

## スピーカー測定時の反射音の見分け方

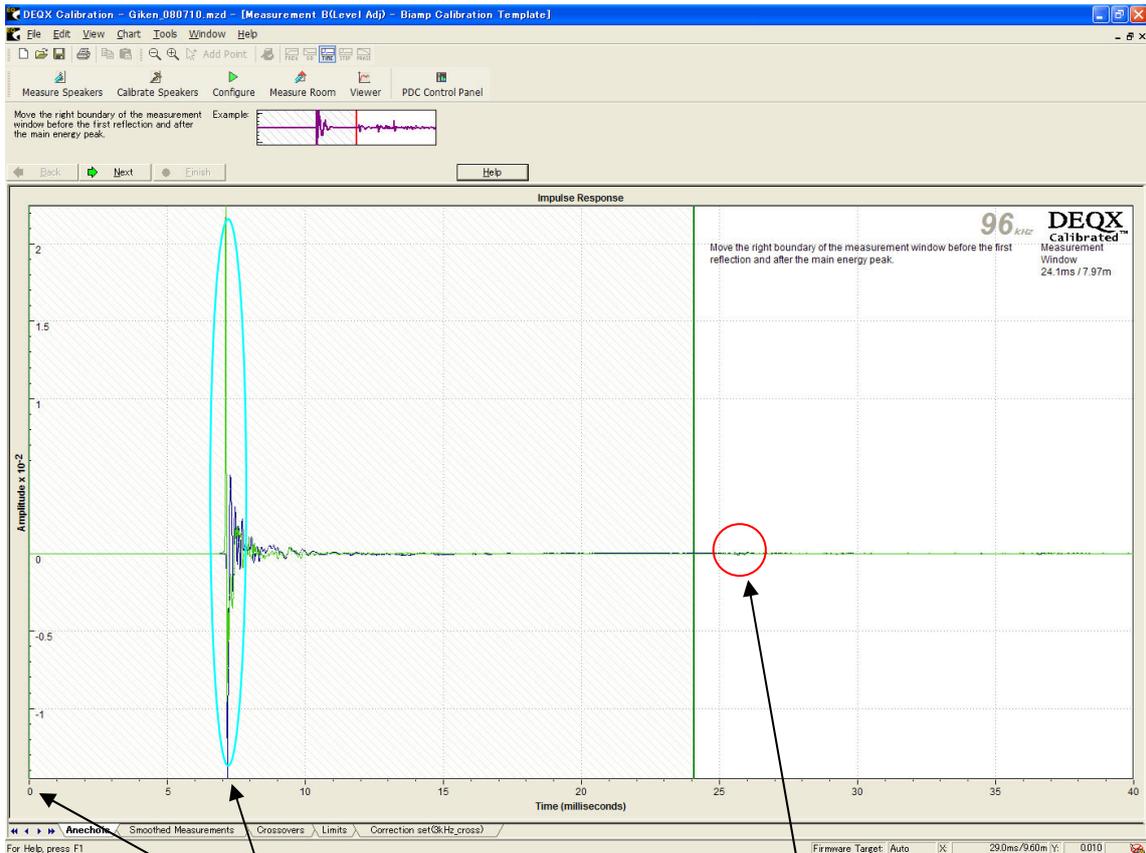
### ● スピーカー測定について

- ・ スピーカーの測定は壁などからの反射音が測定マイクに入るとスピーカー自体の正確な特性が分からなくなります。このため、反射音が無い「無響室」で行うのが一般的な方法となっています。
- ・ その昔、三菱電機がスピーカーのCMで砂漠にスピーカーを埋め込んで測定している写真がありました。これはパロディとしても、意図するところは反射のない空間で測定するということです。
- ・ つまり、壁や床からの反射があると**スピーカー単体の特性**とは言えません。
- ・ **DEQXのデジタルプロセッサ**はスピーカーユニットやBOXを含めたスピーカーシステム単体の特性を**反射のある室内で測定することを可能にしました**。
- ・ その方法は、まず、サインウェーブを対数的にスイープする「Log Sweep」と呼ばれる信号をスピーカーから再生してマイクロフォンで計測します。このデータをコンピュータで逆フーリエ変換して図-1のようなインパルスレスポンスを求めます。
- ・ 「インパルス」というのは時間がゼロで振幅が無限大のパルスのことですが、現実には存在せず、これに近い信号を使って実際にスピーカーを測定する方法もあります。（インパルスをスピーカーから再生する「プチッ」という鋭い音が聞こえます）
- ・ スイープした測定データをインパルスレスポンスに変換したグラフからはスピーカーの音（直接音）と壁や床などからの反射音が分離して見えるようになります。実はこれが室内でのスピーカー測定を可能にした大きな特長となっています。
- ・ 例えば図-1は無響室ですので反射音はありませんが、これが現実の室内では図-2のような測定結果となります。

