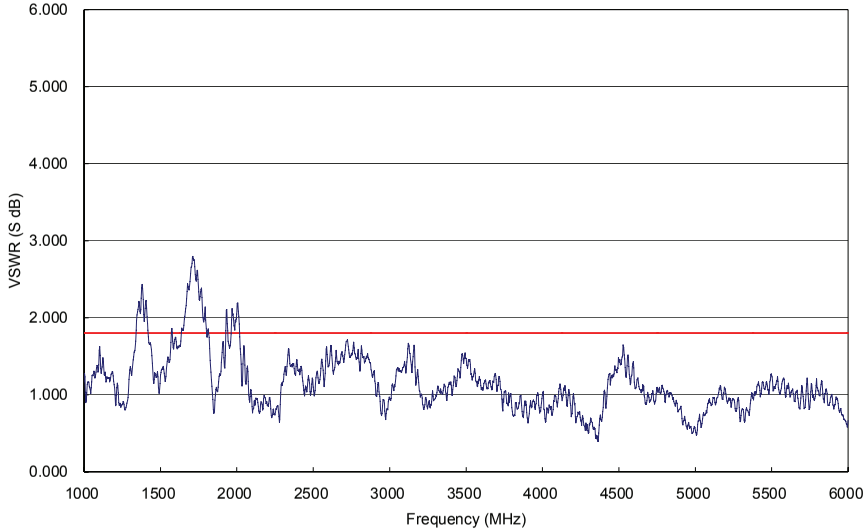


Vertical, Average System Transducer Factor

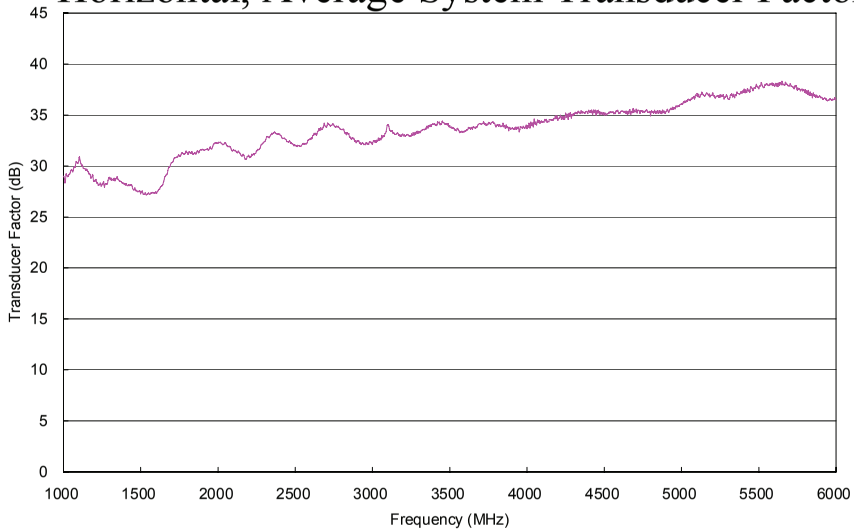


FSAC-A SWR Data (300MHz to 1GHz) 10 points

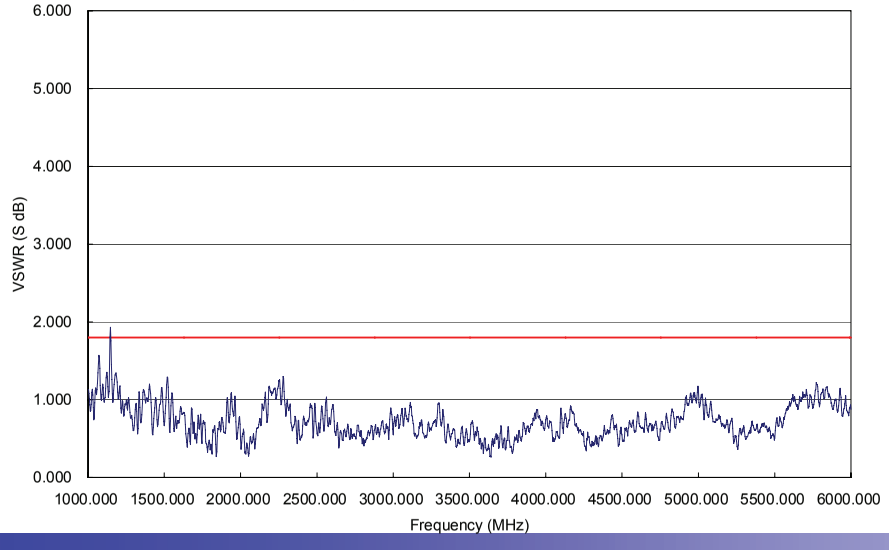
Horizontal, 3m distance



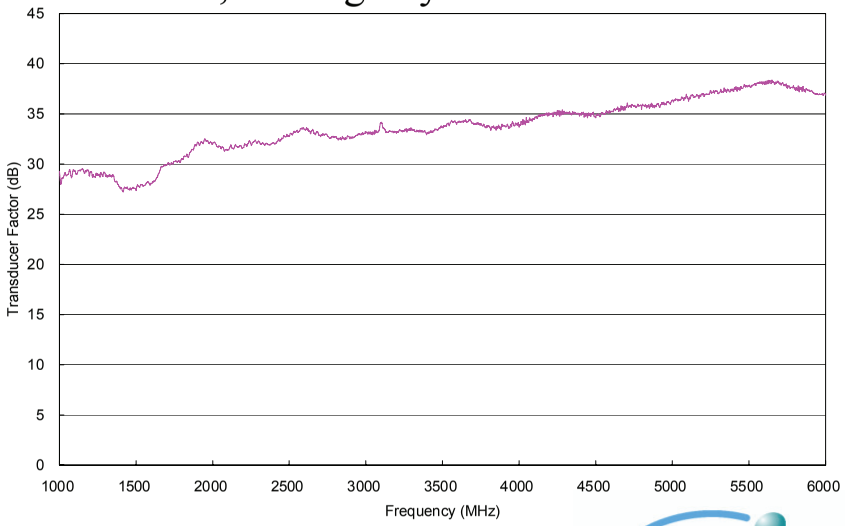
Horizontal, Average System Transducer Factor



Vertical, 3m distance

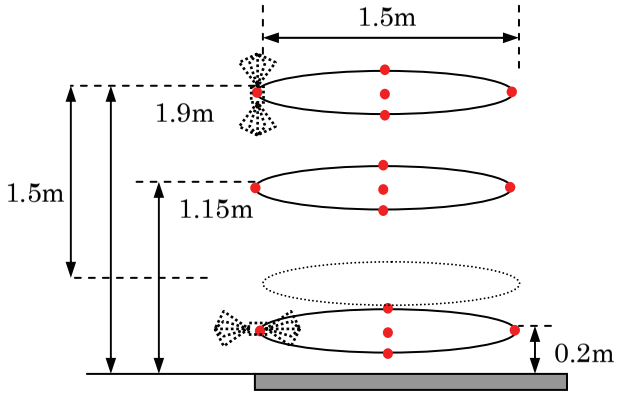


Vertical, Average System Transducer Factor

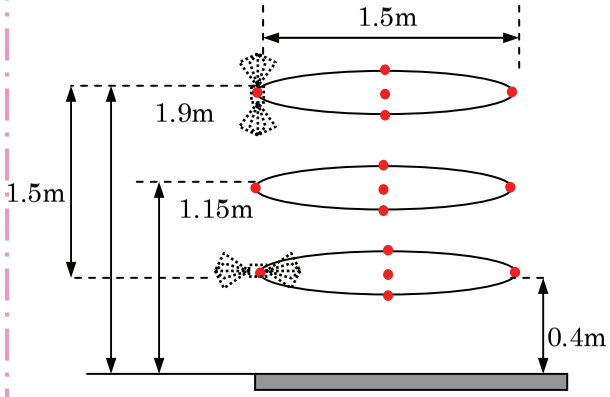


FSAC-A

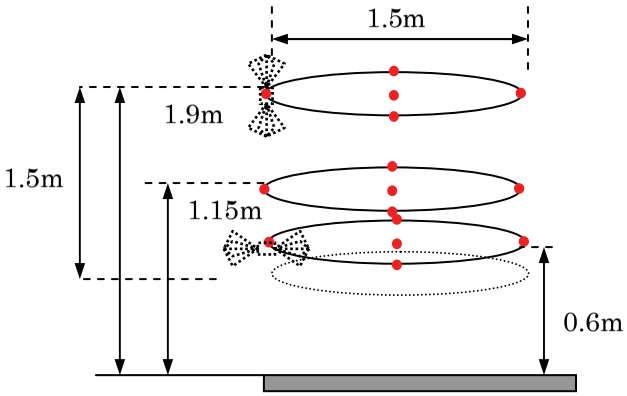
Standard Deviation Data Comparison per Distance (Height) from the Floor



