

日本電計株式会社 主催

EMCプリテスト近傍界測定セミナー

株式会社テクシオ・テクノロジー

TEXIO **GWINSTEK**

はじめに : EMC = EMI + EMS とは

EMC : 電磁両立性

EMI : エミッション/放射・伝導妨害



EMS : イミュニティ/放射・伝導感受性



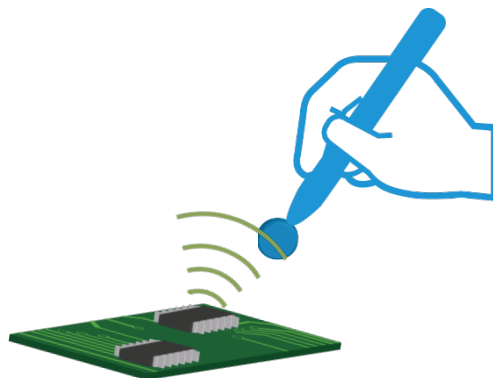
Electro Magnetic Compatibility	: 電磁両立性
Electro Magnetic Interference	: 電磁妨害
Electro Magnetic Susceptibility	: 電磁感受性

はじめに：EMC/EMIの規格（一例）

CISPR11	工業・科学及び医療用装置からの妨害波の許容値及び測定法
CISPR12	車両、モーターボート及び火花点火エンジン駆動装置からの妨害波の許容値及び測定法
CISPR32	マルチメディア機器からの妨害波の許容値と測定法
下記2規格を統合、旧規格廃止	
CISPR13	音声及びテレビジョン放送受信機並びに関連機器の無線妨害波特性の許容値及び測定法
CISPR22	情報技術装置からの妨害波の許容値と測定法
CISPR14-1	家庭用電気機器、電動工具及び類似機器からの妨害波の許容値及び測定法
CISPR15	電気照明及び類似機器の無線妨害波特性の許容値及び測定
CISPR35	マルチメディア機器におけるイミュニティ特性の限度値と測定方法
下記2規格を統合、旧規格廃止	
CISPR20	音声及びテレビジョン放送受信機並びに関連機器におけるイミュニティ特性の限度値と測定方法
CISPR24	情報処理装置におけるイミュニティ特性の限度値と測定方法
CISPR25	車載受信機保護のための妨害波の推奨限度値及び測定法
IEC61000-6-3及び6-4	「住宅、商業及び軽工業環境に関するエミッション規格」及び「工業環境に関するエミッション規格」

放射・伝導エミッション試験を簡易に実施可能！

新しいコンセプトのEMIプローブによる 実験室のEMCプリテストツールのご提案



概要

- EMI測定：放射・伝導妨害測定
- 実験室で妨害源を測定する
 - ・ 一般的な近傍界プローブ測定時のサイズ、感度、向き、電界/磁界プローブによる違い
 - ・ 手順と課題
- 新しいコンセプトのEMIプローブセットのご紹介
 - ・ 既存の近傍界プローブと実際の測定比較とメリット
- より簡単で迅速なノイズ測定の提案
 - ・ スペクトラムアナライザGSP-9330と組み合わせた簡単・便利なEMCプリテストのご紹介



放射エミッション 試験サイトの測定

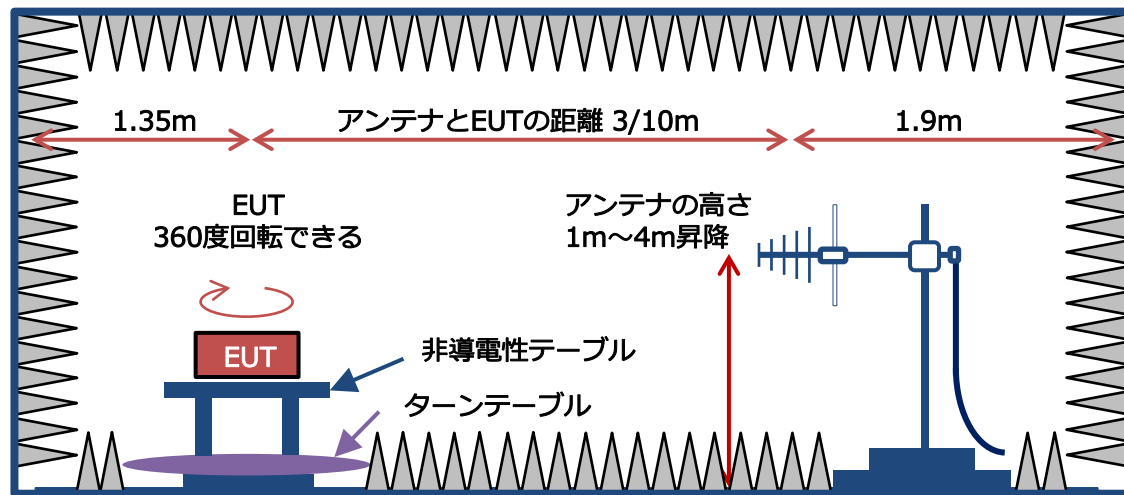
EMI試験サイトの放射妨害測定データは、

EUTから放射される遠方界（3m、10m）の電磁界信号を測定しています。

→試験サイトのデータから、直接EUTの妨害源を識別することはできません。

→放射妨害源はEUT内部から見つける必要があります。

一般的な放射エミッションの測定周波数範囲は、30MHz～1GHzです。

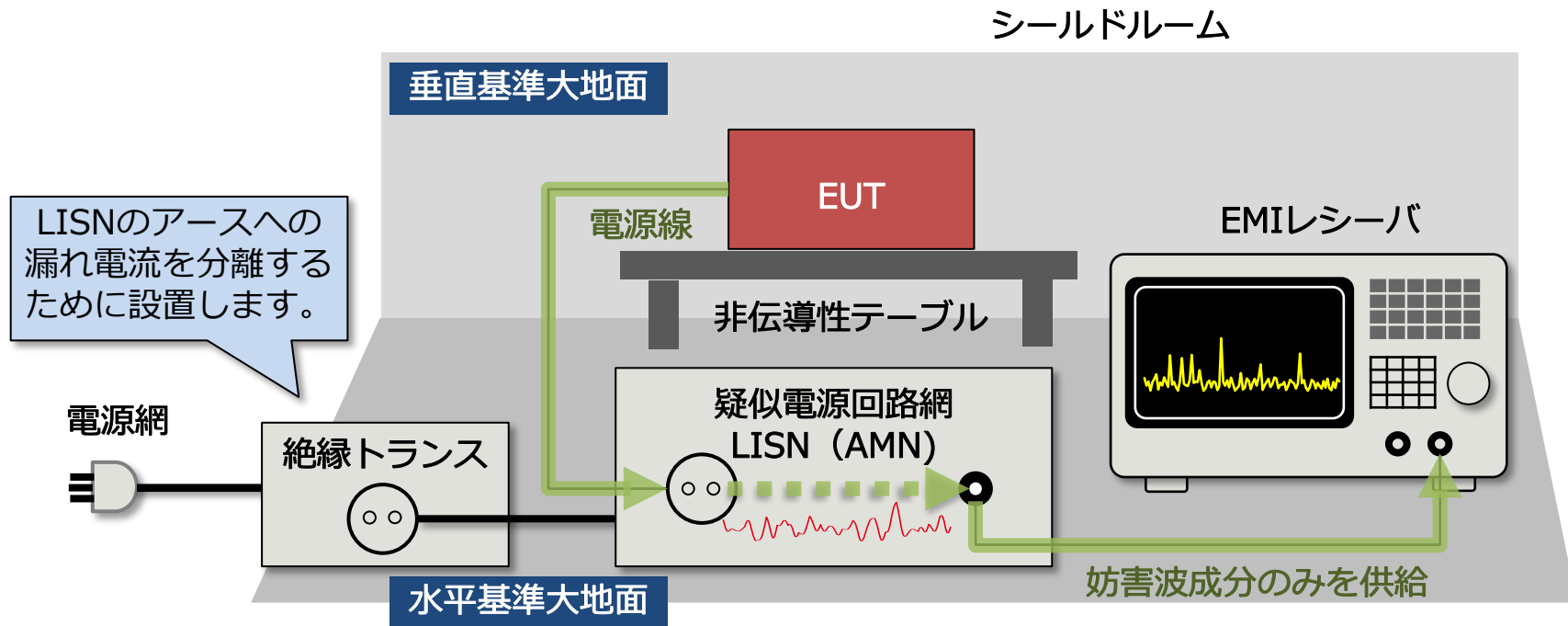


例：電波暗室

10mの場合などオープンサイト
(外来電波の少ない屋外)
での実施もあります。

伝導ノイズ測定 雑音端子電圧測定

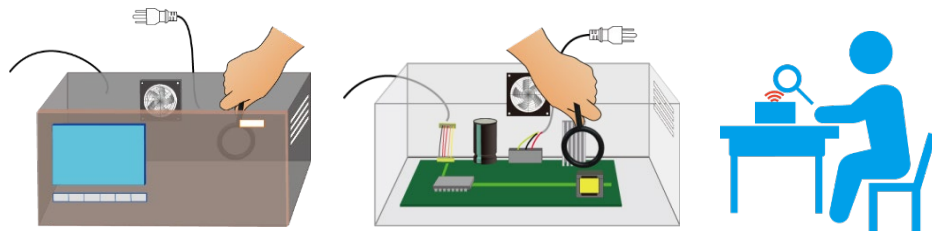
一般的な伝導エミッションの測定周波数範囲は、150kHz～30MHzです。



実験室で妨害源を探索する

放射・伝導妨害の測定は電気で動作する製品を発売するために重要な項目です。製品の種類や販売先の国などの規制・規格に合わせて認証試験サイトで妨害測定をする必要があります。

設計段階からのEMC予備試験やサイト試験後の対策など**実験室**では妨害源探索と対策するツールとして一般的には近傍界プローブが使用されています。



実際のEMI試験サイトの試験データは、製品(EUT)から放射される遠方界(3m/10m)の信号を測定しています。試験データの結果からは、EUTの妨害波源を直接識別することはできません。



今回、実験室での予備試験で使用する一般的な近傍界プローブによる妨害波測定の問題点と**新しいコンセプト**の測定ツールをご紹介します。

実験室で妨害源を探索する

実験室での放射妨害の測定ツールとして一般的に近傍界プローブが使用されています。一般的な近傍界プローブは、**近磁界プローブ**と**電界プローブ**がセットで電界と磁界を別々に測定できるようになっています。

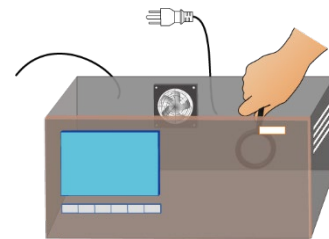
電界プローブ

磁界プローブ



近磁界ループプローブは簡易測定には便利ですが、**その特性**を理解し測定を実施する必要があります。

また、近傍界での電界だけ、磁界だけで遠方界の放射ノイズを予測することは困難です。



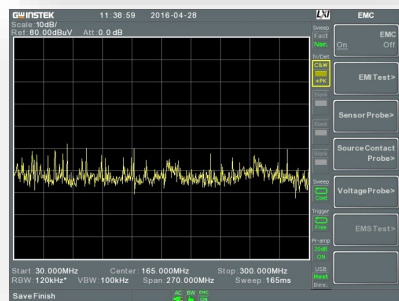
近磁界ループプローブのサイズと感度を比較

大きな径のループプローブは感度は良いのですが、それだけでは実際のEMI放射源を特定できません。そのため、放射信号を見つけた後に、より小さなプローブを使用し放射源を特定しますが、感度が低下します。つまり、感度の問題を認識している必要があります。

6cm H プローブ



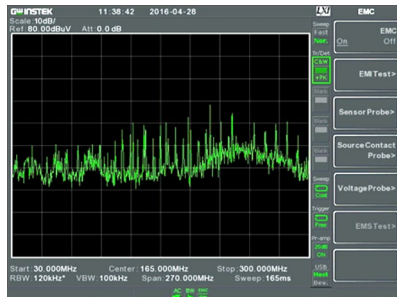
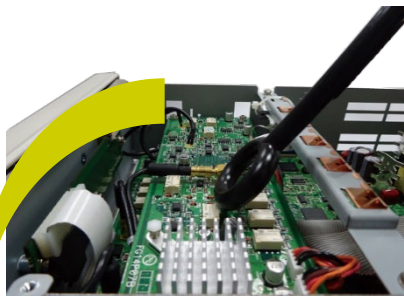
3cm H プローブ



