

# ロバスト設計を支える 現実の電磁障害環境に 類似した試験環境

移動端末機器の普及により近年の複雑化したマルチパス伝播によってつくられる電磁障害環境を最も効率的に再現することができるため、より高い信頼性・安全性が求められる自動車、航空機、軍事機器、通信機器など、様々なアプリケーションでリバレーションチャンバーが使用されています。

## 特徴

リバレーションチャンバーは、全周囲を金属反射面に囲まれたシールドキャビティ内部に取り付けられたチューナー(又はスタラー)と呼ばれる金属製の攪拌板を回転させることにより、位相の変化を発生させ安定した電磁界試験環境を作り出すことができます。

- 従来の電波暗室での直接電界照射法より、大きな試験領域(テストボリューム)を作り出します。
- 試験領域は等方性と均質性をもったRFフィールド条件を持つため、実際の電磁障害環境に類似していると言われています。

## 標準仕様

タイプ	下限周波数	標準サイズ (テストボリューム容積)	チューナー
SMART-80	80MHz	L 13.4m W 6.1m H 4.9m (32.0m <sup>3</sup> )	水平x1 垂直x 1
SMART-100	100MHz	L 8.4m W 5.6m H 3.1m (11.6m <sup>3</sup> )	水平x1
SMART-200	200MHz	L 4.8m W 3.5m H 3.1m (4.1m <sup>3</sup> )	垂直x1

- シールドキャビティ仕様は、亜鉛メッキ、アルミニウム、板から選択可能です。
- テストボリューム内の 電界均一性能は、IEC61000-4-21に準拠します。

## 標準仕様

ETS-Lindgrenは、シールド、チューナー、アンテナ、RFパワーアンプ、計測ソフトウェアなどリバレーションチャンバーを構成するキープロダクトを自社製造しています。この垂直統合能力により提供されるテストソリューションは、システム全体のパラメータを最高レベルで最適化し、お客様の期待にお応えします。



RFパワーアンプ



EMCenter  
システムプラットフォーム



EMCテストアンテナ



TILE!  
EMC試験統合型  
自動計測ソフトウェア



Z型スタラー・シールドパネル



## チャンバーデザイン

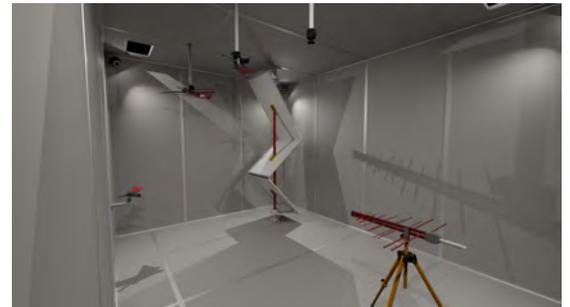
リバレーションチャンバーは、その内部表面を使用し、RFフィールドを内部で反射させることによって動作します。1つまたは複数のチューナーによって、キャビティ内のバウンダリーコンディションを変化させます。バウンダリーコンディションが変化すると、チャンバーボリューム全体にわたってモードピークが移動していきます。このことにより、大きなテストボリューム全体に統計的に等方で、電界的に均質なフィールドを作り出すことが出来ます。統計理論を使用することで、ある点で測定された電界を、他の位置での最大電界を予測するために使用することが可能です。ETS-Lindgrenは、お客様が必要な周波数範囲と試験容積から適正なチャンバー容積をご提供するとともに、モード密度やQバンド幅を最適化する内部表面素材の選定や、電界強度要求にあった測定システムの組み合わせまでトータルコーディネートいたします。

## チューナーデザイン

ETS-Lindgren Z型チューナーは、リバレーションチャンバーに不可欠な、効率的な反射面を提供できるよう設計されています。標準チューナーは、アルミニウム製の大きな反射板で作られ、シングルスパイクタイプ、或いはトラスフレームタイプによりチャンバーサイズに合わせて最適なパフォーマンスを提供します。チューナー制御は、専用ポジショニングコントローラーを使用し、角度・位置情報をデジタルディスプレイで表示したり、回転速度やスタード・チューンドモード切替等の操作性を考慮したチューナーシステムとして標準装備されています。