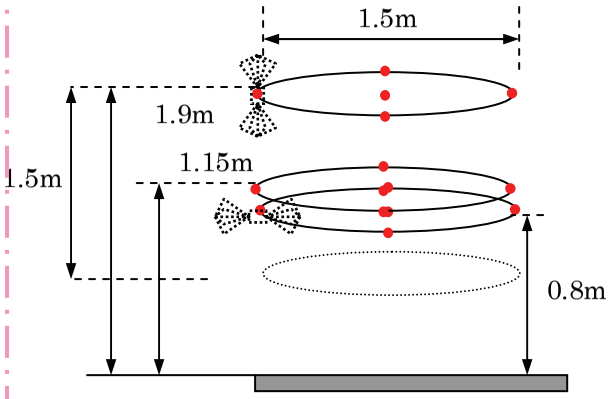
0.2m、1.15m、1.9m



0.4m、1.15m、1.9m

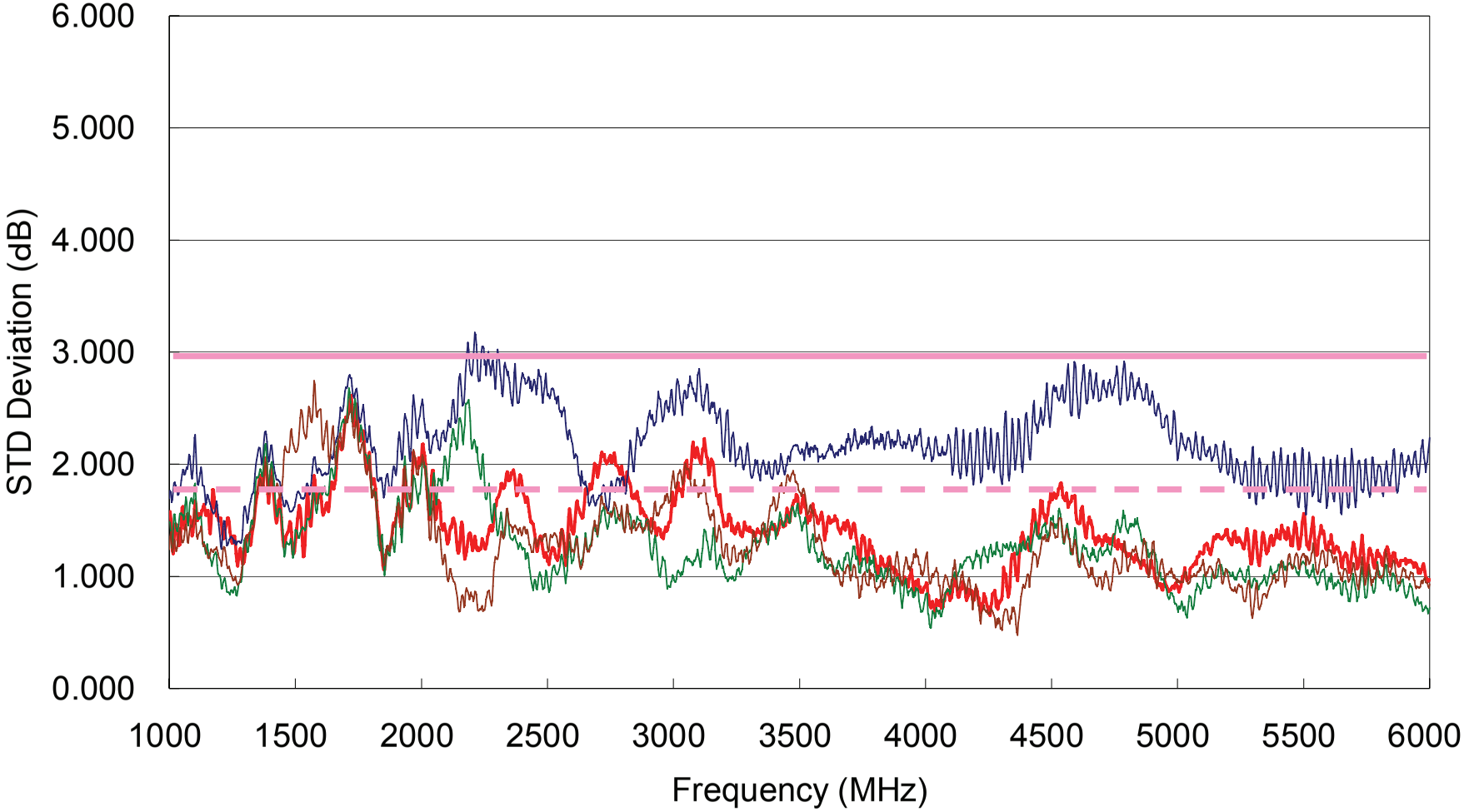


0.6m、1.15m、1.9m



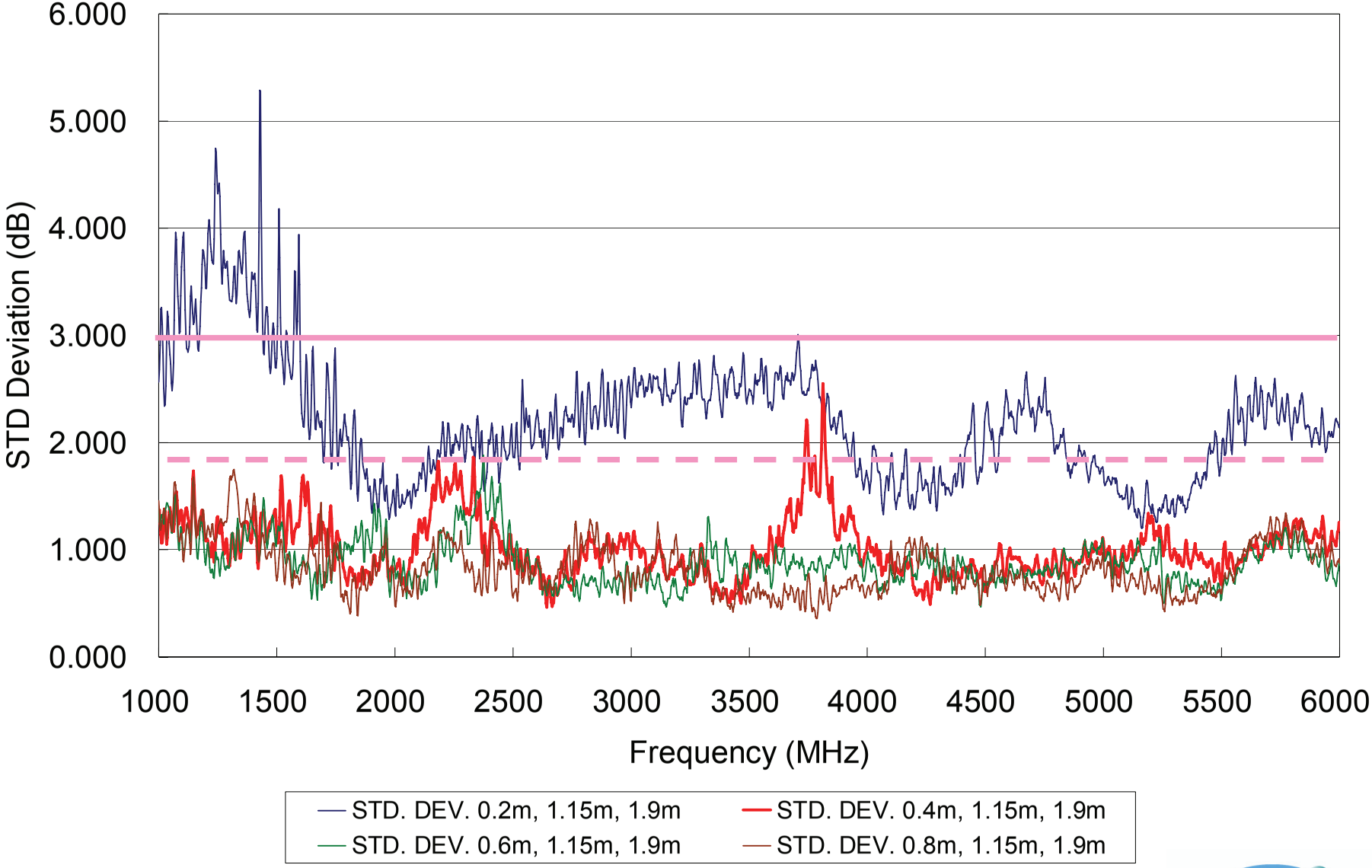
0.8m、1.15m、1.9m

FSAC-A Standard Deviation Data Comparison per Distance (Height) from the Floor - Horizontal



STD. DEV. 0.4m,1.15m,1.9m
STD. DEV. 0.2m,1.15m,1.9m
STD. DEV. 0.6m,1.15m,1.9m
STD. DEV. 0.8m,1.15m,1.9m

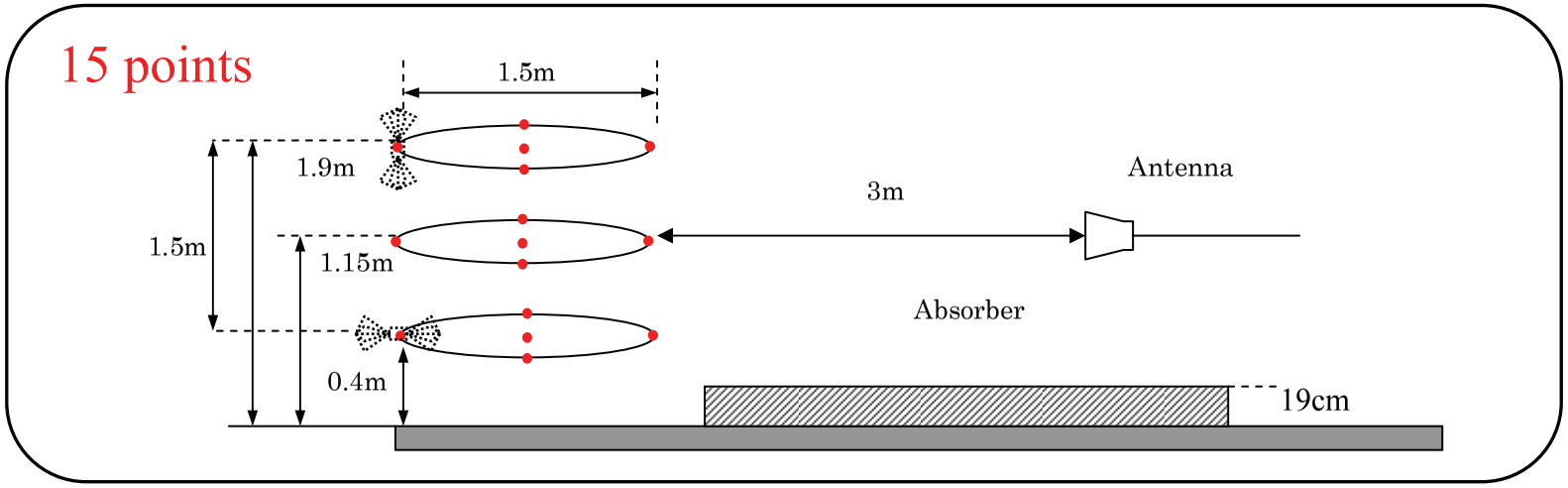
FSAC-A Standard Deviation Data Comparison per Distance (Height) from the Floor - Vertical