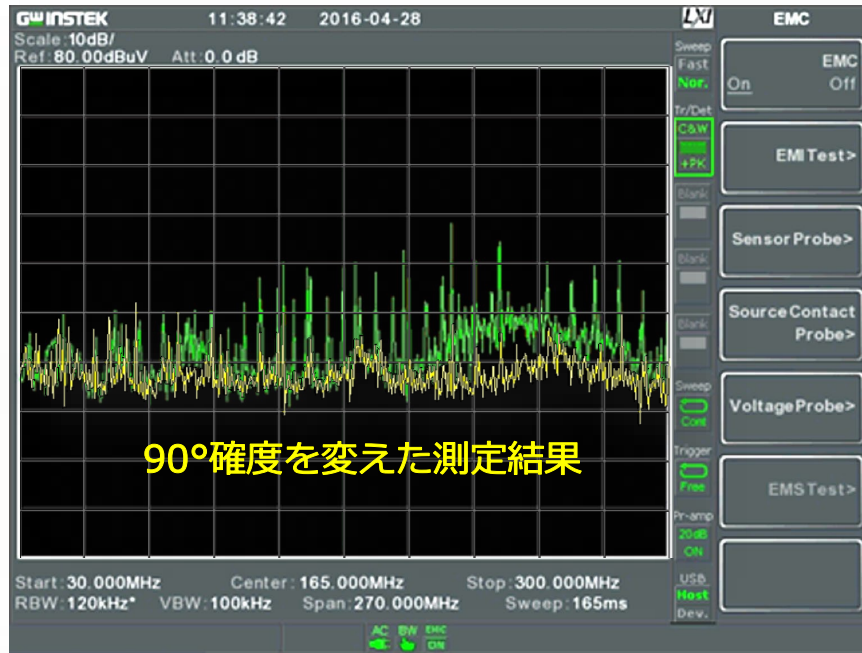
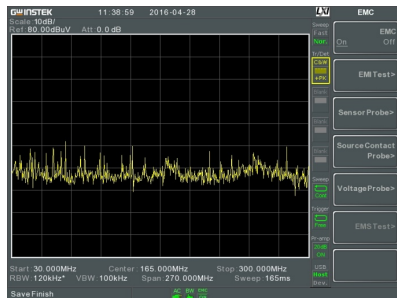
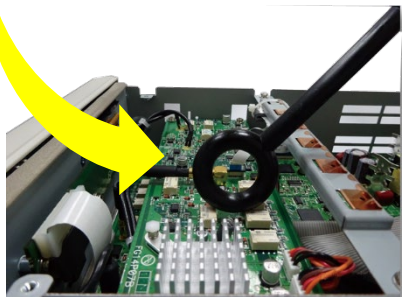
近磁界ループプローブのサイズと感度を比較

近磁界プローブの測定角度や向きは、測定結果に大きく影響しています。
複雑な構造のものでは測定する向きを様々に変えて測定する必要があります。

・・・測定結果が異なる

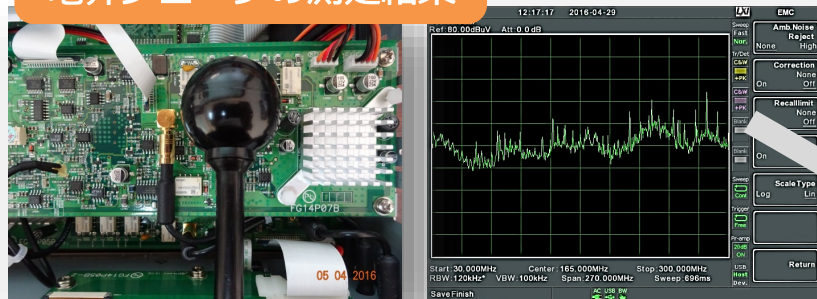


磁界プローブの角度が異なると・・・

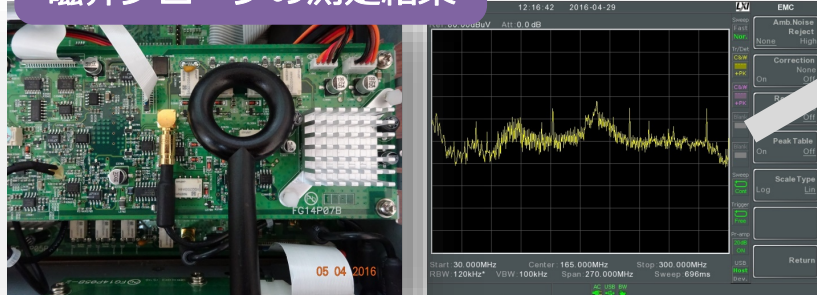


近磁界ループプローブのサイズと感度を比較

電界プローブの測定結果



磁界プローブの測定結果

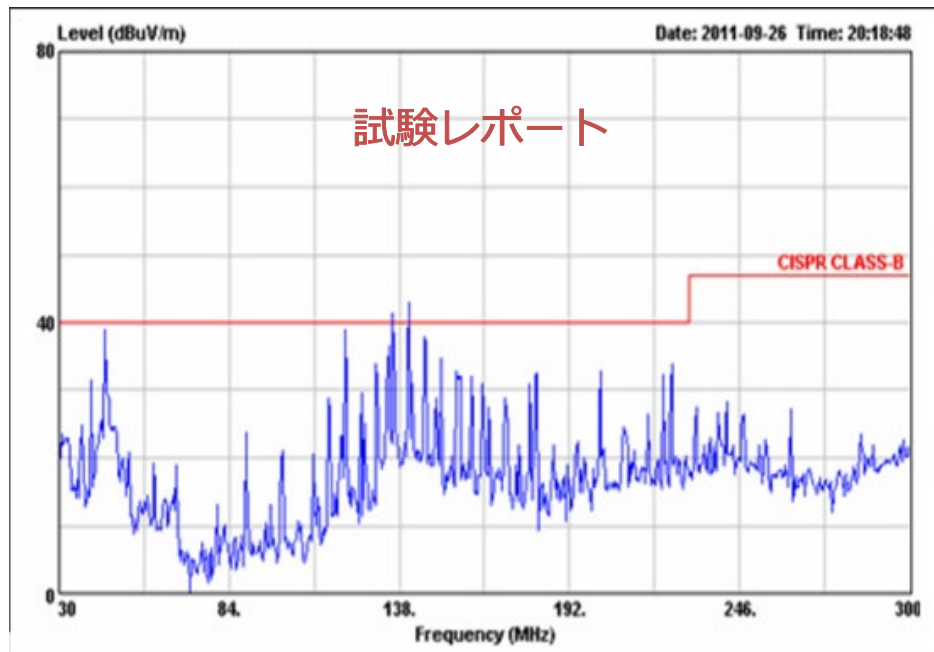


電界プローブ測定との明確な差異があります。



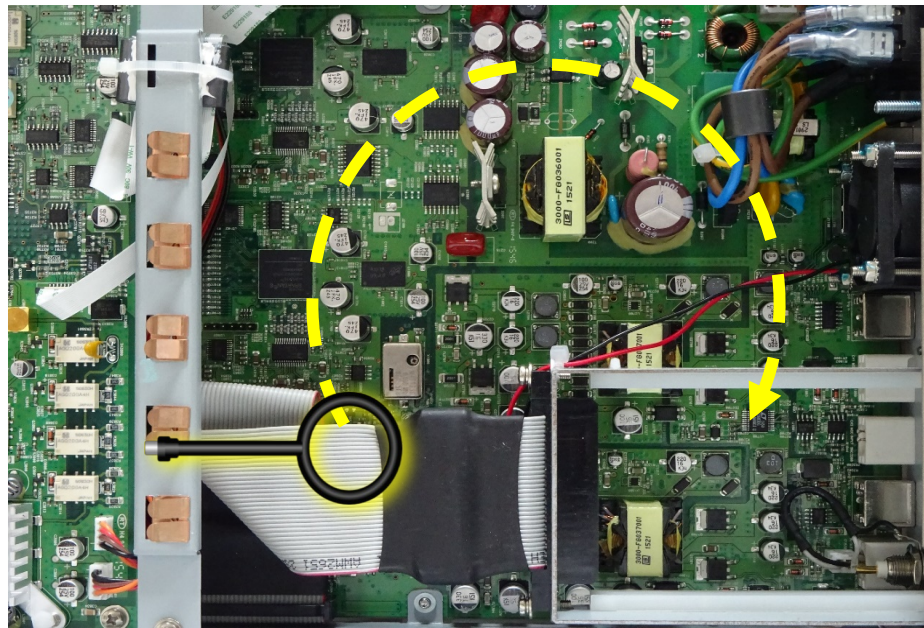
EMI放射源を特定する手段と課題

1. 先ず参照用にEMIサイトの試験レポートを入手します
2. 近傍界プローブを使い内部回路を探索します
3. 探索には電界プローブと近磁界プローブの両方が必要です
4. 近磁界プローブで様々な角度でテストし放射源を特定します



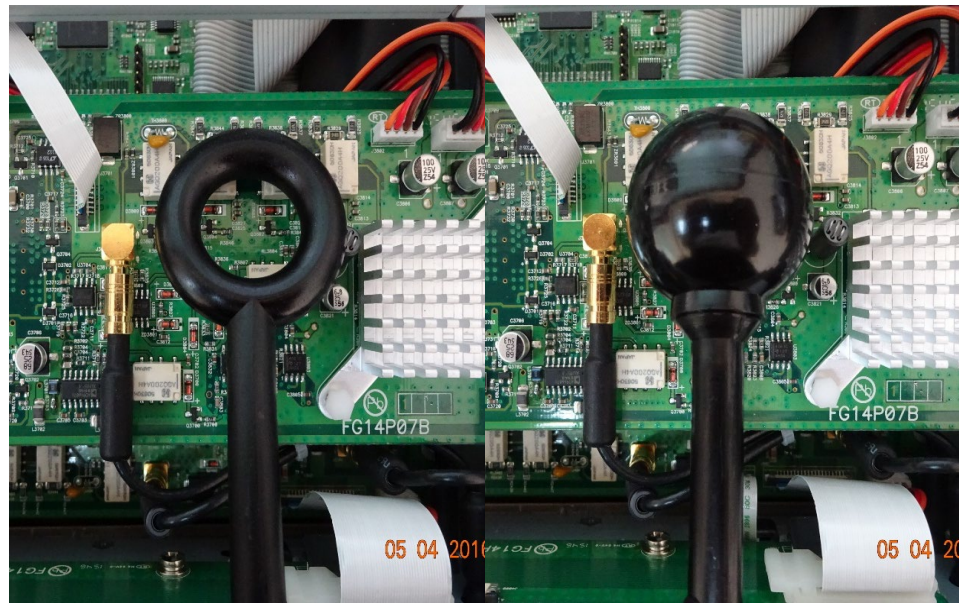
EMI放射源を特定する手段と課題

1. 先ず参照用にEMIサイトの試験レポートを入手します
2. 近傍界プローブを使い内部回路を探索します
3. 探索には電界プローブと近磁界プローブの両方が必要です
4. 近磁界プローブで様々な角度でテストし放射源を特定します