### ● 反射音の見分け方

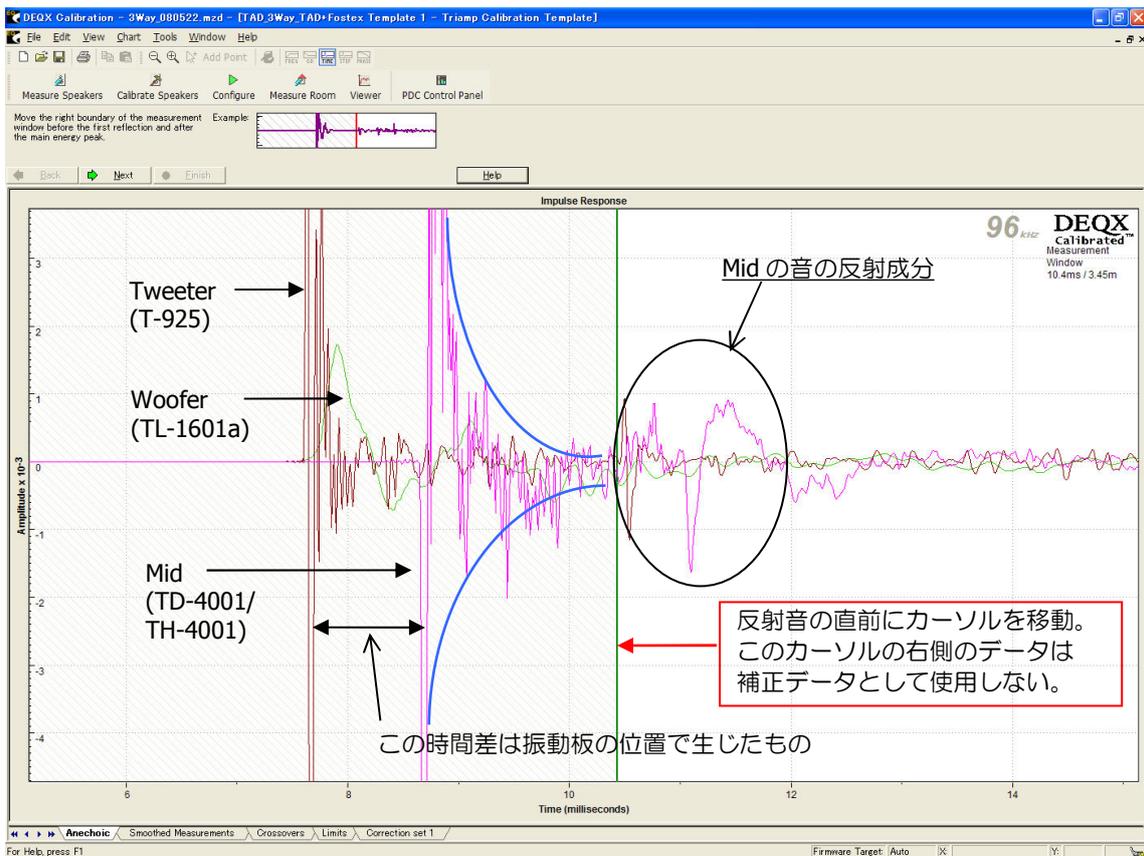
- ・ 図-2のように、各ユニットからのインパルスレスポンスは無響室データのように次第に収束するはずですが、逆に振幅が大きくなる部分があります。これが壁や床などからの反射音がマイクに到達した結果と考えられます。
- ・ この反射音が見つかりましたら、その波形の直前にカーソルを移動させます。
- ・ このように、カーソルを移動させて反射音の直前までのデータをスピーカーシステム固有のデータとする仕組みがDEQXの大きな特長となっています。
- ・ 但し、この直接音と反射音の区別は自動的には出来ませんので、DEQXの調整でどうしても人間が設定しなければならないのが、この「Anechoic（無反射）」という画面で行う大切な作業となります。
- ・ こうして決定したカーソル位置はそのまま低域特性をどこまで信頼性のあるデータにするかということになります。
- ・ このため、スピーカーの測定（Measure Speaker）を行うときには可能な限り壁などの反射音がマイクに到達する時間を遅くすることが大切な要件となります。
- ・ 理想的にはスピーカーを部屋の中央付近に移動して測定するのが最善の方法です。
- ・ この基本的なスピーカーの測定はシステム（アンプとスピーカー）の変更が無ければその後の様々なパラメータの変更の基礎的なデータとして活用できます。
- ・ 例えば次の作業となる「リミット」の変更や、クロスオーバー周波数、スロープ特性の変更などを自在に行うことが可能です。
- ・ スピーカーが移動できない等の条件から、有効なデータが少ない（カーソルが左寄りにある）時は無理をして低域まで補正を掛けない方が結果は良好となります。
- ・ この「どこまで補正を掛けるか」を設定するのが次の「Limit」での作業となりますが、これについては改めてご説明いたします。