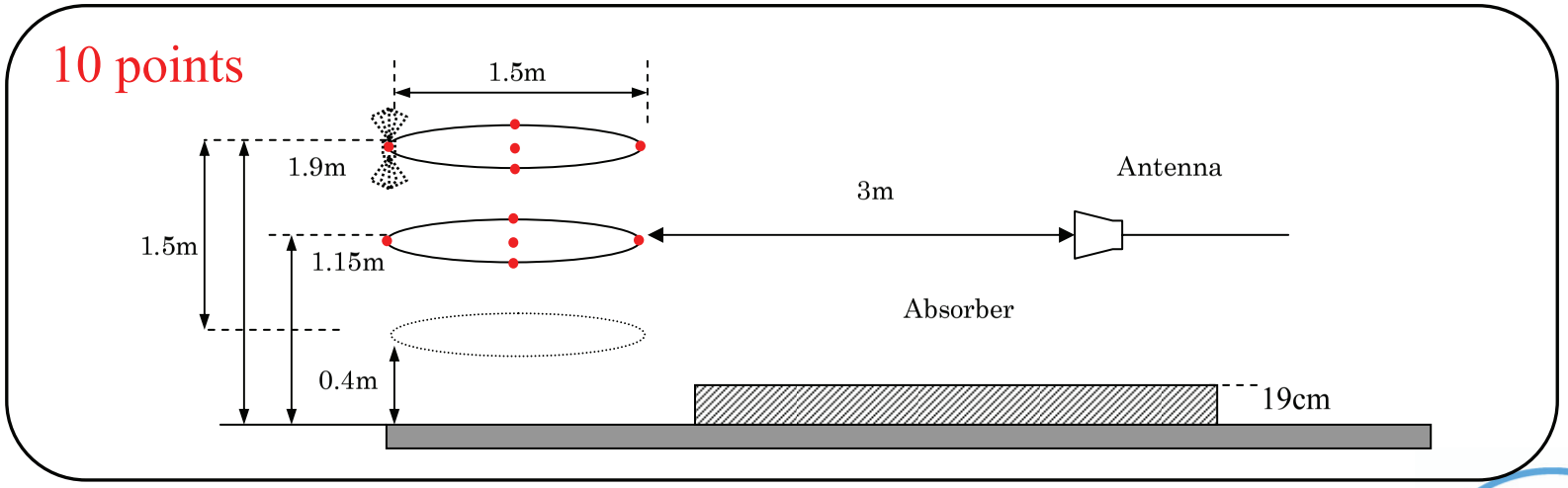


$_F$SAC-B
Standard Deviation and Average System Transducer Factor

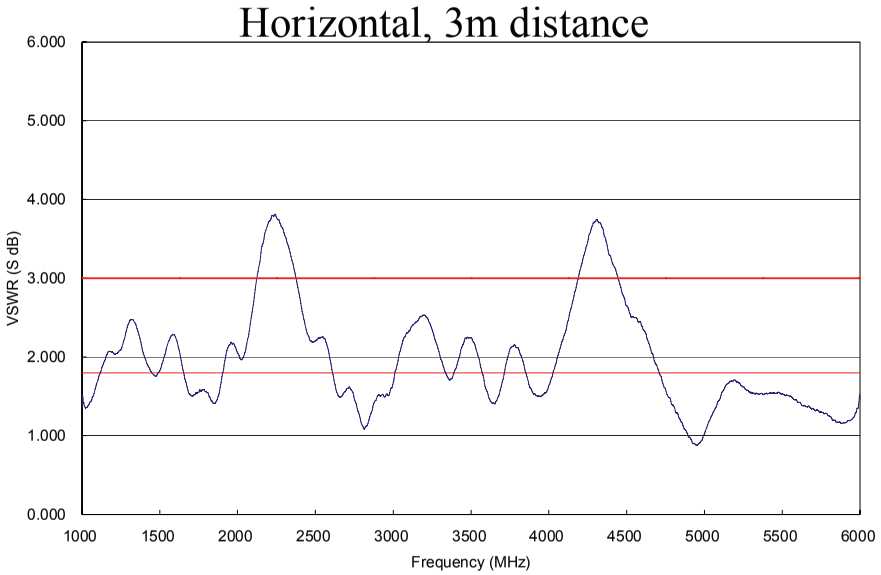
Since the standing wave in co-axial cable were significant, the smoothing function (2%) of the network analyzer was used during the evaluation of $_F$SAC-B. The amplitude seen in the data of $_F$SAC-A was removed from the following data for $_F$SAC-B.

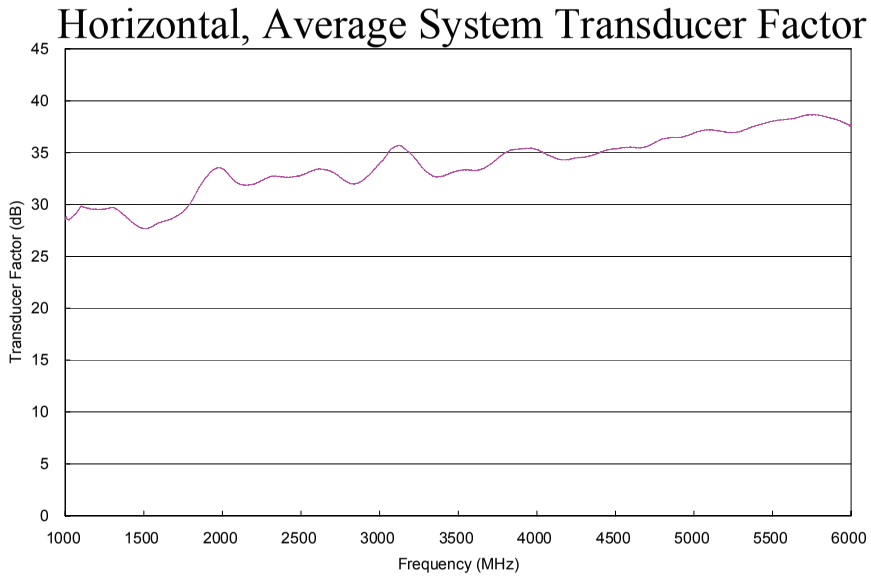
$_F$SAC-B
Standard Deviation and Average System Transducer Factor