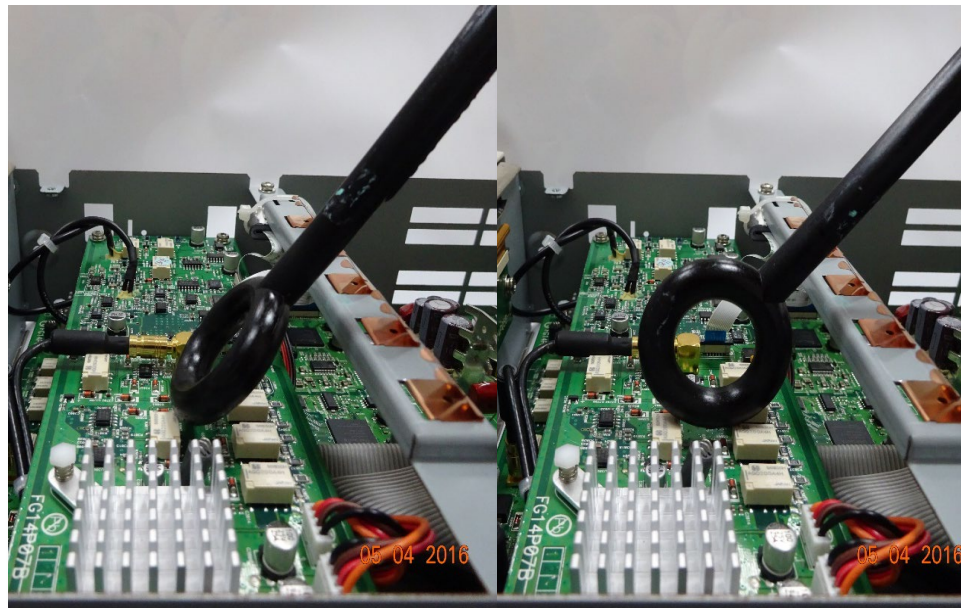
EMI放射源を特定する手段と課題

1. 先ず参照用にEMIサイトの試験レポートを入手します
2. 近傍界プローブを使い内部回路を探索します
3. 探索には電界プローブと近磁界プローブの両方が必要です
4. 近磁界プローブで様々な角度でテストし放射源を特定します



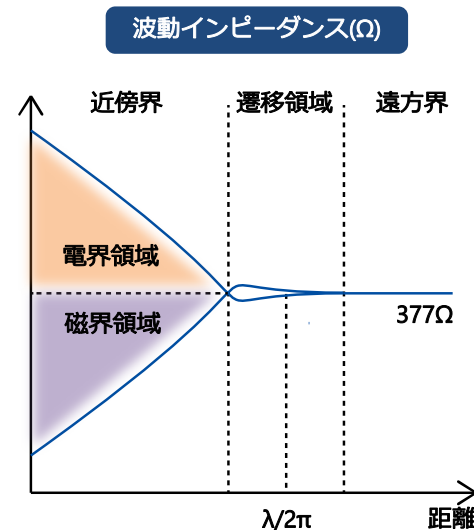
EMI放射源を特定する手段と課題

1. 先ず参照用にEMIサイトの試験レポートを入手します
2. 近傍界プローブを使い内部回路を探索します
3. 探索には電界プローブと近磁界プローブの両方が必要です
4. 近磁界プローブで様々な角度でテストし放射源を特定します



近傍界プローブによるEMI放射源特定の課題

1. 近磁界プローブを用いて実際の放射線源を特定するには時間がかかります。
様々な**角度や向き**に注意をしながら測定する必要。
2. 電界測定と磁界測定を、それぞれ行う必要があります。
電界プローブと磁界プローブは**測定結果が異なる**。
3. EMC試験サイトの測定結果は、遠方界(3m、10m)です。
近傍界プローブの測定結果との**相関**がとれない。



新コンセプト GKT-008セットには

EMC
Pretest

GKT-008



放射ノイズ測定
30MHz~3GHz

ANT-04



ANT-05



PR-02



伝導ノイズ測定
150kHz~30MHz

PR-01



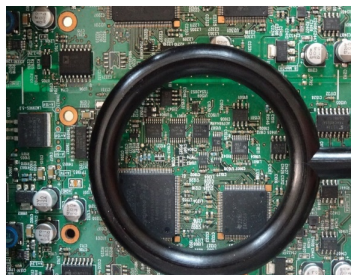
1. 近傍界プローブANT-04/05は、**小型・高感度**で実際の放射線源の探索が効率的にできます。
2. ANT-04/05は、電界/磁界プローブで別々に測定する必要がなく**EM波(電磁波)のエネルギー**を直接検出します。
3. ANT-04/05は、近磁界プローブのように、**測定角度(向き)**の問題について配慮する必要がありません。
4. ソースコンタクトプローブPR-02は、PCBパターン、ICピン、I/O端子などの放射ノイズを直接接触して測定します。
5. AC電圧プローブPR-01は、**AC電源の伝導ノイズ(雑音端子電圧)**の簡易測定に使用します。



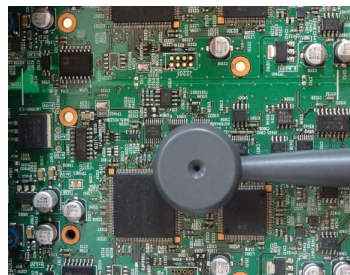
小型・高感度：ANT-04/05

小型・高感度のため、実際の放射線源を素早く探索できます。
一般的な、大口径の近磁界プローブほど、感度が良いのですが、大きな範囲の放射源（磁界）を感知するため範囲が広いのでそれだけでは放射源を識別できません。
ANT-04とANT-05は、小径で高感度のため小さな領域の識別ができます。

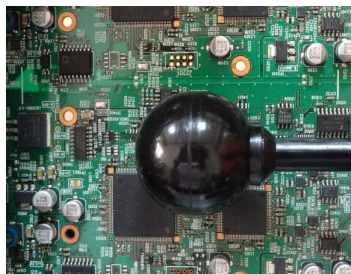
6.8cm 近磁界プローブ



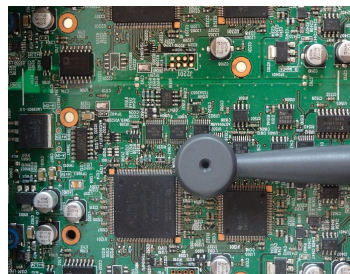
ANT-04 (2.6cm)



3cm電界プローブ



ANT-05 (1.8cm)



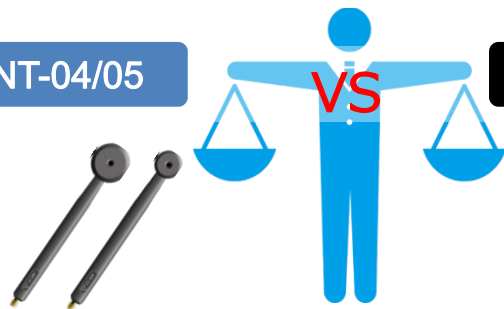
近傍界プローブの測定を比較してみます

EMC
Pretest

比較試験の方法

1. GSP-9330のTGにPCBで作成したモノポールアンテナを取り付け
30MHz~1GHz、0dBmの信号
(EMI信号をシミュレーション)を放出します。
2. 一般的な近傍界プローブセットと
ANT-04/05の
(1)感度、(2)方向性について比較します。