理想的なチューナーには、以下のような重要な特徴があります：

- 堅牢かつ軽量の構造
- 短時間のセtringタイム
- 効率的なRFスキタリング
- チャンバーサイズに合った寸法
- 動作周波数に応じた断面積
- シンクロナスまたはステッパモーター
- チューンド及びスタードモードオペレーションに適した設計



## リバレーションチャンバー設計注意点

1. 試験ボリュームはシールドキャビティ表面、送信アンテナ、チューナー等から最低でも75cm（または1/4波長）離れていなければなりません。
2. RFパワーアンプとコネクタパネルの配置は基本設計上の重要な要因となります。
3. シールドキャビティ内部表面素材はリバレーションチャンバー基本設計上の重要な要因となりますので、仕上塗装、カーペットや内装材で仕上げることはできません。
4. 露出型器具は潜在的な負荷の要因になります。
5. ドア、空調口、その他アクセスパネルや付帯設備の配置は設計段階で十分に検討する必要があります。

### SMART 200の内部配置例

- 送信アンテナTX1&2は、基本的にチューナーに向けて配置されます。
- 特に高周波帯の送信アンテナTX2は、チャンバー外部に設置されているパワーアンプとの位置を考慮することでケーブルロスが極力抑制させることが可能です。
- 受信アンテナRX1&2はテストボリューム内に配置され、校正時はランダムに方向を変化させる必要があります。
- 受信アンテナRX1は三脚にセットされていますが、DUTテーブル配置後は天井吊り下げ治具にマウントすることが可能です。



## リバレーションチャンバー実績

### 世界最大級のリバレーションチャンバー

この画像は、当社が経験した世界最大級のリバレーションチャンバーです。軍事機器向けイミュニティ試験のために導入されたプロジェクトの設計図を忠実に3D図面にて再現しました。