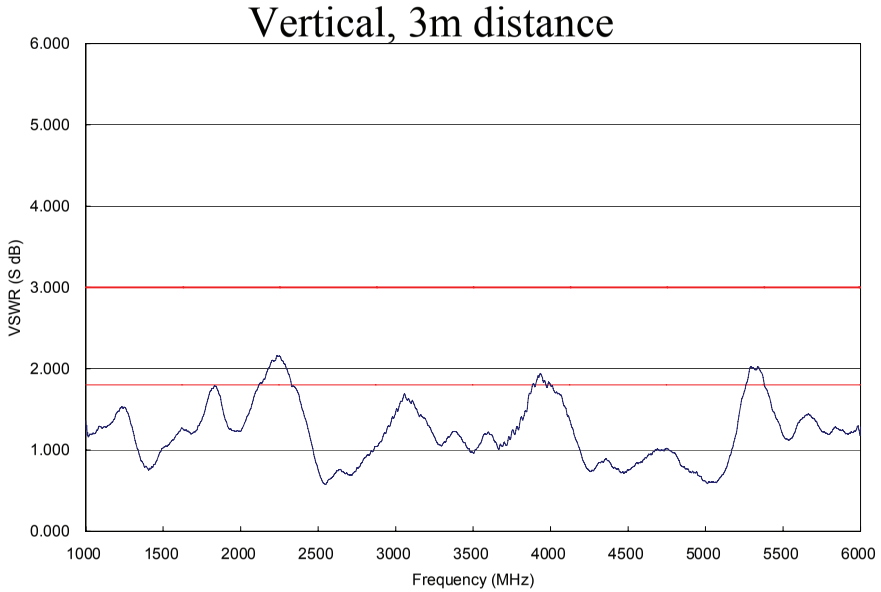


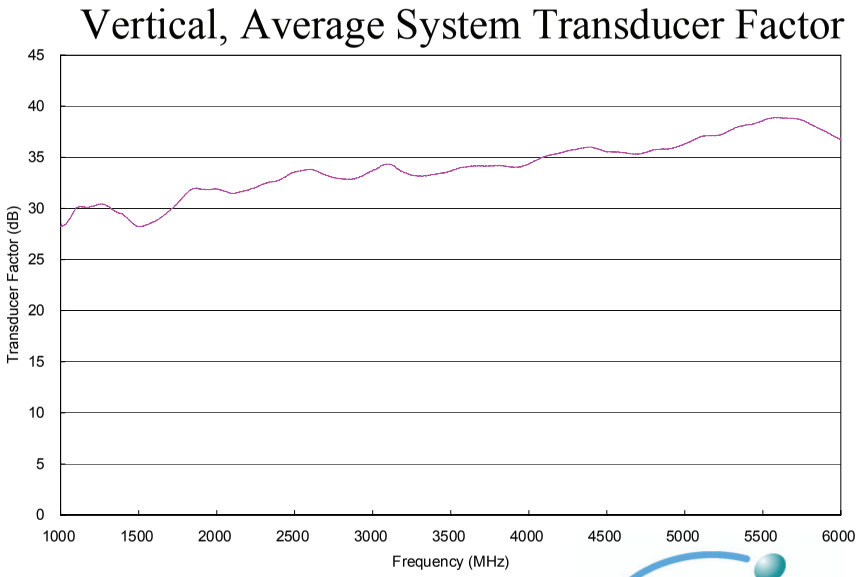


FSAC-B SWR Data (1GHz to 6GHz) 15 points



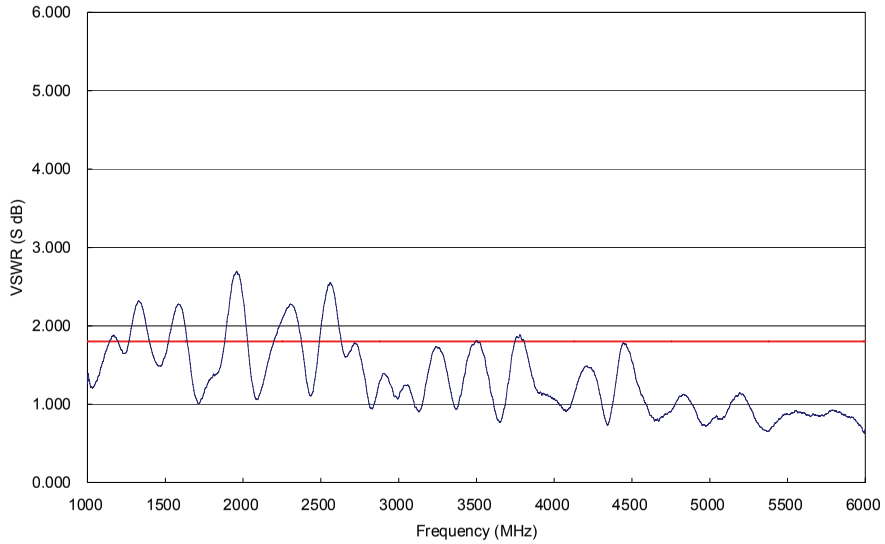




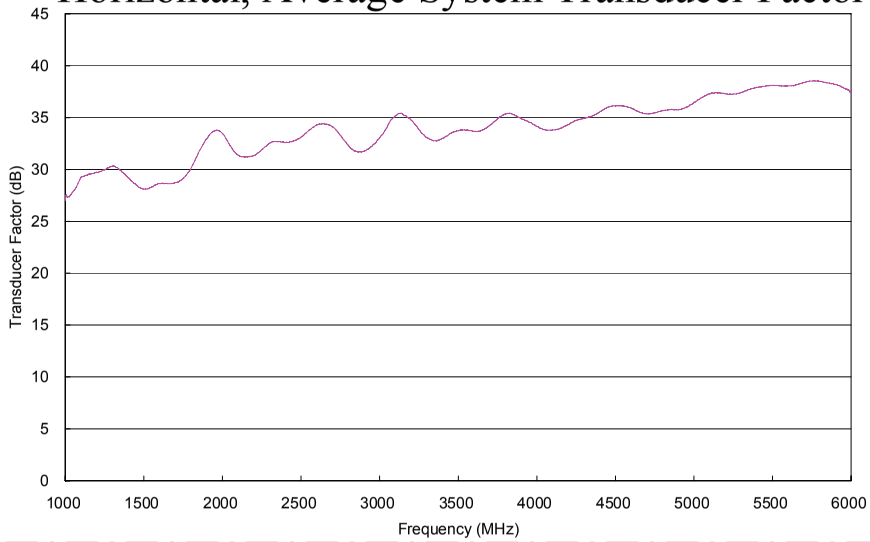


FSAC-B SWR Data (300MHz to 1GHz) 10 points

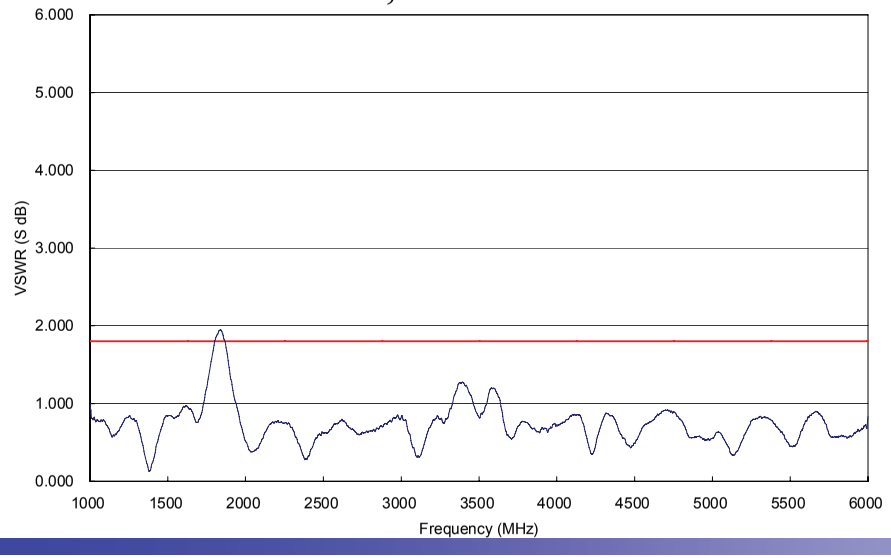
Horizontal, 3m distance



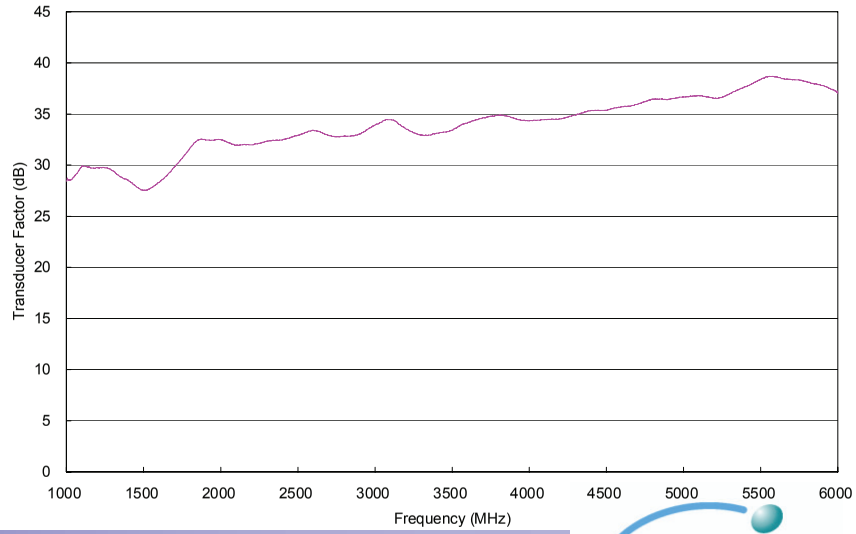
Horizontal, Average System Transducer Factor



Vertical, 3m distance

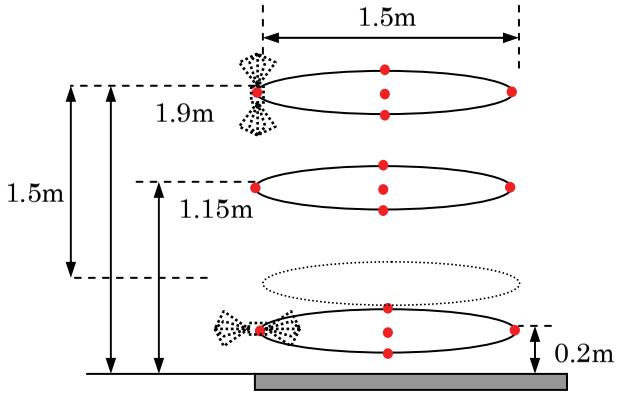


Vertical, Average System Transducer Factor

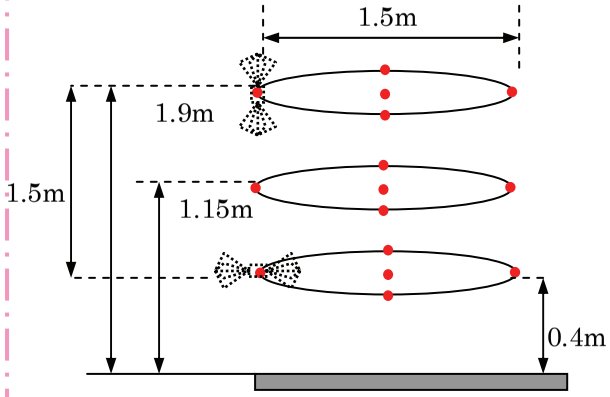


FSAC-B

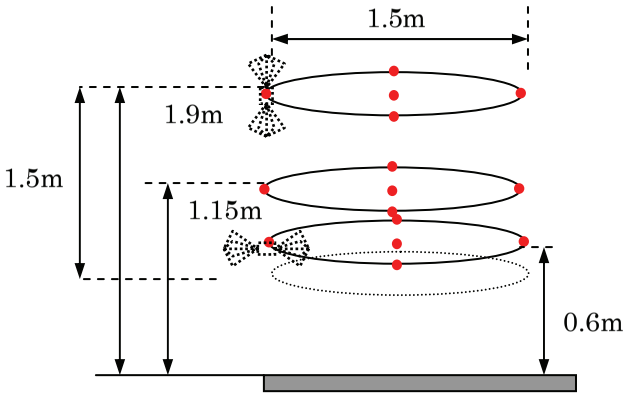
Standard Deviation Data Comparison per Distance (Height) from the Floor