ANT-04/05



一般的な近傍プローブ

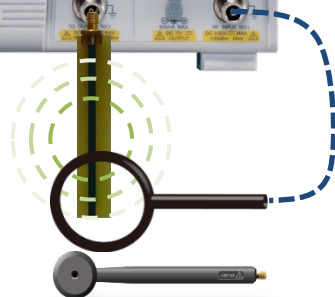


スペクトラムアナライザ

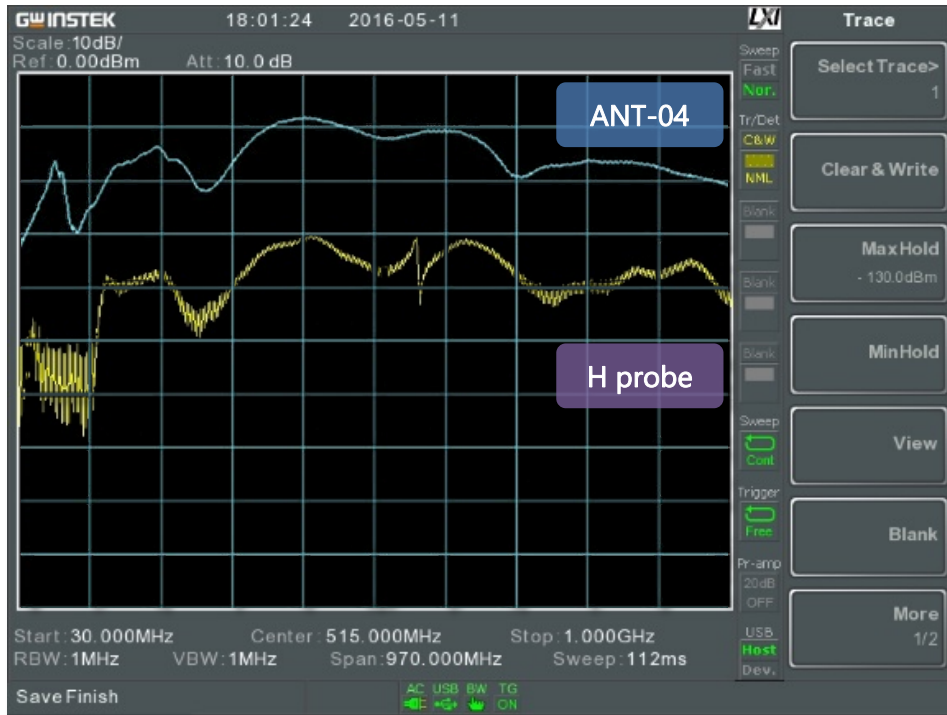
GSP-9330VT



TG出力をアンテナで放射

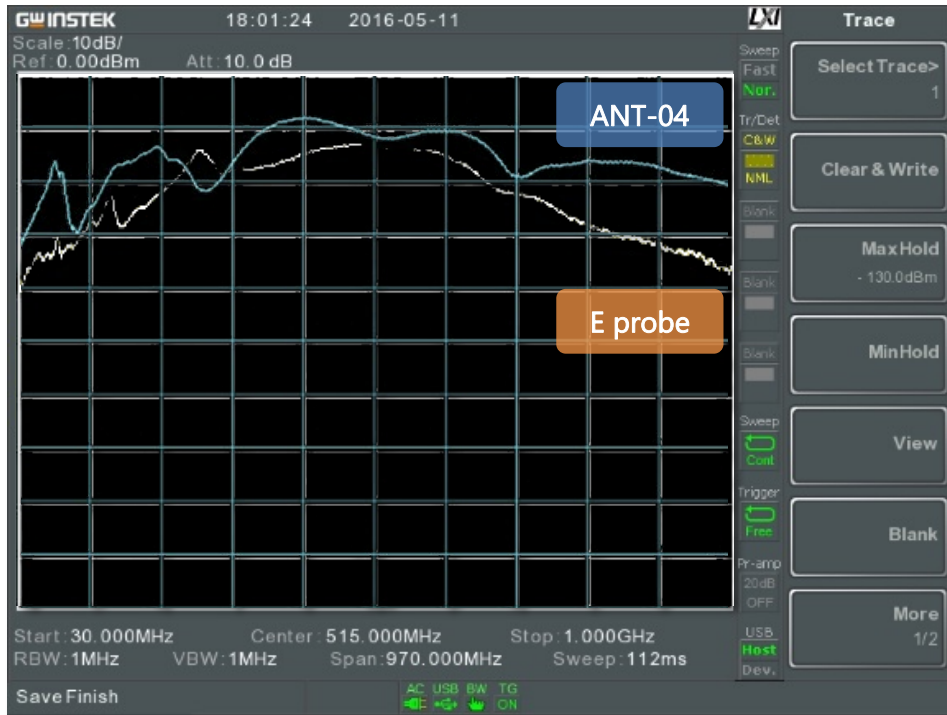


プローブで測定して比較



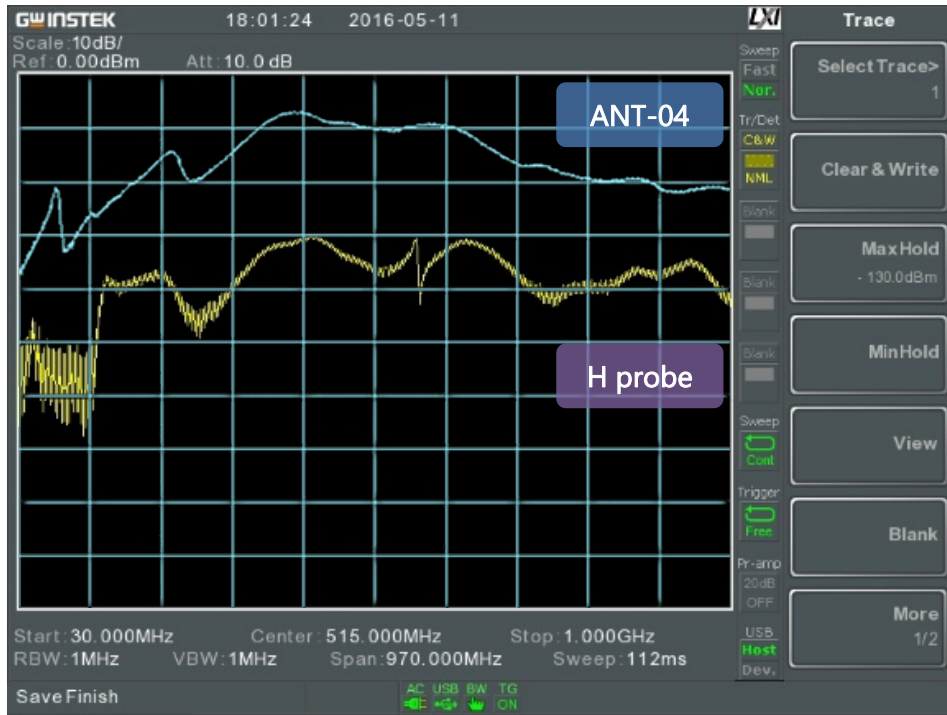
比較結果
ANT-04は

1. 小型 (2.6cm)
2. 高感度
3. 良好な周波数応答特性



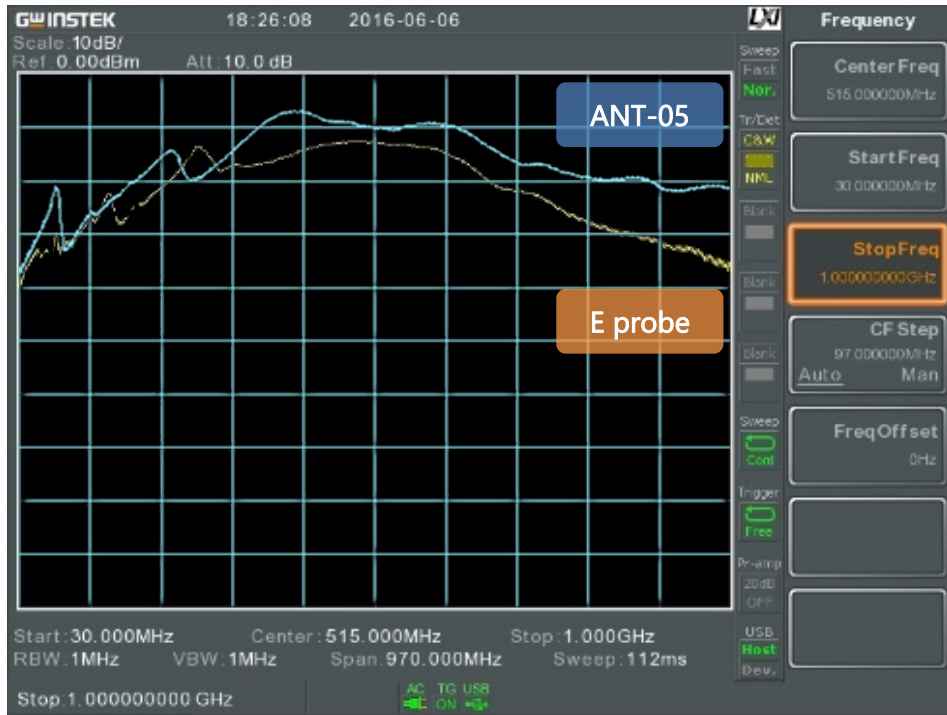
比較結果
ANT-04は

1. 小型 (2.6cm)
2. 高い周波数領域で
より感度が良い
3. 良好な周波数応答特性



比較結果
ANT-05は

1. さらに小型 (1.6cm)
2. 高感度
3. 良好な周波数応答特性



比較結果
ANT-05は

1. さらに小型 (**1.6cm**)
2. 高い周波数領域で
より感度が良い
3. 良好な周波数応答特性



比較結果
ANT-05は

1. 感度が10~25dB良い



比較結果
ANT-05は

1. 感度が10~25dB良い

試験結果

ループアンテナは、1cm
(B) 外した方が優れた感度
を示します。

この現象は、高密度設計の製
品では、放射源の判定ミスが
発生します。



(A)



(B)



試験結果

ANT-04は、被測定物(A)の中心で優れた感度を示します。

1cm外すと、受信する信号も弱くなります。これにより、放射源の探索ミスが発生しません。



(A)



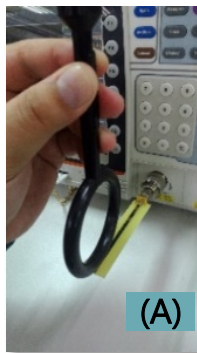
(B)



試験結果

ループアンテナは、放射源と並行の場合により多くの信号が得られます。(A)

ループアンテナは放射源に垂直の場合に得られる信号が減少します。(B)



(A)

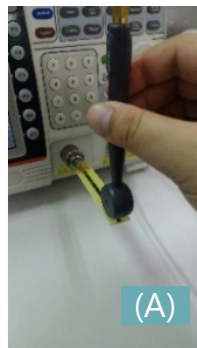


(B)



試験結果

ANT-04は、放射源に対して平行および垂直でも、ほぼ同一で安定した測定結果を示します。



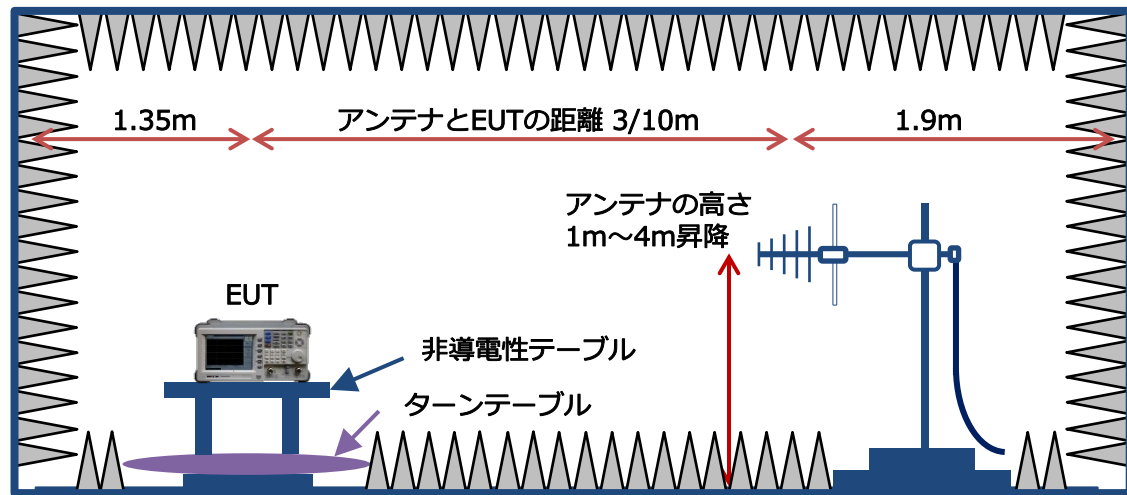
(A)



(B)



電波暗室(3m)のEMI試験結果と近傍界プローブの比較

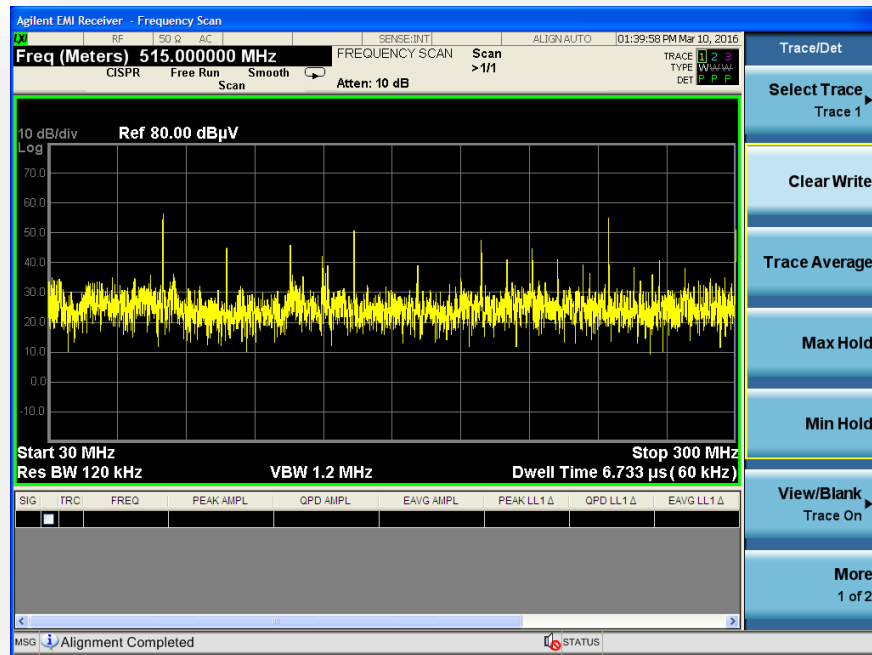


電波暗室(3m)のEMI試験結果と近傍界プローブの比較

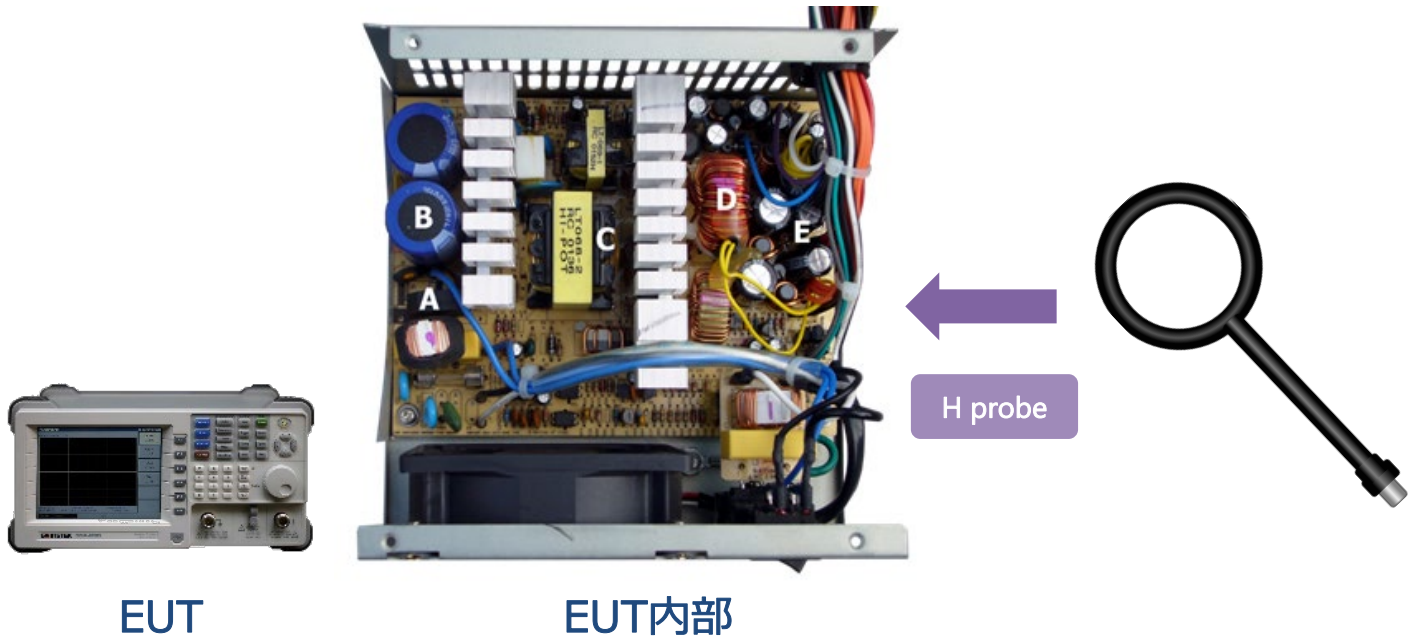
電波暗室 3mにおけるEUTの試験結果と一般的な近傍界プローブとGKT-008の結果を比較します。下図は、実際に電波暗室でEUTを測定した結果です。