W15 x L20 x H6.5m ・ LUF 70MHz ・ 2009年完成



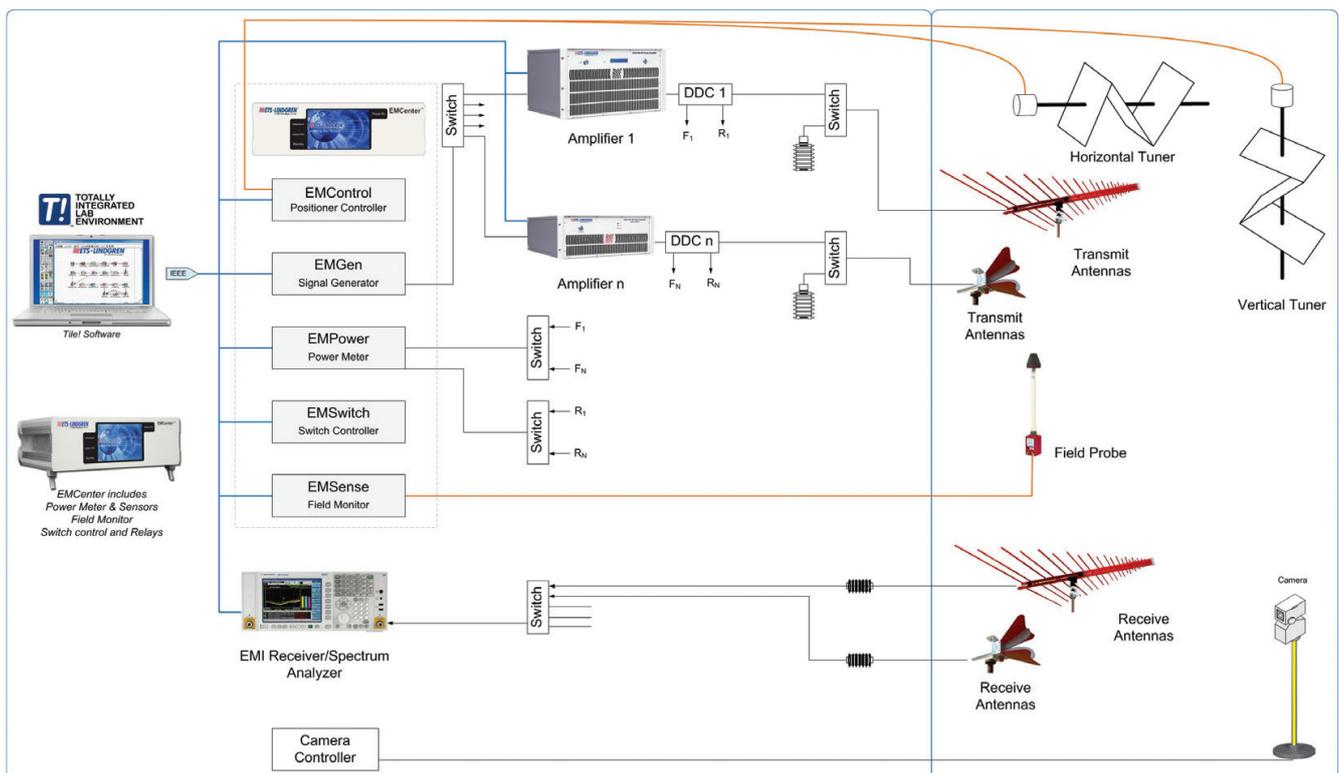
### 納入実績No.1

当社は100基を超えるリバレーションチャンバー納入実績を持ちます。特に米国の航空機・自動車業界のEMC規格を推進するエキスパートエンジニアに高く評価されています。また、High Qファクターを利用したEMC試験システムやワイヤレスMIMO OTA試験などのさまざまな顧客要件にお応えしています。

## SMART 80 イミュニティ試験システム (例)

リバレーションチャンバーは、従来の電波暗室よりも低出力のアンプによって強電界のRFフィールドを作り出す事が可能です。ETS-Lindgrenは、このようなリバレーション・テクノロジーを理解し、顧客要件に合った標準・カスタマイズ試験システムをターンキーでご提供します。

試験システム構成例 200V/m @80MHz-3.1GHz		
項目	モデル名	仕様
アンテナ	3144	ログペリオディックアンテナ 80MHz-2GHz
	3117	ダブルリジッドアンテナ 1GHz-18GHz
RFパワーアンプ DUT Loss 6dBを考慮	8100 series	RF出力 750W/500W @80MHz-1GHz
	8000 series	RF出力 300W @800MHz-3.1GHz
電界プローブ	HI-6053	対応周波数 10MHz-40GHz、ダイナミックレンジ 2V/m - 800V/m
EMCenter モジュール式 RFプラットフォーム	7000-00X	EMControl ポジショニングコントローラー用プラグインカード (チューナー制御)
	7003-00X	EMGen 信号発生器用プラグインカード 9kHz-230MHz (LF Output), 80MHz-6GHz (HF Output)
	7002-00X	EMPower パワーメータ用プラグインカード 60dB @6GHz
	7007-00X	EMSense 電界モニタ用プラグインカード
ソフトウェア	TILE!	EMC試験統合型自動ソフトウェア (放射エミッション・イミュニティ、伝導エミッション・イミュニティ試験) Can Bus & LIN Bus、Vision TRX (DUTビジュアル モニタリング ソフトウェア)などシームレスに連携します。