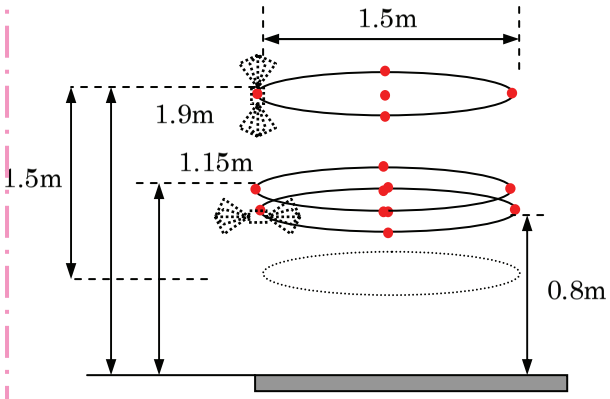
0.2m、1.15m、1.9m



0.4m、1.15m、1.9m

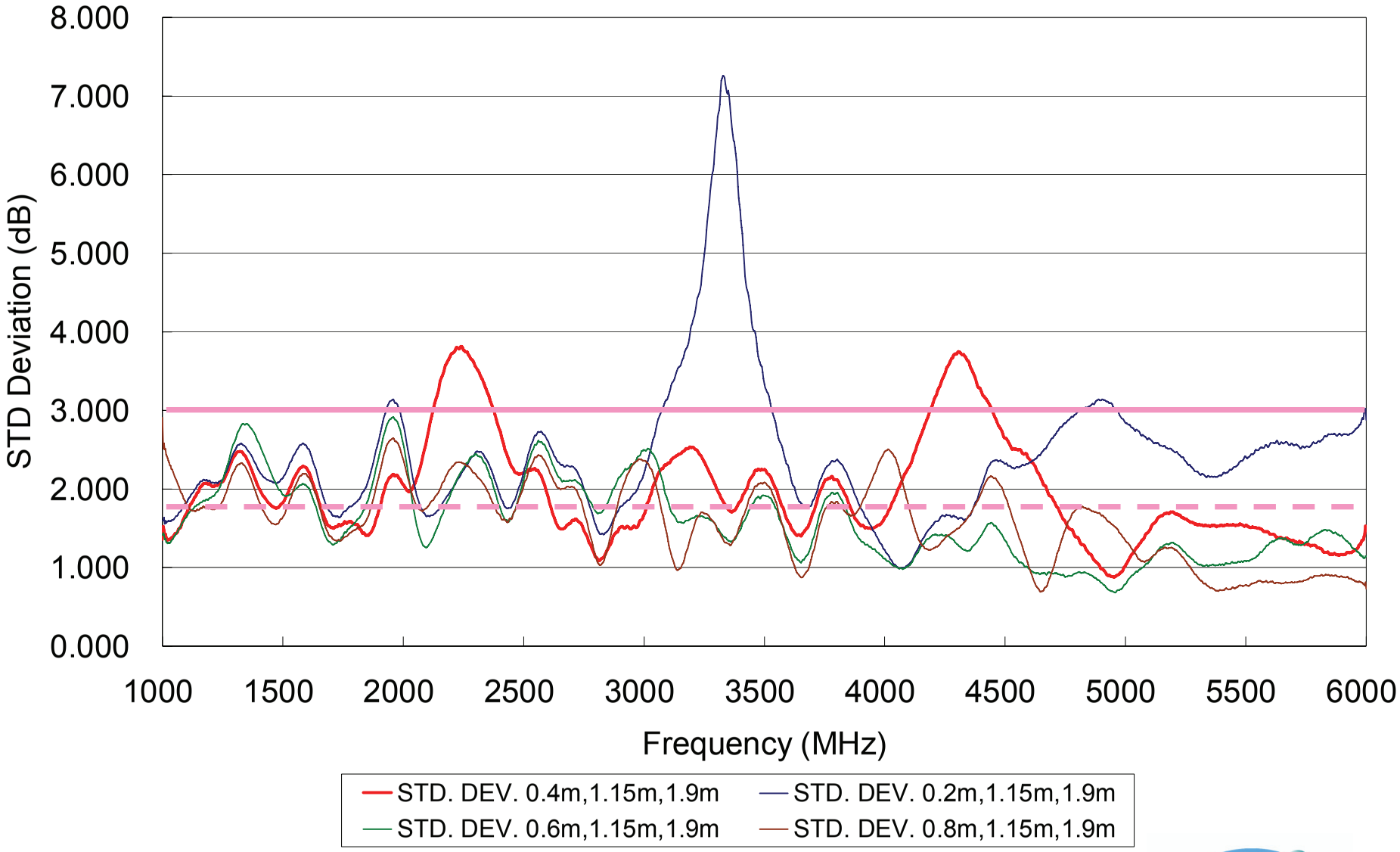


0.6m、1.15m、1.9m

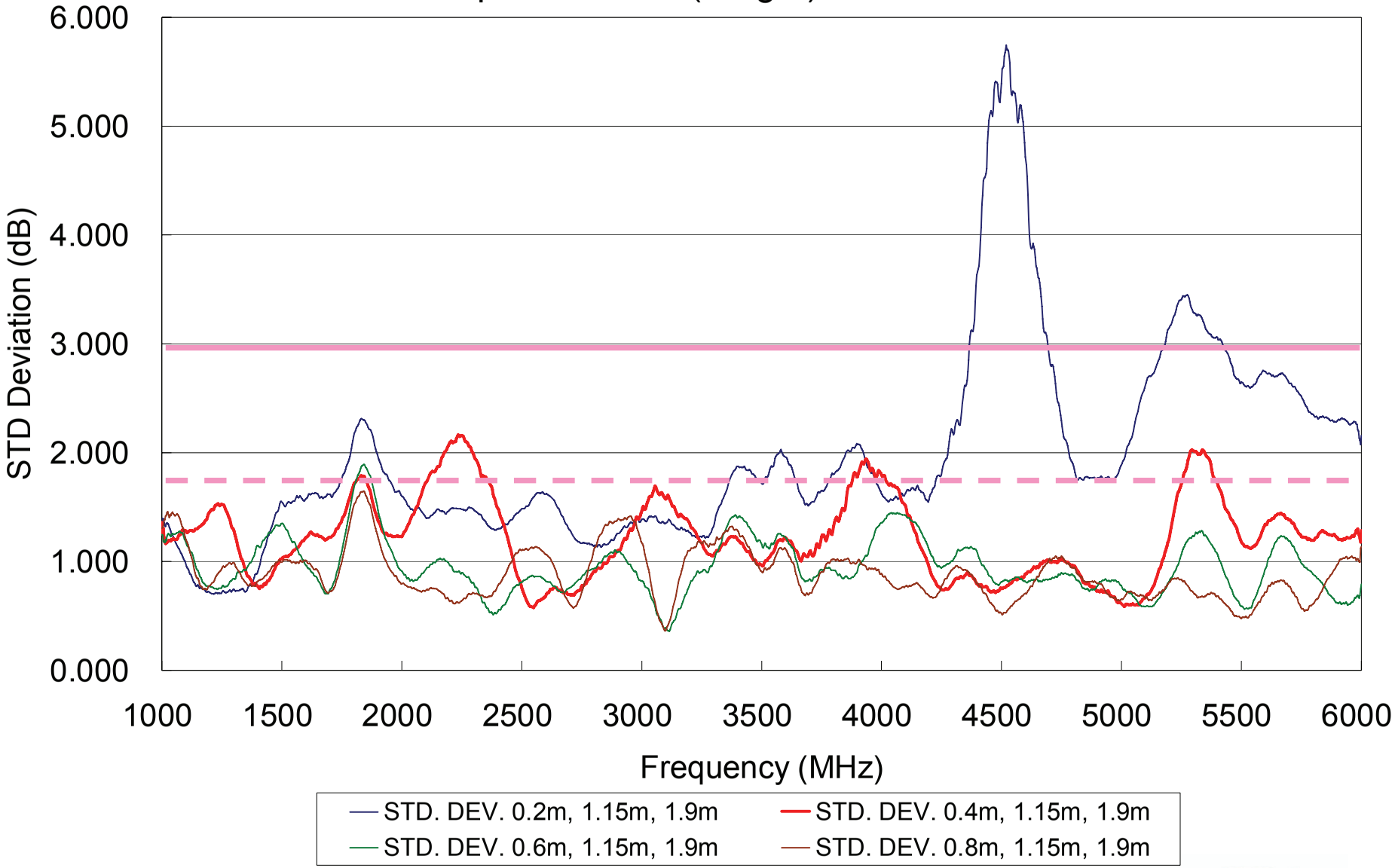


0.8m、1.15m、1.9m

FSAC-B Standard Deviation Data Comparison per Distance (Height) from the Floor - Horizontal



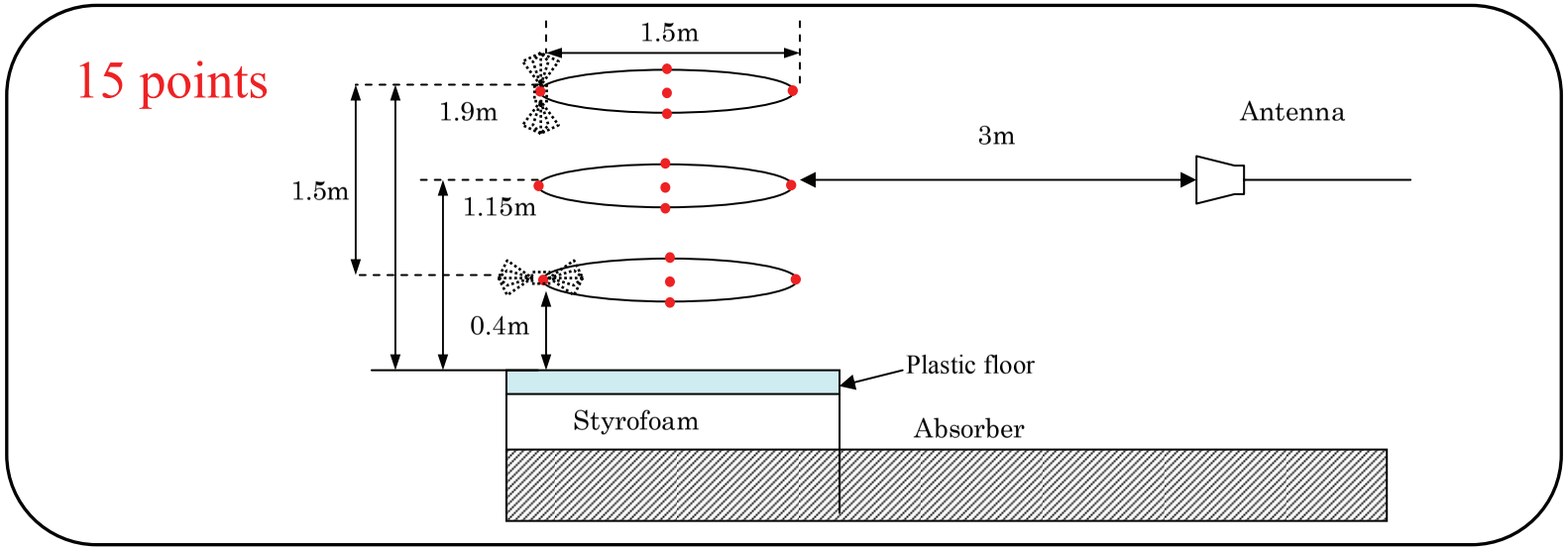
FSAC-B Standard Deviation Data Comparison per Distance (Height) from the Floor - Vertical

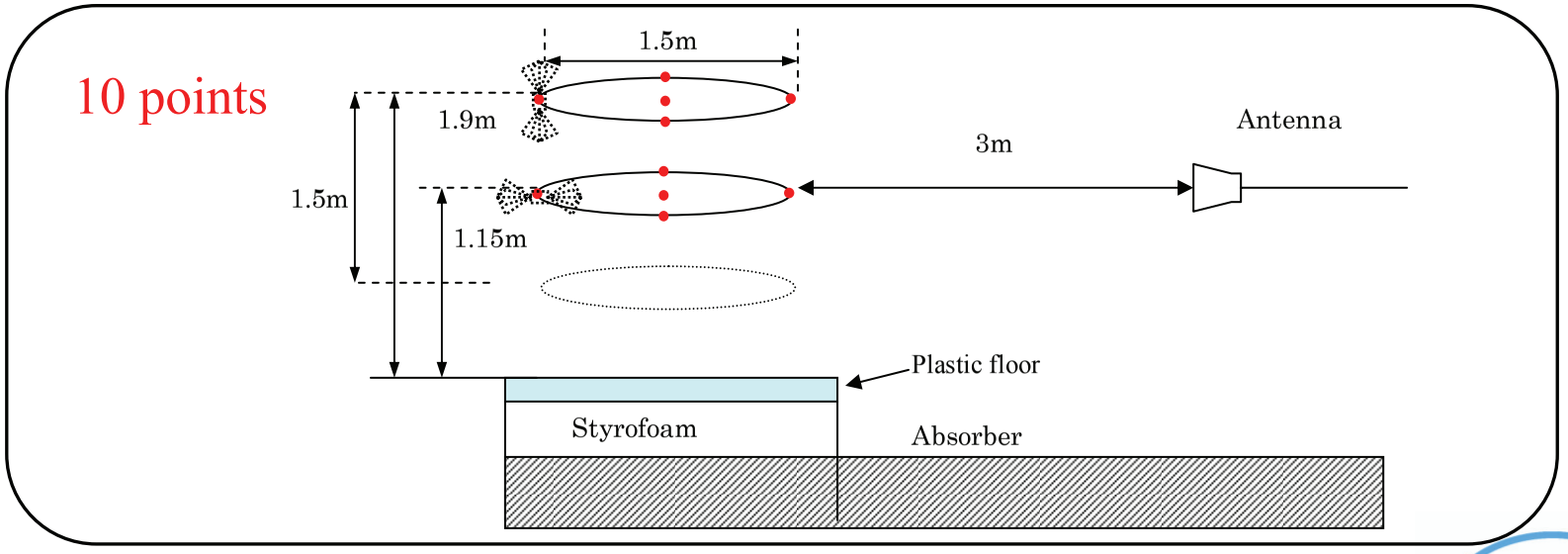


FAR
Standard Deviation and
Average System Transducer Factor

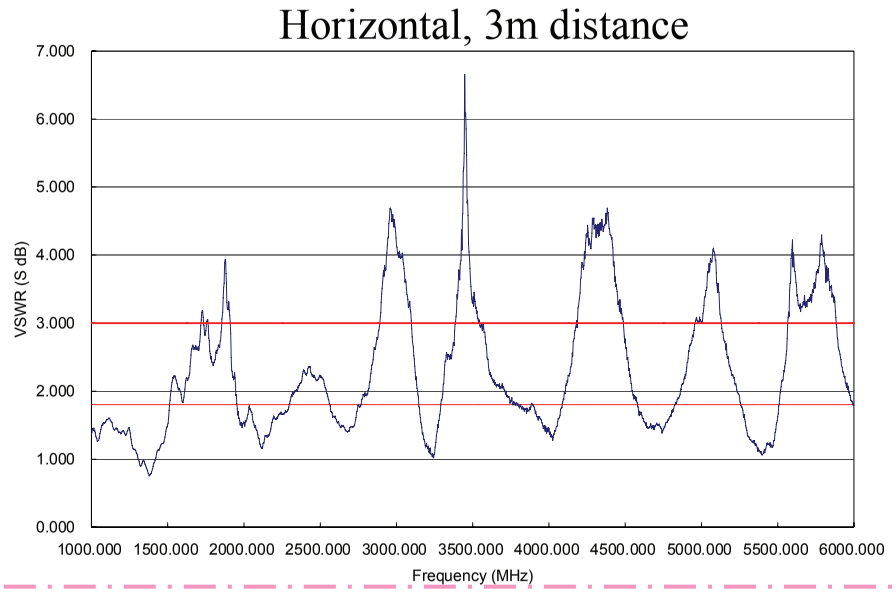
FAR

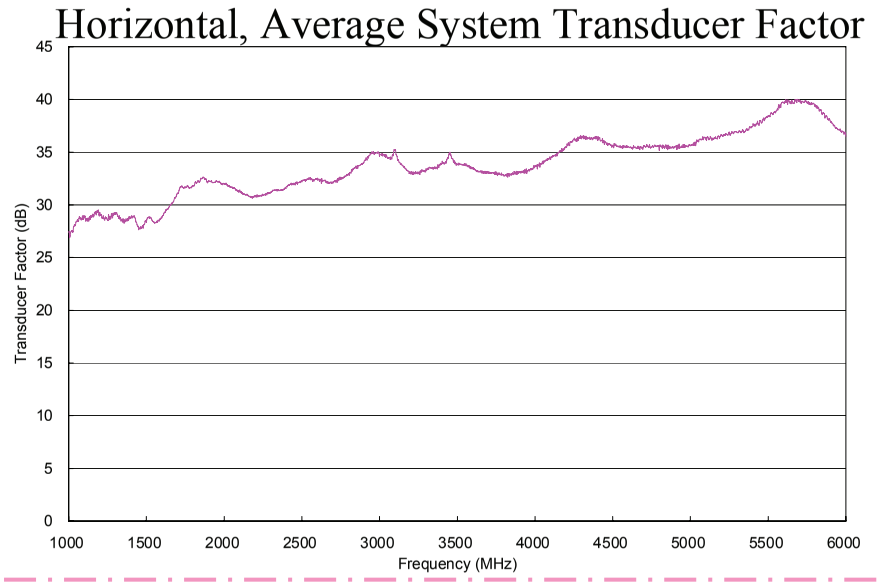
Standard Deviation and Average System Transducer Factor