次に、EUT内部のスイッチング電源モジュールを近傍界プローブで測定し電波暗室の試験結果と比較していきます。

電波暗室 (3m)
EMI試験結果
30MHz~300MHz



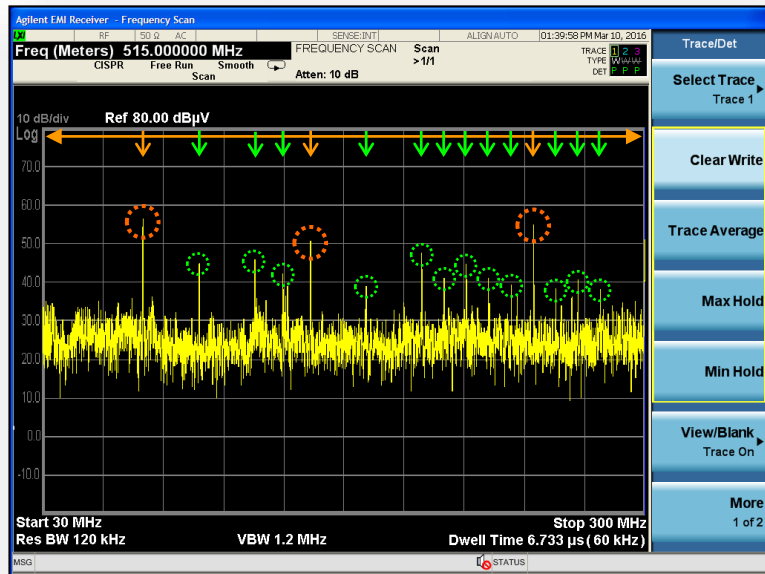
まず、EUTの筐体を開け、一般的な近磁界プローブでEUT内のスイッチング電源モジュールを測定します。