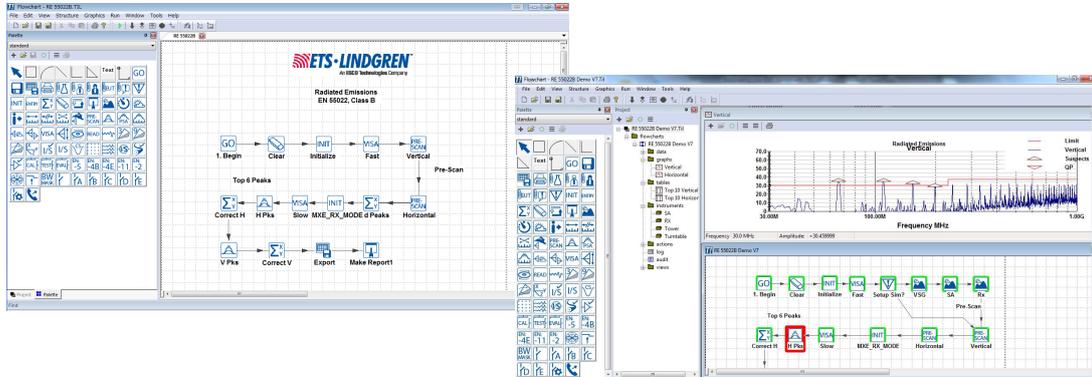


## EMC試験統合型自動計測ソフトウェア TILE !

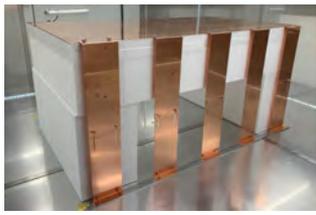


Totally Integrated Laboratory Environment

ETS-Lindgrenのリバレーションチャンバーは、TILE!ソフトウェアによって動作します。TILE!ソフトウェアは、EMC試験のための環境を作り、試験を行うための統合試験環境ソフトウェアです。エミッション・イミュニティ試験の国際規格に適合するようデザインされたプロファイルをライブラリーとして保有しています。TILE!ソフトウェアは、ハードウェアと独立していますので、今日利用可能なほとんどのEMC測定器ドライバがサポートされており、将来の追加も容易に出来るように考慮されています。



## 主要構成製品

<p style="text-align: center;"><b>アンテナ</b></p>  <p>最新モデリングツールを使用して設計し、厳密な精度で製造されています。また、製造ラインに校正ラボが併設されています。</p>	<p style="text-align: center;"><b>電界プローブ</b></p>  <p>当社製電界プローブは、バッテリーまたはレーザー駆動タイプを選定でき、高速で正確なEMF測定を可能にします。</p>	<p style="text-align: center;"><b>RFパワーアンプ</b></p>  <p>当社は、EMCテストアプリケーション向けに幅広いRFパワーアンプを提供しています。</p>	<p style="text-align: center;"><b>EMCenter</b></p>  <p>EMCenterはEMC試験システムを簡素にできるフレキシブルプラットフォームです。最大7個までの専用プラグインカードにより、信号発生器、RFスイッチ、パワーメーター、電界プローブモニタ、スター位置制御を行うことができます。</p>
<p style="text-align: center;"><b>Z型チューナー</b></p>  <p>当社は、過去にさまざまな形状のチューナーを製品化しました。近年、Z型を標準デザインとしたのは、軽量で堅牢構造であり、更にRFスキミング効率性などを重視すると同時に、多くのユーザーからの意見も考慮し、この形状がチャンバー性能を最大限に引き上げる理想的な形状であると考えたからです。</p>	<p style="text-align: center;"><b>Copper-Top Test Benches</b></p>  <p>銅製テストベンチは、MIL/ISO等の要件に準じて銅表面で設計されたEMC試験用テーブルです。</p>	<p style="text-align: center;"><b>RFシールドディング</b></p>  <p>当社はシールドパネル、ドア、関連付属品までリバレーションチャンバー性能を左右する主要製品を自社製造しています。</p>	<p style="text-align: center;"><b>VisionTRX™ Visual Monitoring System</b></p>  <p>試験中のDUTを視覚的に監視し、TILE!や第三者ソフトウェアと連動して試験結果の分析をサポートします。</p>

日本イーティーエス・リンドグレン株式会社  
 東京都文京区小日向4-2-6 〒112-0006  
 TEL 03-3813-7100 FAX 03-3813-8068  
 Japan@ets-lindgren.com

**BEYOND MEASURE.**

**ETS·LINDGREN**<sup>®</sup>  
 An ESCO Technologies Company  
 ets-lindgren.com