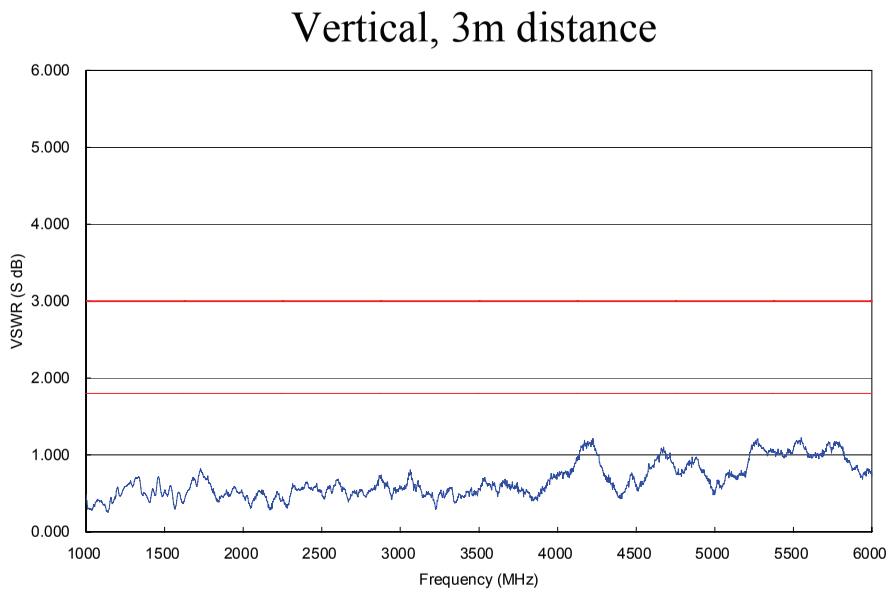


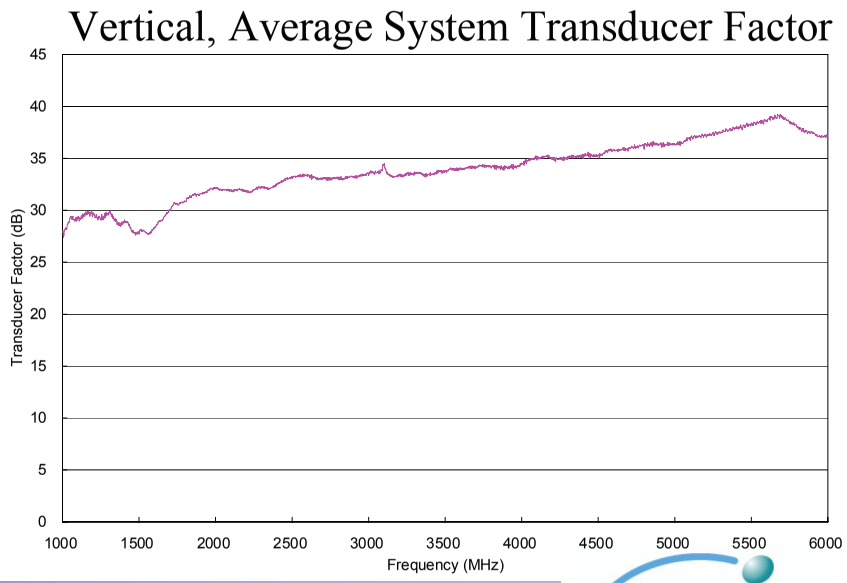


FAR SWR Data (1GHz to 6GHz) 15 points



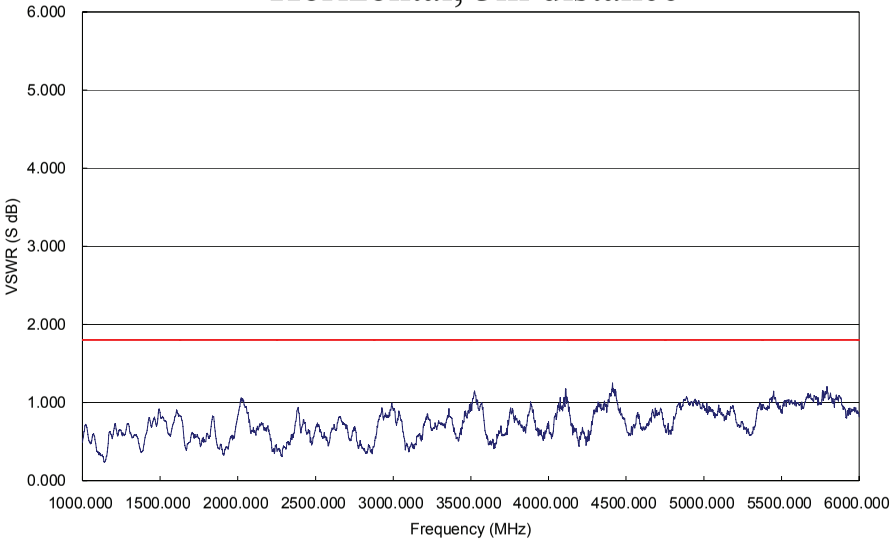




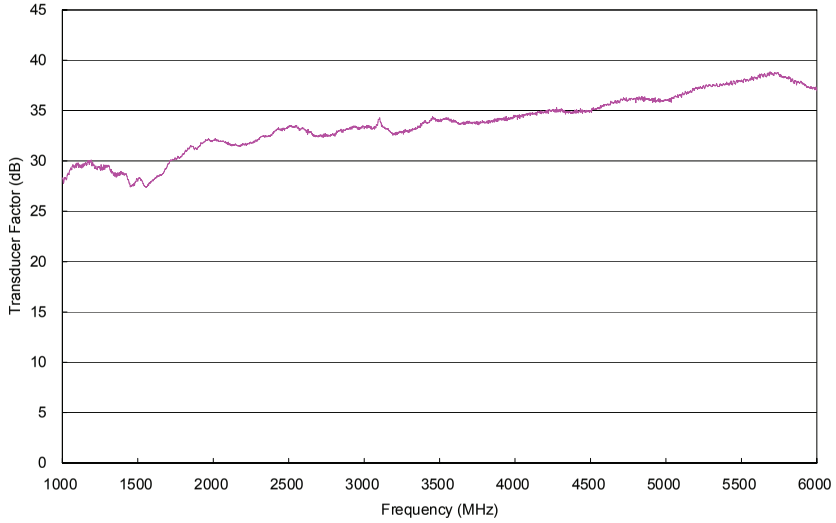


FAR SWR Data (300MHz to 1GHz) 10 points

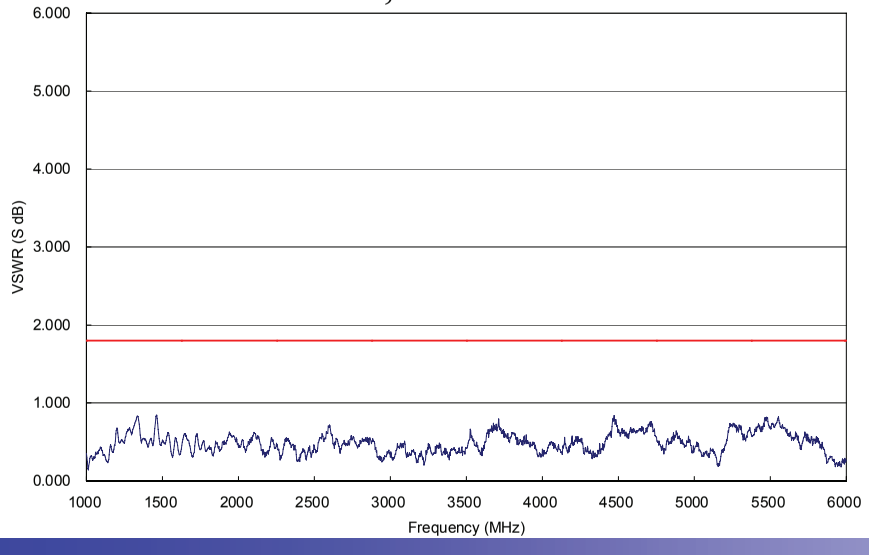
Horizontal, 3m distance



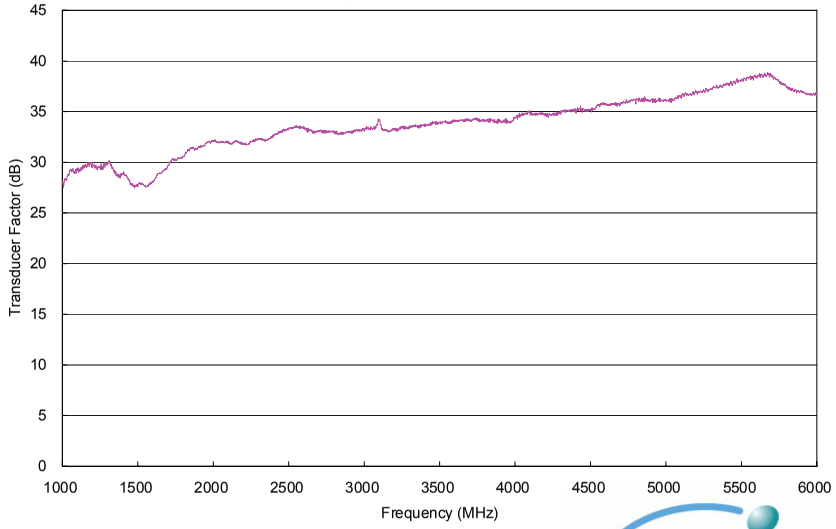
Horizontal, Average System Transducer Factor



Vertical, 3m distance

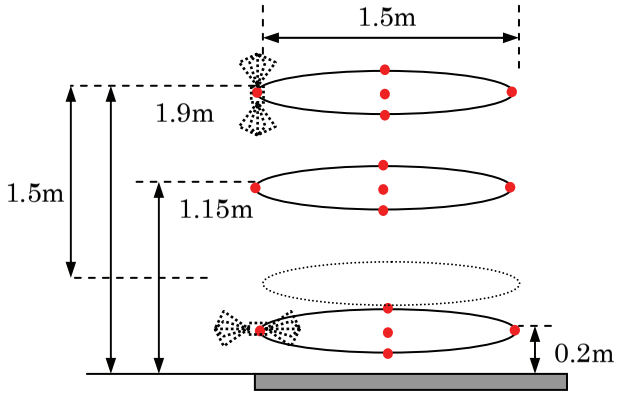


Vertical, Average System Transducer Factor

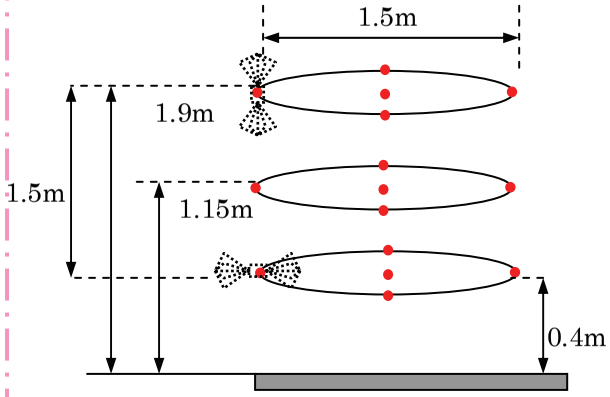


FAR

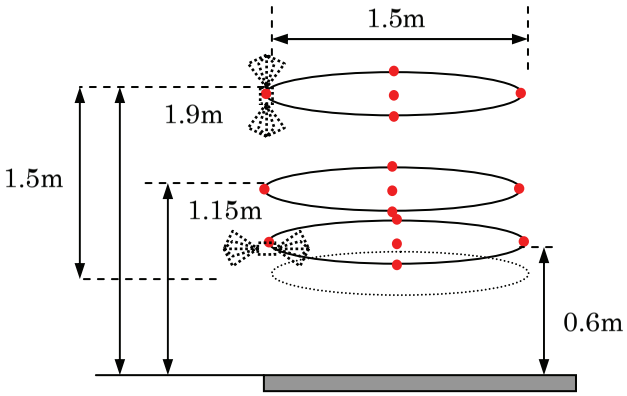
Standard Deviation Data Comparison per Distance (Height) from the Floor