近傍磁界測定

電波暗室(3m)のEMI試験結果と近傍界プローブの比較

電波暗室（3m）の測定データと近磁界ループアンテナの測定結果には大きな違いがあります。近磁界ループプローブではピークノイズが判別できていません。

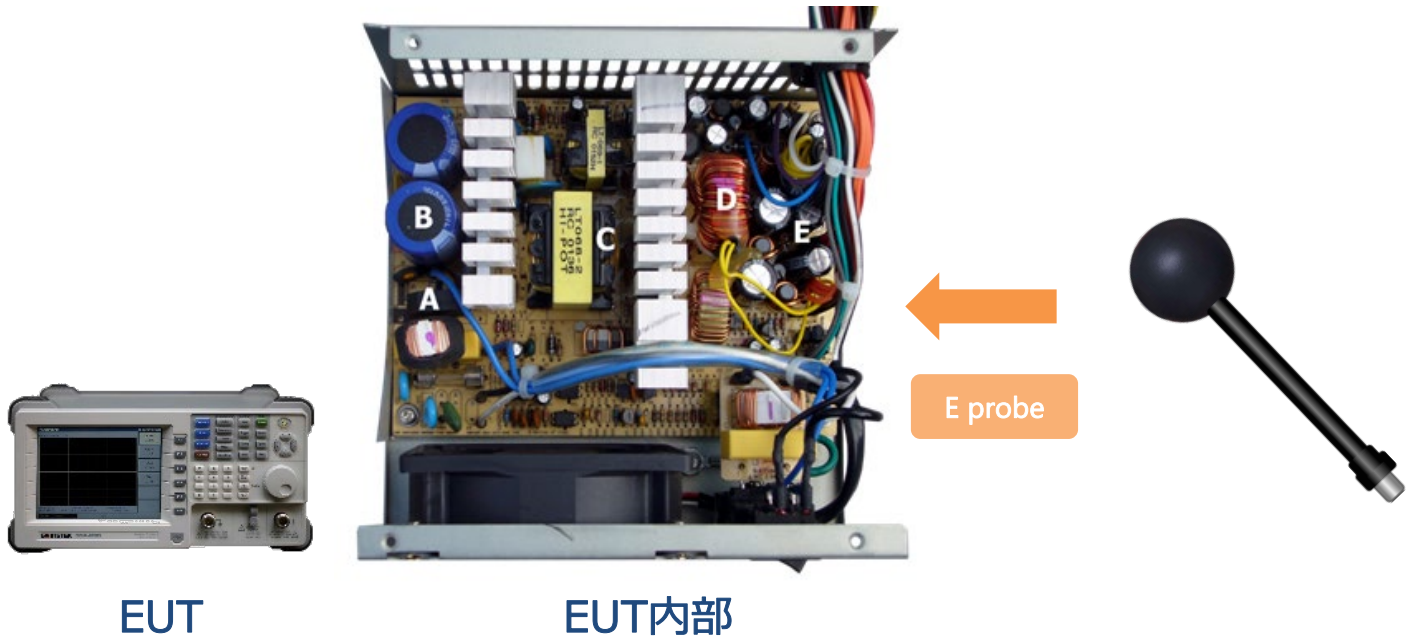


電波暗室 3mの試験結果



ループアンテナで電源部を測定した結果

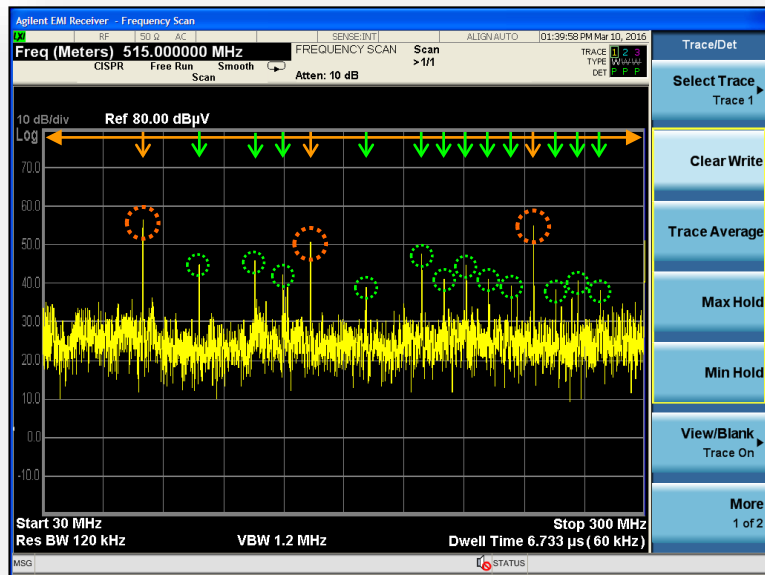
EUTの同じ個所を、一般的な電界プローブで測定します。



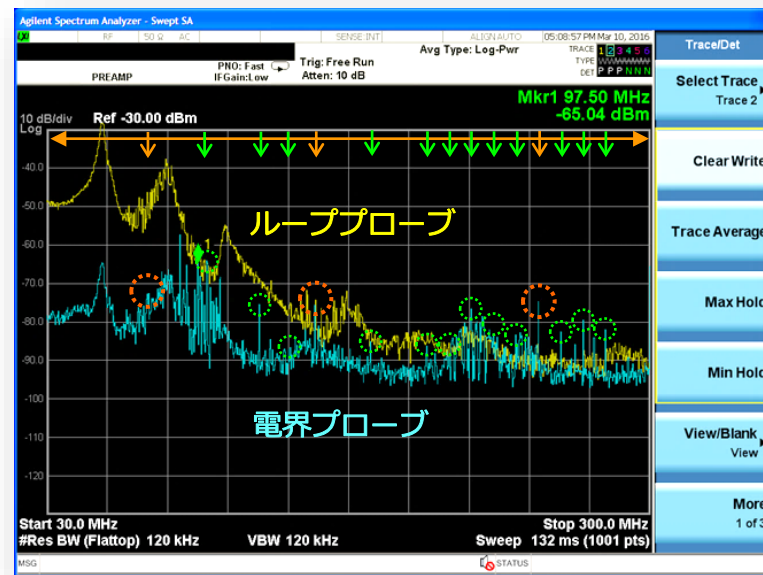
近傍電界測定

電波暗室(3m)のEMI試験結果と近傍界プローブの比較

電波暗室（3m）の測定データと近磁界ループアンテナの測定結果には大きな違いがあります。近磁界ループプローブではピークノイズが判別できていません。



電波暗室 3mの試験結果

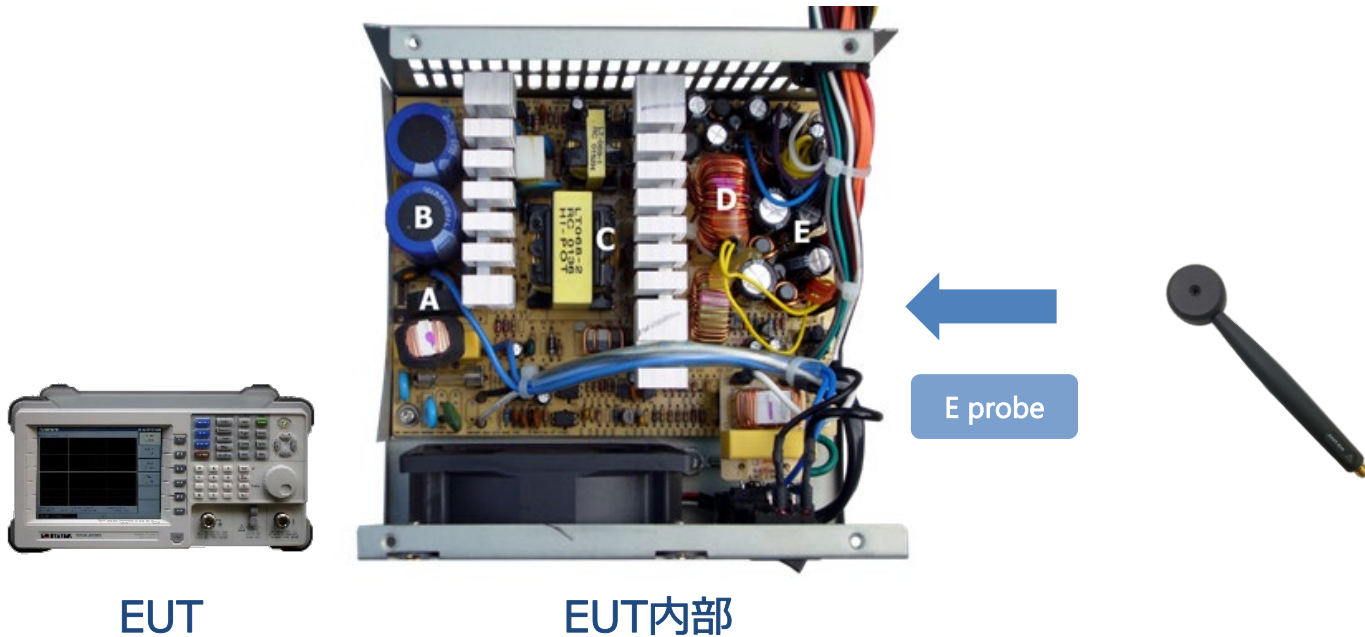


電界プローブで電源部を測定した結果

近傍界測定

電波暗室(3m)のEMI試験結果と近傍界プローブの比較

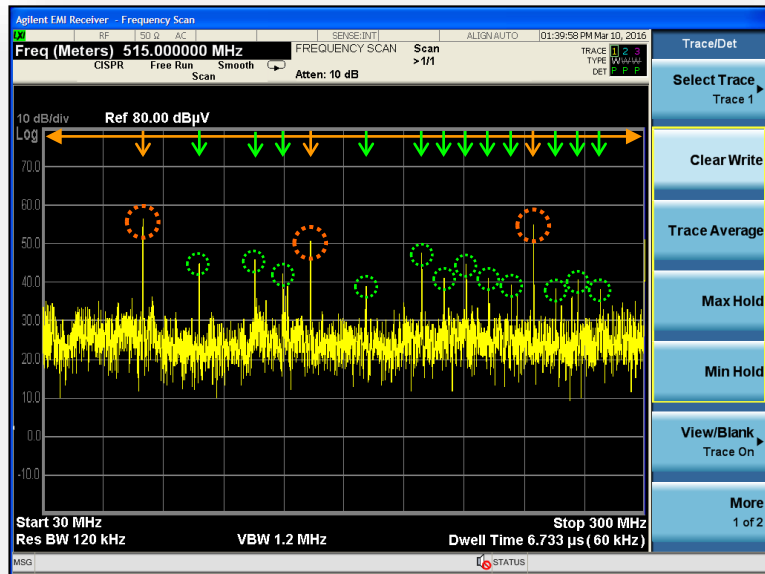
EUTの同じ個所を、**ANT-04**で測定します。



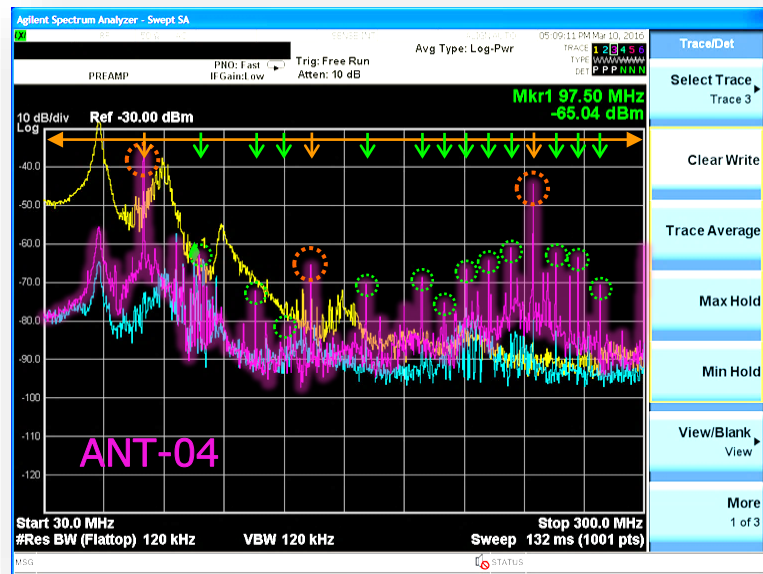
近傍界測定

電波暗室(3m)のEMI試験結果と近傍界プローブの比較

ANT-04で同じ場所を測定した結果は、電波暗室(3m)の結果(ノイズピーク)に非常に近く、放射源を特定するための優れたリファレンスとなります。



電波暗室 3mの試験結果



ANT-04の測定結果は電波暗室の結果に近い

結論：新しい近傍界プローブANT-04/05の特長と有効性

1. **小型**（2.6cm、1.6cm）、**高感度**で良好な周波数特性
2. EM波形のエネルギーを直接測定
(電界/磁界プローブで**別々に測定する必要がない**)
3. **角度・向きの問題が発生しない**ため放射源の判定ミスが少ない
再測定でも測定**再現性**がある
4. 放射源探索のためのEMIデバッグ**効率の向上**
5. **遠方界測定に近い測定結果**



ソースコンタクトプローブPR-02

測定周波数帯域：30MHz～3GHz

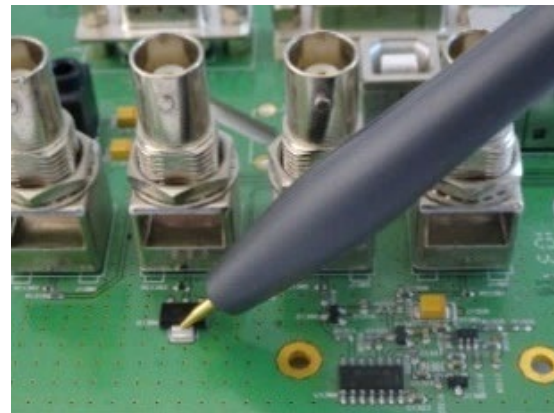
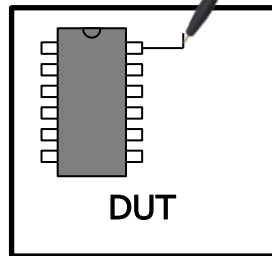
- ・ グランドと電源の放射ノイズ
- ・ PCBパターンの放射ノイズ
- ・ ICピンの放射ノイズ
- ・ I/Oピンの放射ノイズ
- ・ フィルタの有効性の確認

DC50Vまでのラインに接続可能



DCブロックの挿入

測定器のRF入力端子の損傷
を避けるために、DCブロックを
挿入ください。



電源の伝導ノイズ測定

EMC
Pretest

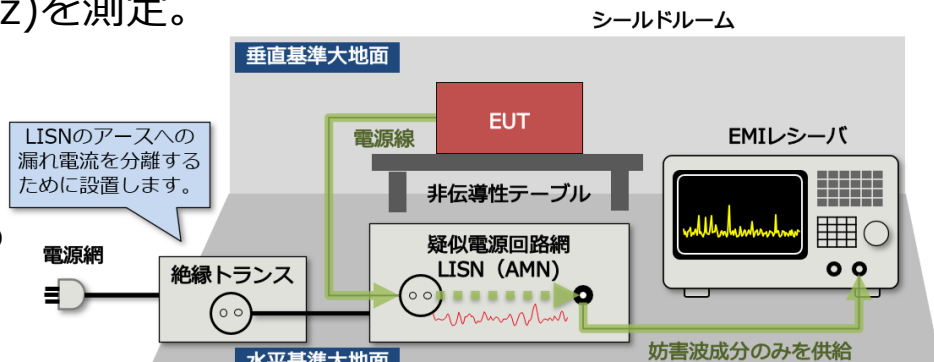
電源の伝導ノイズ測定にはAC電源とEUTを結ぶ電源線間に**疑似電源回路網(LISN)**を挿入しEUTの発生する高周波(150kHz~30MHz)を測定。

ノイズの測定精度を高めるためLISNの電源インピーダンスが50Ωに近い値に設定されている。

測定は、外部ノイズの影響を取り除くためシールド環境下で実施する必要がある。

AC電圧プローブPR-01は、電源および電源回路の伝導ノイズの測定(150kHz~30MHz)に使用。

本来は、上記のような環境が必要ですがノイズ対策の効果確認など、**実験室で測定するためにPR-01のようなハインピーダンスプローブなどが便利です。**



AC電圧プローブPR-01

EMC
Pretest

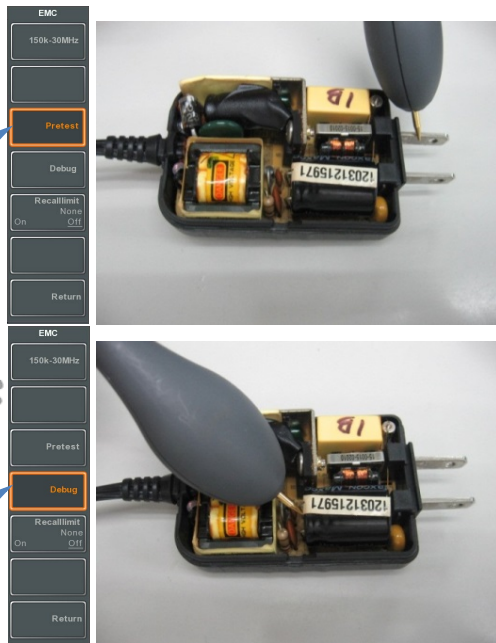
GKT-008に含まれているAC電圧プローブPR-01は、電源回路の伝導ノイズ測定に使用します。一次側/二次側に直接コンタクトしAC回路の伝導ノイズを測定します。これは伝導ノイズの確認・対策のデバッグに便利なツールです。

雑音端子
電圧

Pretestモード
雑音端子電圧

電源部品
伝導ノイズ

Debugモード



PR-01は、AC電圧プローブで最大耐電圧はAC 300V CAT I /CAT IIです。
AC電圧プローブPR-01は、スペクトラムアナライザやDUTレシーバのRF入力端子の損傷を避けるために、トランジェントリミッタGPL-5010アダプタと一緒に使用してください。



より効率的なEMI測定のご提案

EMC
Pretest

スペクトラムアナライザ「GSP-9330」と組み合わせると



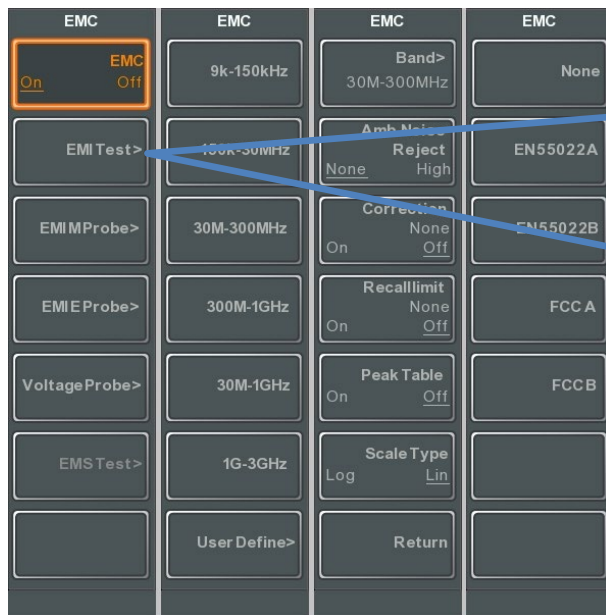
- EMCプリテストのための専用メニューを用意
- 近傍界プローブ測定から遠方界3m/10m測定をエミュレーション
- コンタクトプローブPR-02の測定からPCBパターン長、I/Oケーブル長の放射ノイズをエミュレーション
- AC電源の雑音端子電圧を簡易測定するLISNエミュレーション
- ANT-04+TG で簡易なEMSプリテスト
- 別売バッテリーパック（¥29,000）で主電源から切り離して測定可能



EMCプリテスト専用モードを搭載

EMC
Pretest

- EMCボタン  を押し、テスト項目と周波数範囲（BAND）を選択
GSP-9330が必要な設定をしてくれるため、即座に測定が可能。
各種規格のリミットもプリセットできるので、PASS/FAILも簡単に判定。



- 5種類の帯域の一般的なEMC機能
- EMI規格の標準周波数範囲をプリセット
 - ✓Band A: 9k ~ 150kHz
 - ✓Band B: 150k ~ 30MHz
 - ✓Band C: 30M ~ 300MHz
 - ✓Band D: 300M ~ 1,000MHz
 - ✓Band E: 1GHz~3GHz以上
- 周囲雑音除去モード
- アンテナファクタ / LISN 補正ファクタ
- ITE規格の限度値でPass/Fail判定
 - ✓EN55022
 - ✓FCC Part 15



GSP-9330 EMCプリテストの機能について

EMC
Pretest

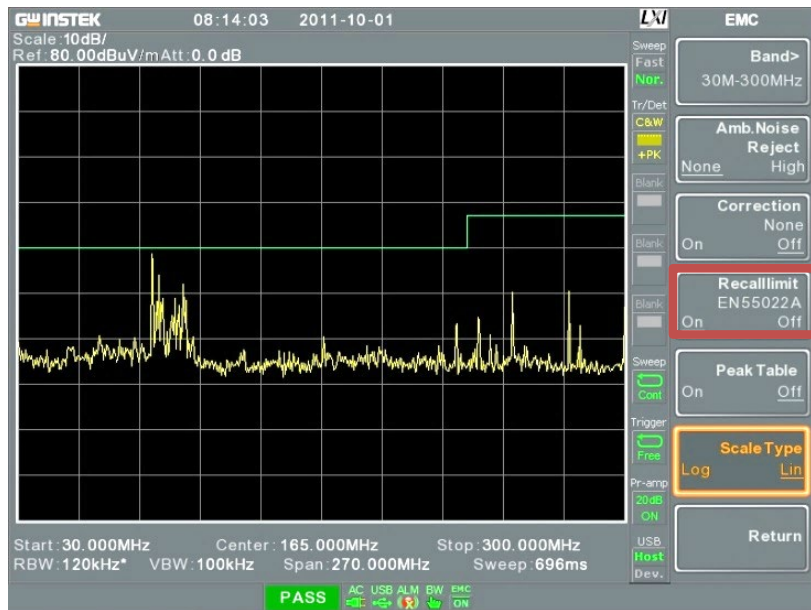
EMC	機能	アプリケーション	主な特長
EMC On Off			
EMI Test>	EMIテスト 一般用EMI設定	- 電波暗室 EMI 用プリテストモード - 伝導エミッション用モード - 周波数軸のログ/リニア表示切替	- 規格の周波数バンドをプリセット - アンテナのH-/V-ファクタ - Log/Linear周波数軸スケール
Field Sensor>	EMIフィールドセンサ 	- 近傍界ノイズ測定 3m/10m遠方界 - エミュレーションモード	- 規格の周波数バンドをプリセット - EN55022A/B ,FCC A/B規格限度値でPASS/FAIL判定
Source Contact Probe>	EMIソースコンタクトプローブ 	- 近傍界ノイズ測定 - ケーブル長/パターン長の遠方界 - エミュレーションモード	- 規格の周波数バンドをプリセット 4/6/10/15/20cm PCBパターンの放射補正係数を選択可能 - EN55022B, FCC B規格限度値でPASS/FAIL判定
AC Voltage Probe>	電圧プローブ 	- AC電源ノイズ測定用 - コンタクトプローブ - LISN測定エミュレーション補正	- 規格の周波数バンドをプリセット - Log/Linear周波数軸スケール - EN55022A/B, FCCA/B規格限度値をプリセット
EMS Test>	EMSテスト 	TGとMプローブで妨害波を発生して感受性テスト	TG出力レベル：0~-50dBm