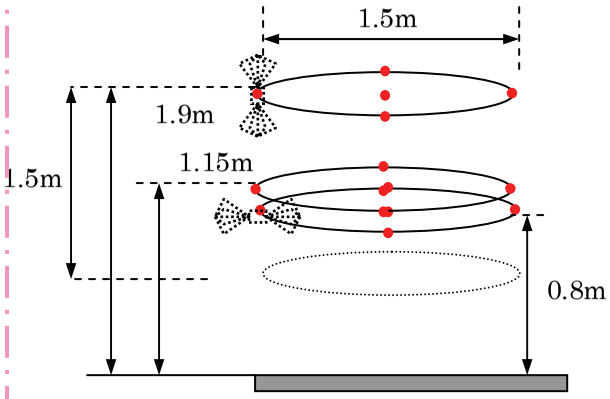
0.2m、1.15m、1.9m



0.4m、1.15m、1.9m

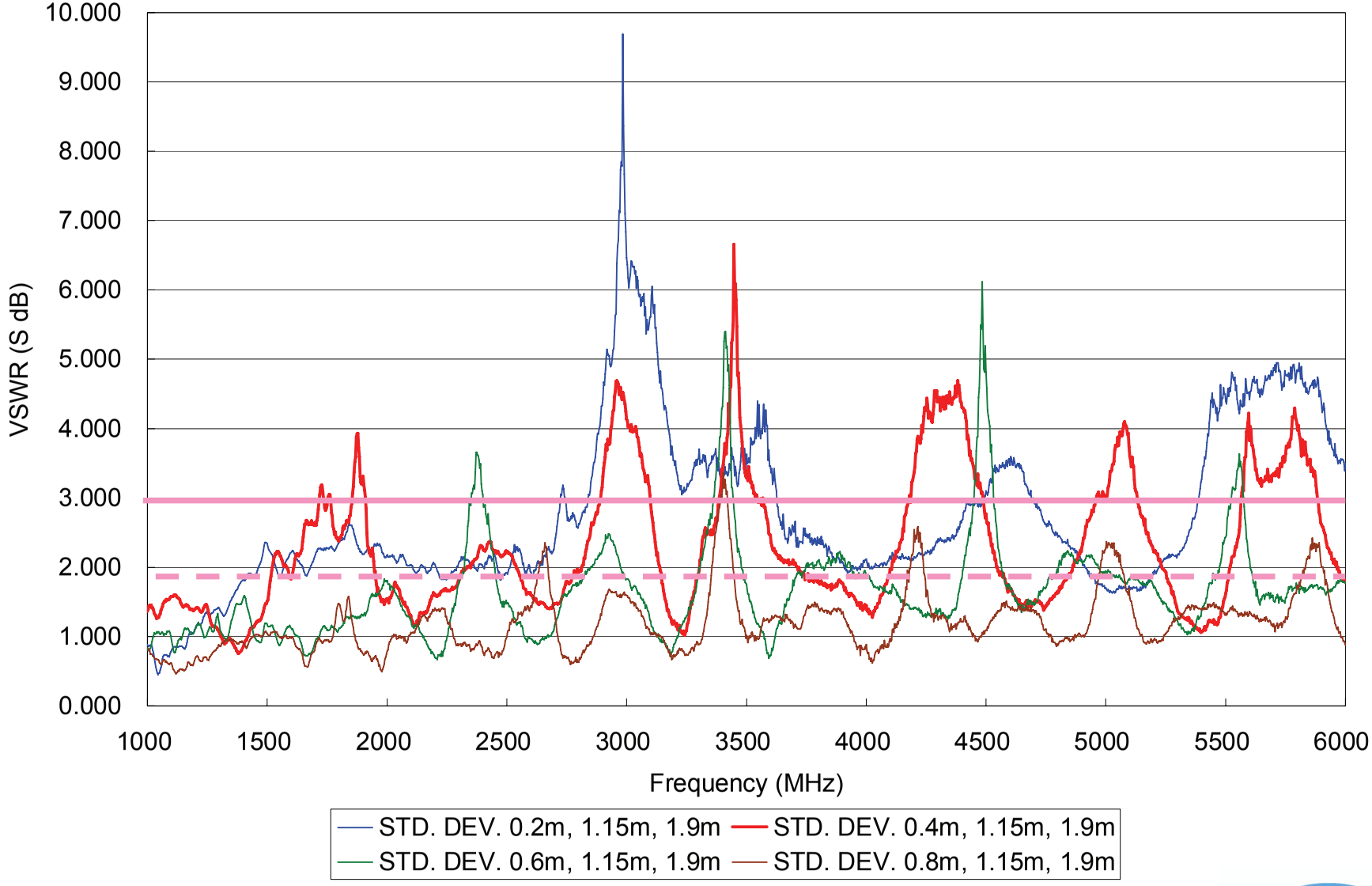


0.6m、1.15m、1.9m

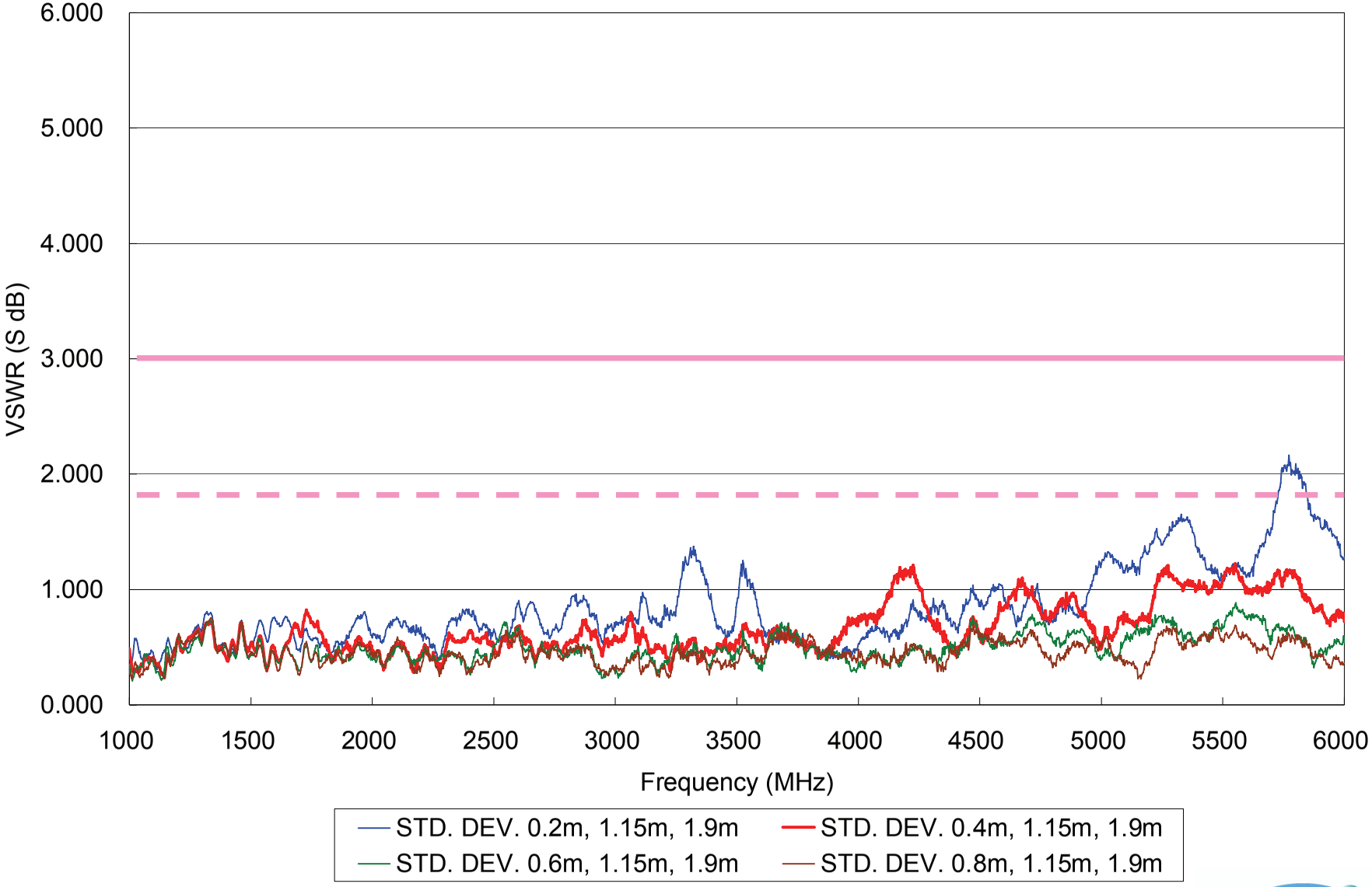


0.8m、1.15m、1.9m

FAR Standard Deviation Data Comparison per Distance (Height) from the Floor - Horizontal



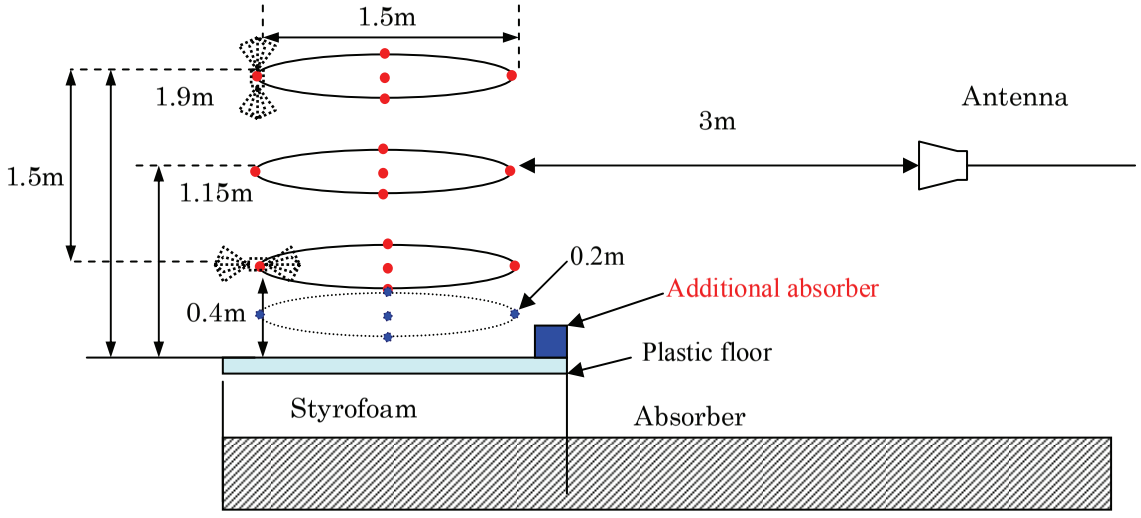
FAR Standard Deviation Data Comparison per Distance (Height) from the Floor - Vertical