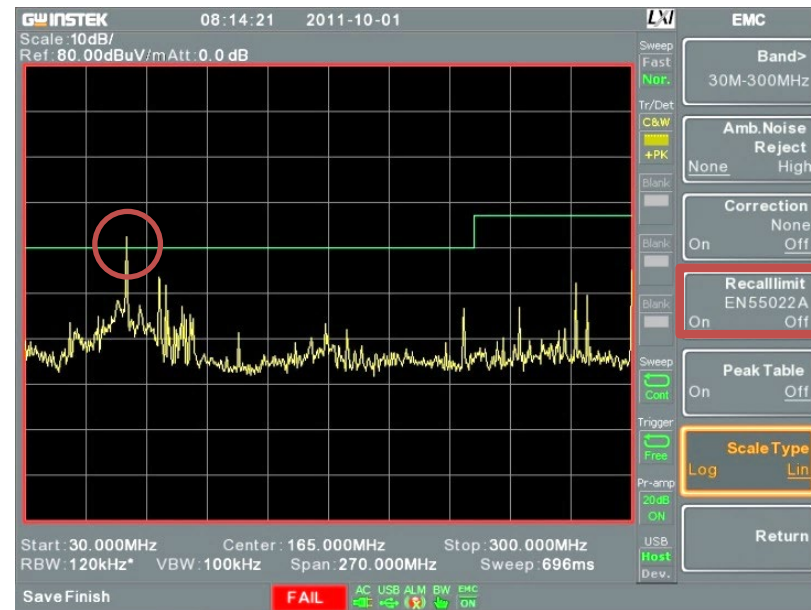
規格限度値で対策効果を簡単判定

EMC
Pretest

- プリセットされた規格限度値（初期値：EN55022A/B、FCC A/B）で、**PASS/FAIL**判定が簡単にチェック可能。



PASS



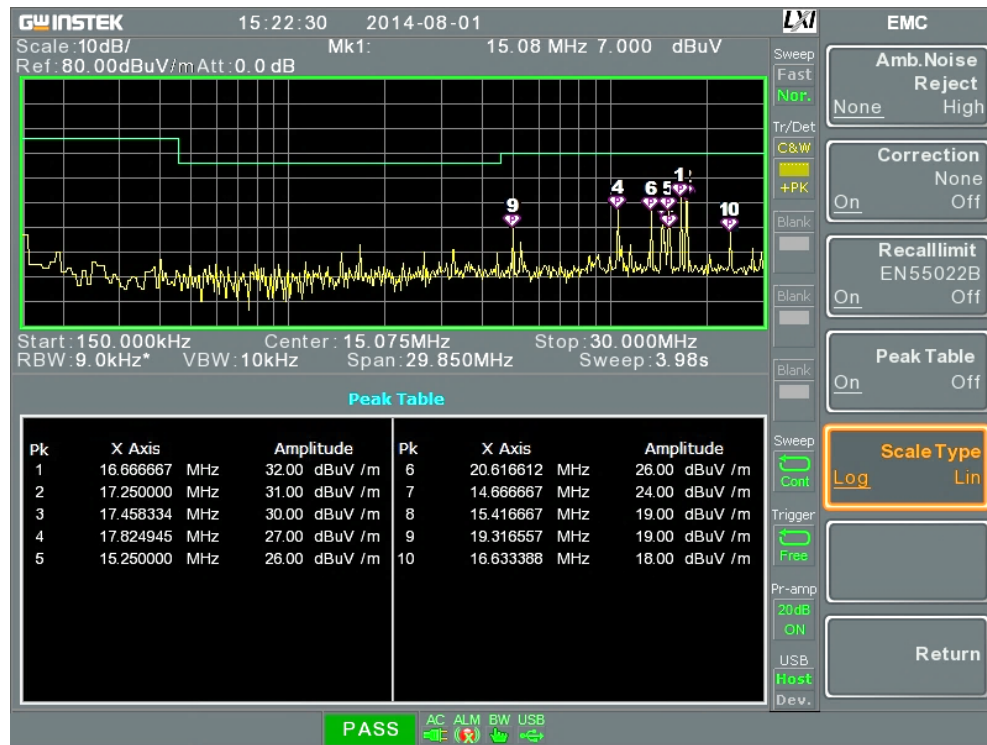
FAIL



ピークテーブル

EMC
Pretest

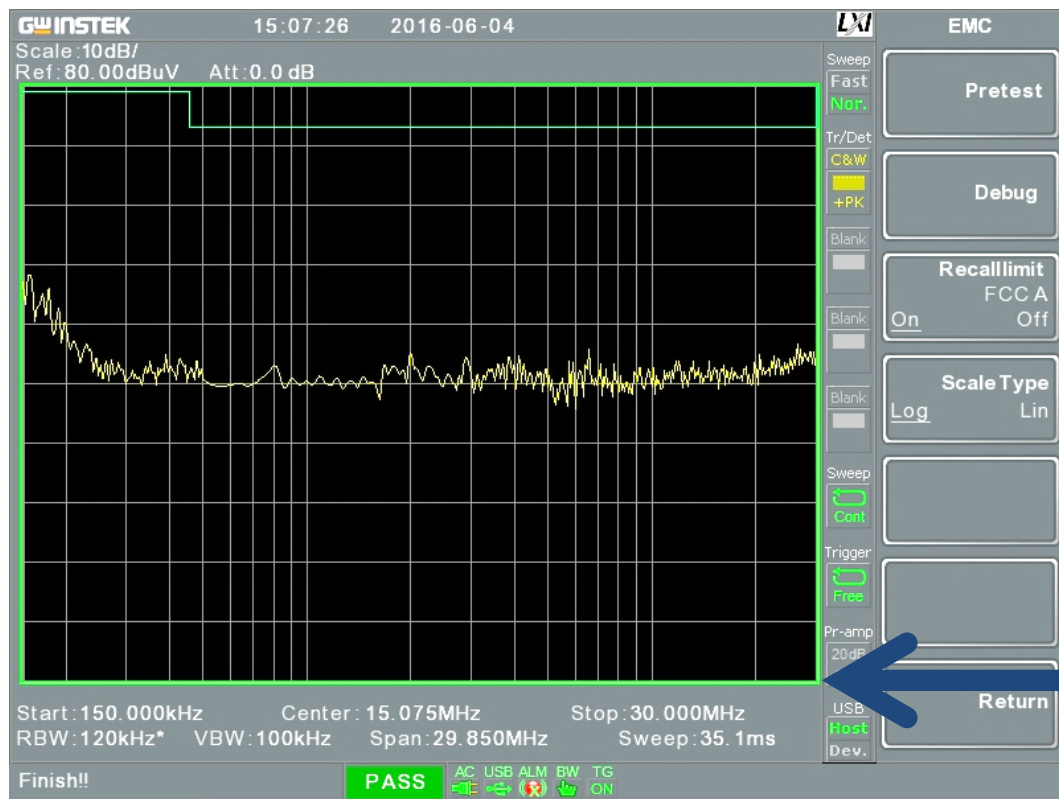
- 最大10個のピークマーカでEMIノイズのピークを測定しリストアップします。





周波数軸を対数表示

EMC
Pretest





近傍界測定で遠方界測定の周波数応答を推定

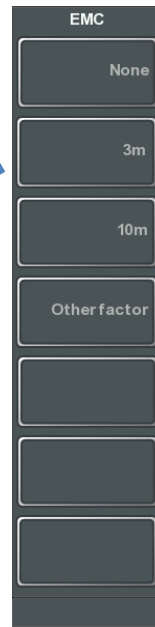
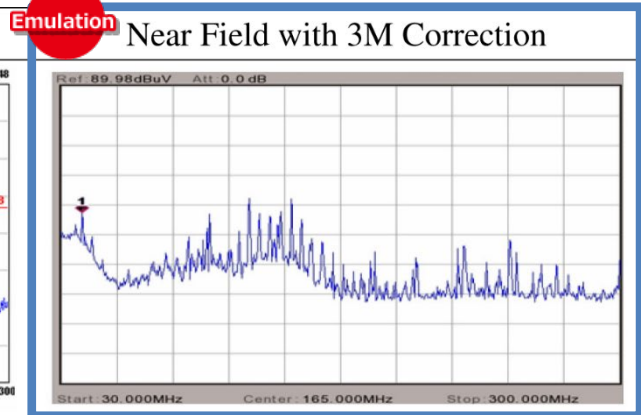
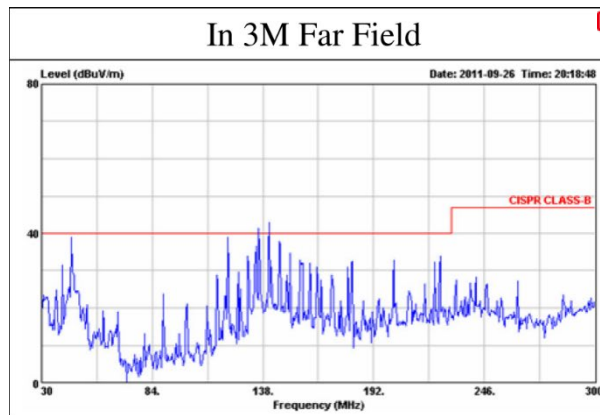
EMC
Pretest

- ・ 3m、10mの遠方界をエミュレーションすることができます。

3/10mテストサイトの参照データがあるにより活用できるエミュレーションとなります



遠方界に近い放射を取れる
GKT-04/05専用の補正機能！





ソースコンタクトプローブPR-02によるエミュレーション

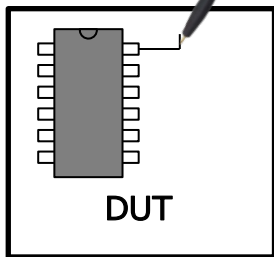
EMC
Pretest

測定周波数帯域 : 30MHz~3GHz

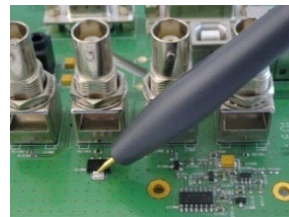


DCブロックの挿入

測定器のRF入力端子の損傷
を避けるために、DCブロックを
挿入ください。

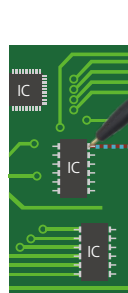
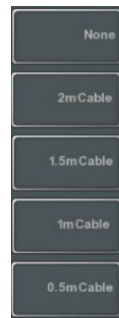


- ・ グランドと電源の放射ノイズ
- ・ PCBパターンの放射ノイズ
- ・ ICピンの放射ノイズ
- ・ I/Oピンの放射ノイズ
- ・ フィルタの有効性の確認



Emulation

パターン長をエミュレーション



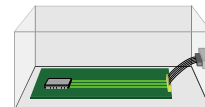
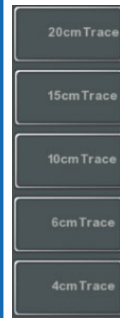
20cm