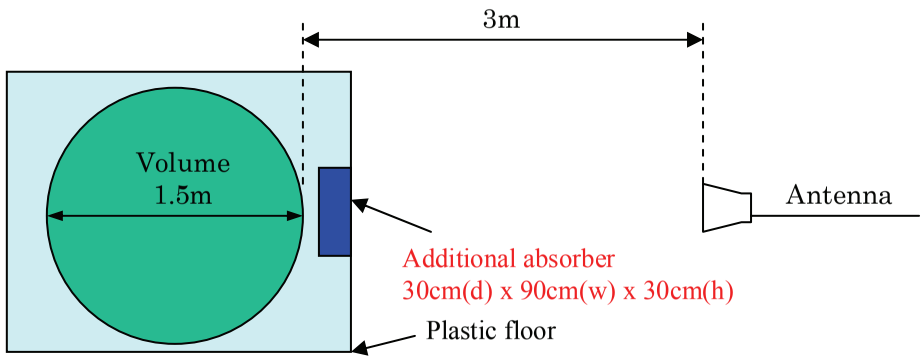
FAR+Absorber

Standard Deviation with Placing a Small Radio Wave Absorber
(30cm (h)×30cm (d)×90cm (w)) in FAR

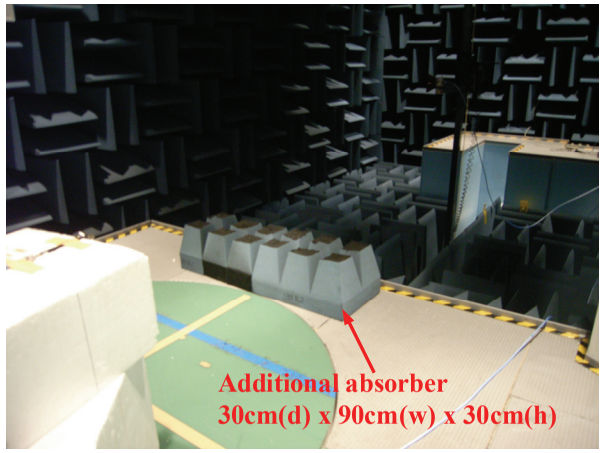
Placing Additional Absorber in FAR



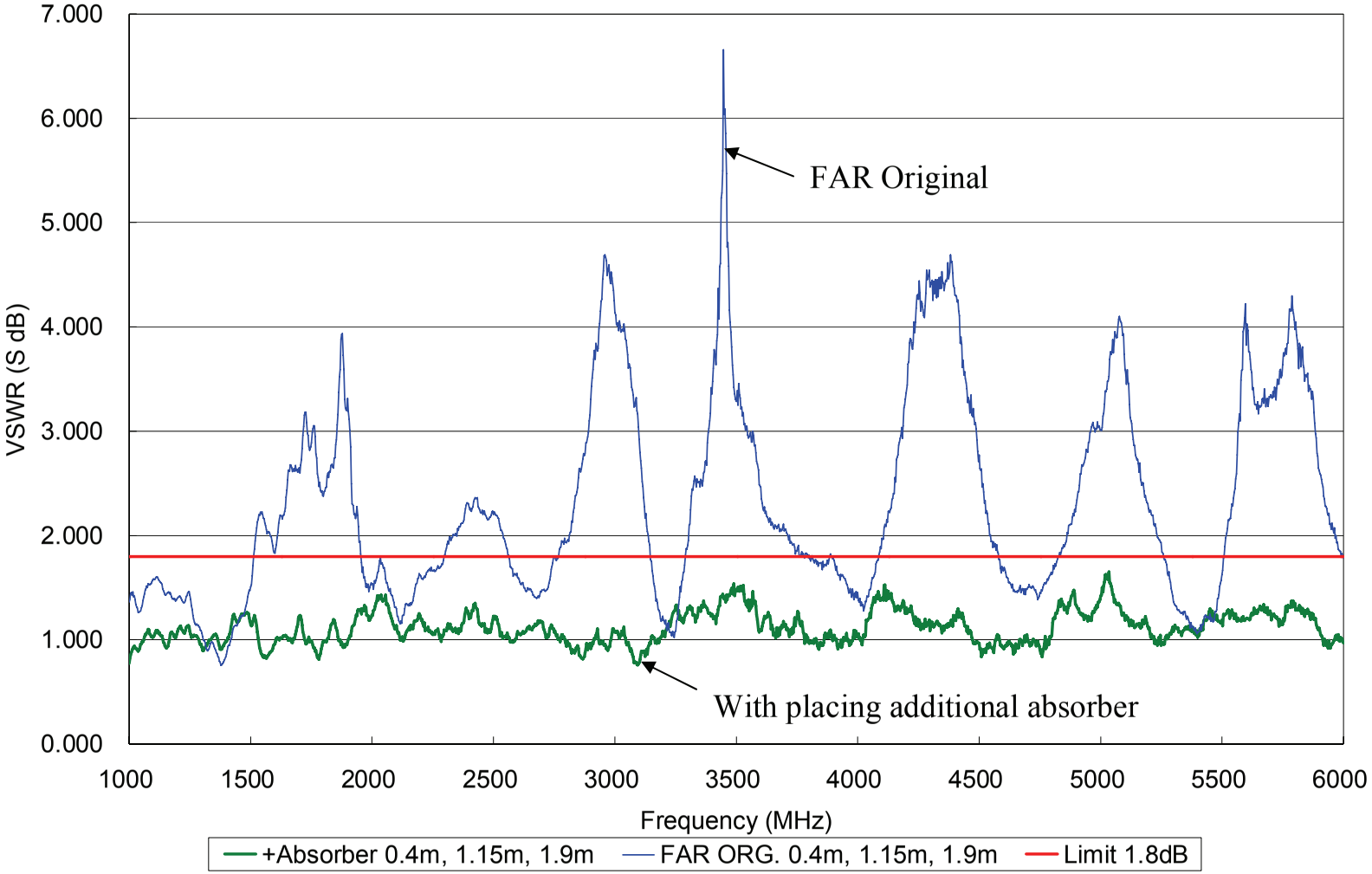
Side View



Top View

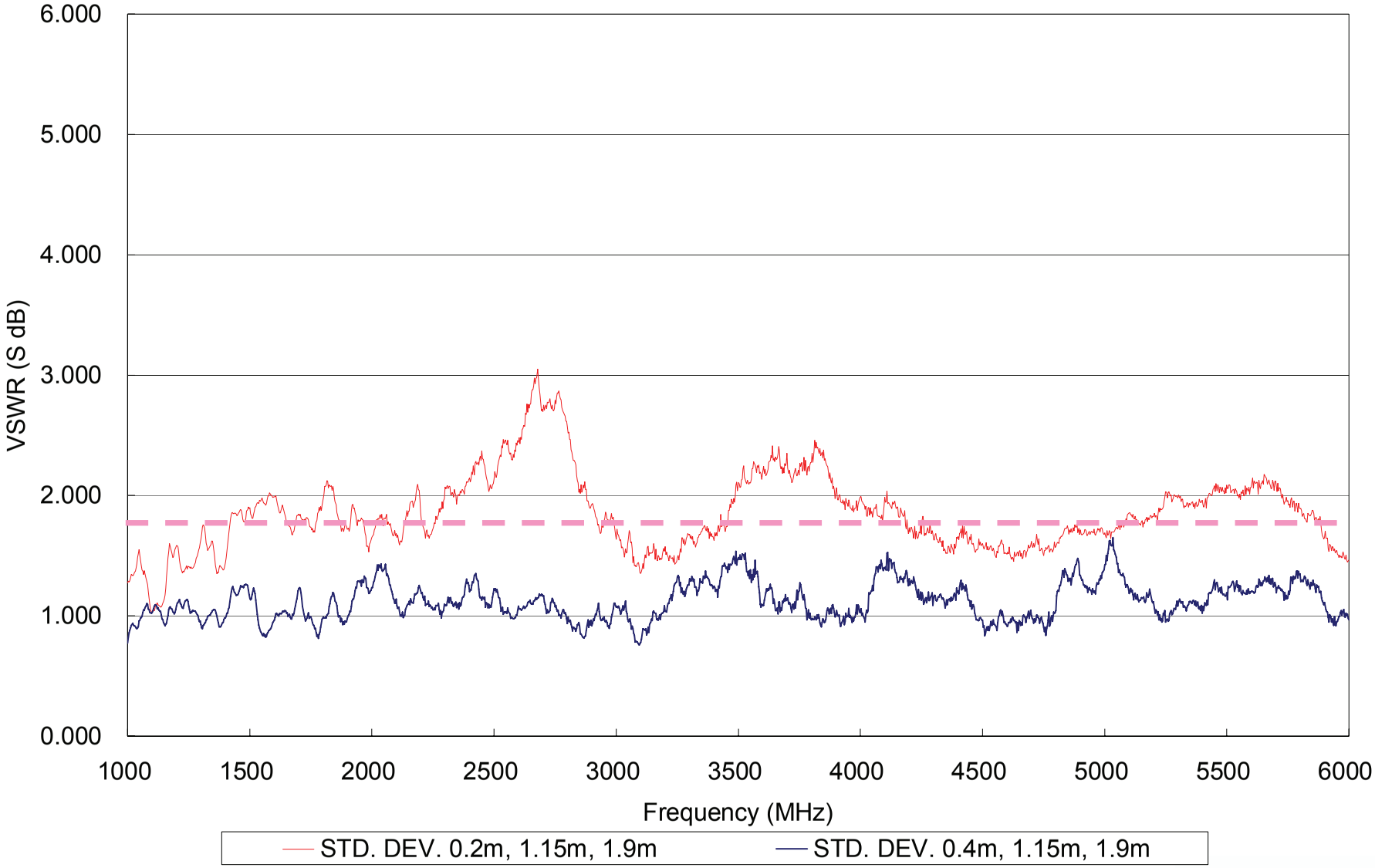


Standard Deviation Data Comparison with/without Additional Absorber on the FAR Floor - Horizontal



With a small absorber on the FAR floor, VSWR over 1GHz reduced to less than 1.8dB.

Standard Deviation Data Comparison per Distance from Floor when placing an Additional Absorber on the FAR Floor - Horizontal



― 禁 無 断 転 載 ―

マルチメディア機器の電磁妨害波に関する調査研究
－平成 19 年度活動報告書－

発行日　平成 20 年 3 月
発　行　社団法人　ビジネス機械・情報システム産業協会
東京都港区西新橋３－２５－３３
NP 御成門ビル４階
電話：03-5472-1101(代表)