仮想負荷

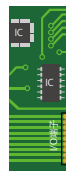
4cm

Emulation

ケーブル長をエミュレーション



仮想負荷



2m

仮想負荷

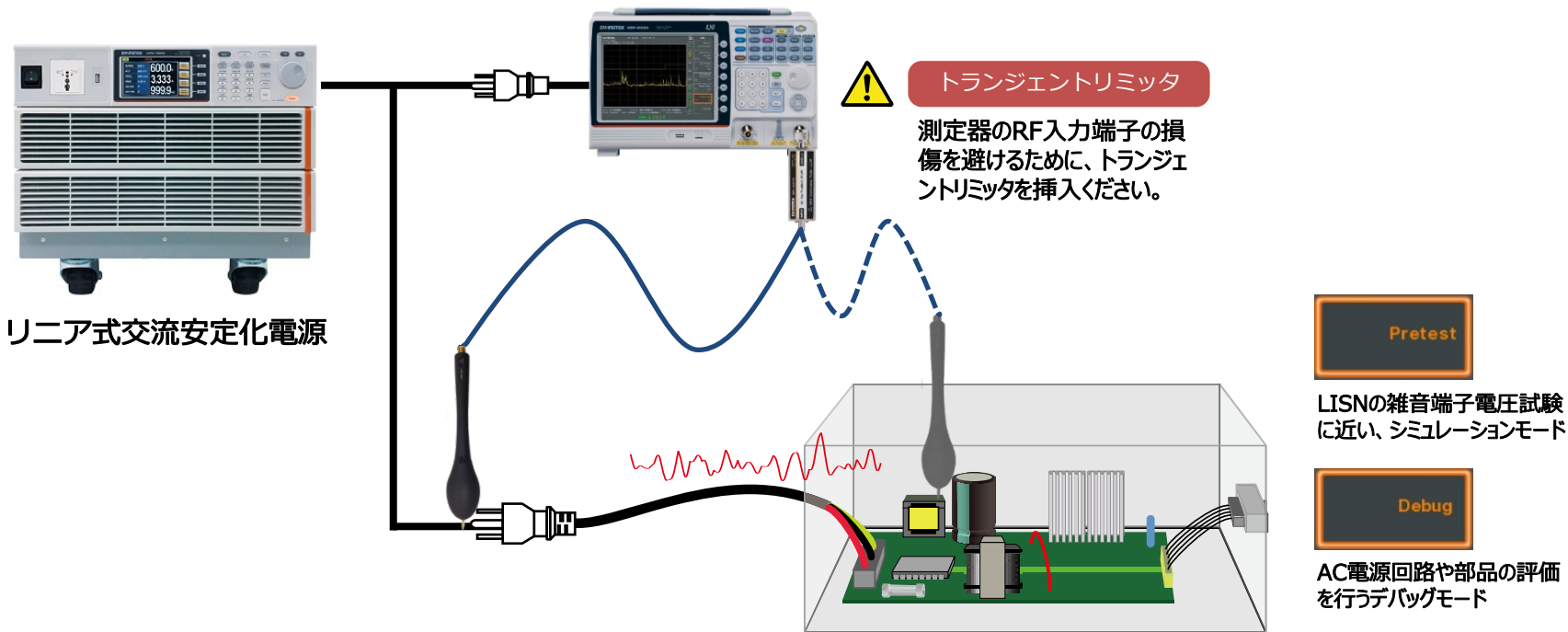
0.5m



雑音端子電圧の簡易測定

EMC
Pretest

- ・ GKT-008のAC電圧プローブ「PR-01」とGSP-9330のAC Voltage Probe設定で、AC電源（LINE）の雑音端子電圧（CISPR16-1-2）の簡易測定が可能です。



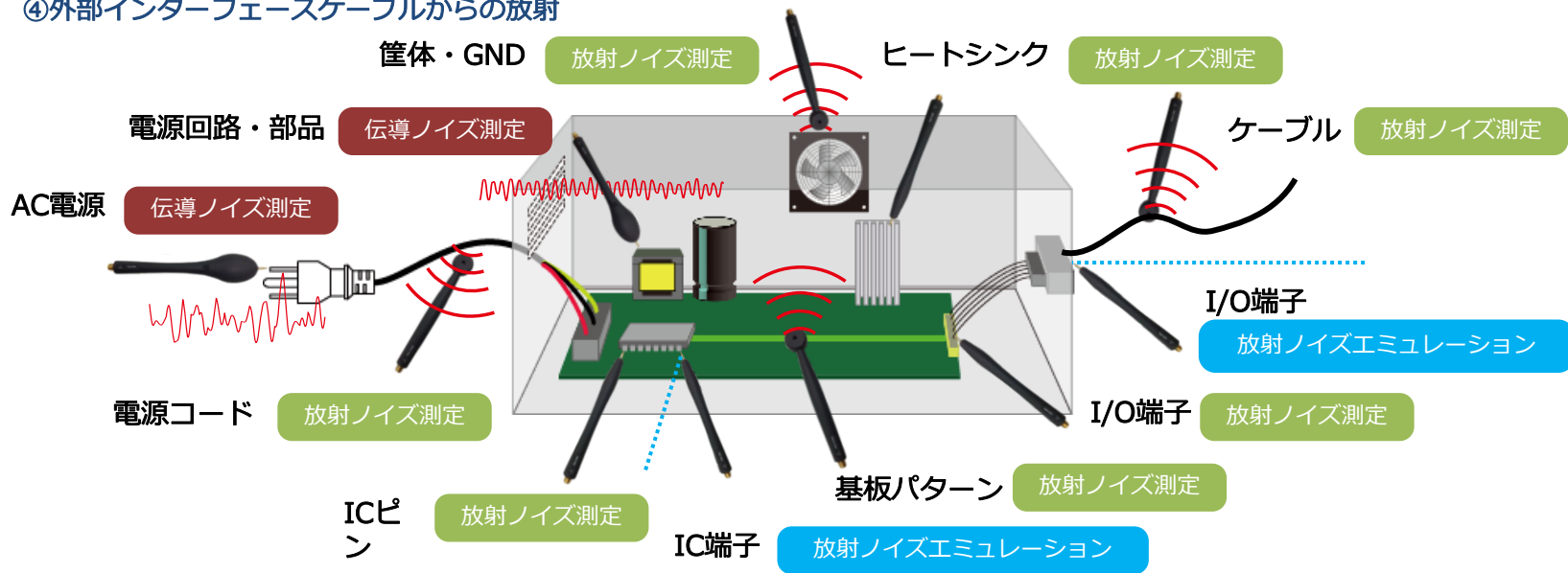


GKT-008による簡易的なEMC測定

EMC
Pretest

GKT-008は製品の様々なポイントで測定・比較が容易にできます。

- ①発生源からの直接放射
- ②基板パターン、内部接続ケーブル、部品、GNDパターンの放射
- ③筐体（シャーシGND）からの放射
- ④外部インターフェースケーブルからの放射

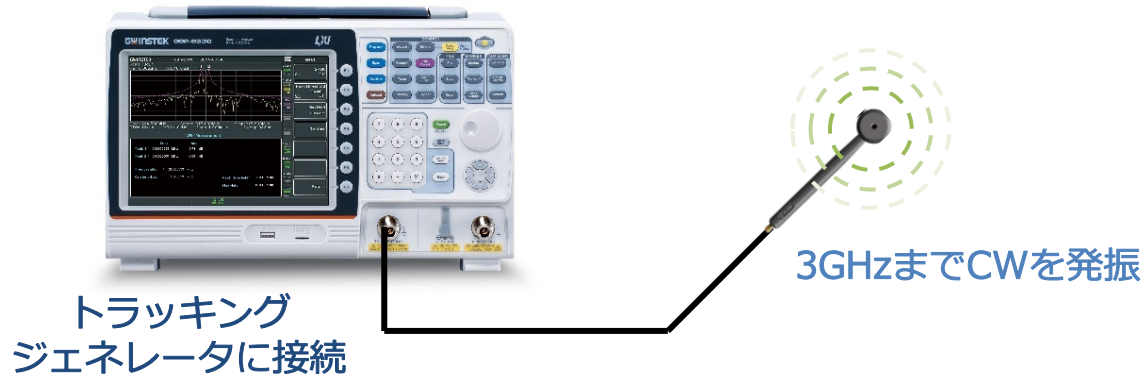




放射ノイズのEMSプリテスト

EMC
Pretest

- GSP-9330VTのトラッキングジェネレータにANT-04/05を接続し、ノイズ源としてRF信号（連続した正弦波）を発振し簡易的なEMSテストができます。
- EMSの標準規格ではEMSテストのための信号はAM変調信号（80%）を出力する必要があります。GSP-9330VTには変調機能はありませんが、EMSの事前テストツールとして広帯域（～3GHz）のRF信号源として使用できます。





小型・軽量・別売バッテリーパック ¥29,000

EMC
Pretest

- ・ GSP-9330は約4.5kg、幅330mm×高さ210mm×奥行100mm
- ・ GSP-9330は、バッテリー（別売）を装着すると約2時間動作が可能です。
持ち運びが簡単でEUTを動かすことなく、大型EUTの測定にも便利です。
さらにAC電源から切り離れた測定にも使用することができます。

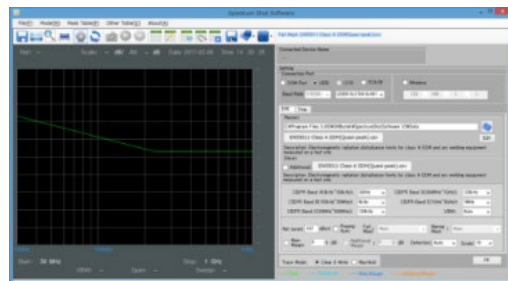




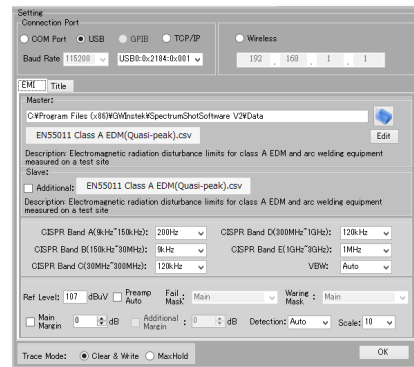
PC経由で測定しデータを保存

EMC
Pretest

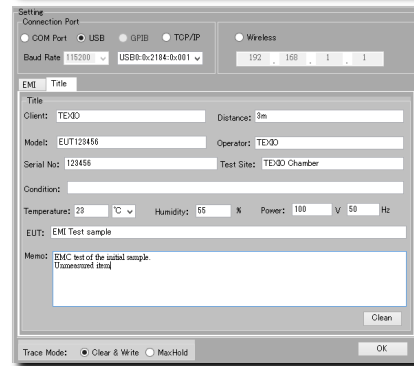
PCソフトウェア「Spectrum Shot」で測定レポートを保存可能



EMI測定データを測定条件、タイトル、日付などのデータと一緒に保存できます。
PCとの通信は、USB、RS-232C、LAN経由を選択可能です。



各種規格制限値
を呼び出し・設定可能



日付、タイトル
内容などを同時に
ファイルへ記録可能

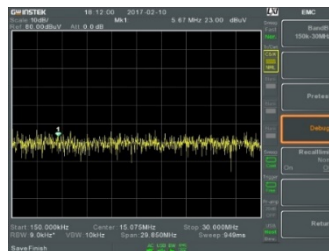


データ保存も簡単

EMC
Pretest

- 測定データの保存が簡単。
- Quick Saveボタンを押すことで即保存。

保存は画面イメージ、CSVデータ、設定を選択可能。



Point	Frequency(Hz)	Amplitude(dBm)
0	3000000	-92.82
1	3045000	-93.34
2	3090000	-92.54
3	3135000	-92.05
4	3180000	-95.09
5	3225000	-93.54
6	3270000	-94.69
7	3315000	-92.29
8	3360000	-93.11
9	3405000	-92.58
10	3450000	-92.97
11	3495000	-92.5
12	3540000	-93.82
13	3585000	-94.01

測定環境

- ・ ANT-04/05は高感度です。そのため測定環境によっては外来ノイズを受信します。
- ・ 測定環境について当社では用意できません。
- ・ 手軽なシールド環境として富山電気ビルディング社のシールドテントがあります。
- ・ 本格的なシールドボックスにはマイクロニクスさんのシールドボックスがあります。



富山電気ビルディング社
IKISOL MESH



マイクロニクス社
電波暗箱ハンドインタイプ

ご清聴、ありがとうございました。

株式会社テクシオ・テクノロジー
マーケティング・サポート部

E-mail : info@texio.co.jp



<https://www.texio.co.jp/>