## <図-1> 無響室での測定結果



- ・ グラフの左端「0」の位置が DEQX から信号が出たときです。但しこの信号は DEQX 内部のデジタルフィルターを通り、D/A 変換されてパワーアンプに入りますのでその分の遅延が生じます。
- ・ 遅延時間は DEQX の設定によって変化しますが、通常 3~6ms 程度の遅れが生じます。
- ・ この信号がパワーアンプに入りスピーカーを駆動します。
- ・ スピーカーから出た信号は通常 1 m先のマイクまで約 3ms ほど掛かって到達しますので、左端から約 6~9ms 後に音が出ているようなグラフとなります。
- ・ この図では左端から約 7ms 後にインパルス応答の出力波形（水色で囲った部分）が見えます。
- ・ 波形は急激に減衰して直ぐにゼロ付近に収束していきます。
- ・ 原理的には水色で囲った部分は 1 本の線となるはずですが、実際には信号がなくなってもユニットの振動板が動いていることが判ります。（これが短いほど音の「キレ」が良いユニットだと言えるでしょう）
- ・ 3ms 後（時間軸では 10ms 付近）にはほぼ音がなくなっていることが解ります。
- ・ この例は無響室での測定という特殊な場合ですので、反射波を取り除くカーソルは思い切って右寄りにセットできますが、グラフを良く見ると 25.5ms 付近に小さな揺らぎがあります。これは測定時に DEQX からの USB ケーブルを無響室の外に出してパソコンに接続するため無響室の出入り口の扉を開けていたので扉の縁が無響室内に露出してこれに反射したものと思われます。
- ・ 私自身、DEQX を無響室に持ち込んで測定したのは今回が初めてですが、結果を見ると DEQX を使ったスピーカー測定が極めて理論的で、そして高度な測定結果をもたらしてくれることを改めて認識する事ができました。

## <図-2>Kurizz-Labo デモルームでの測定結果



- 3Way の各ユニットから出たインパルスレスポンスが見えます。
- Mid と Tweeter がずれているのはユニットの振動板の位置が違うためです。
- 丸で囲んだ部分が反射音です。青線のように減衰していたレベルがここで再び大きくなっています。
- この例では Woofer や Tweeter では顕著な反射音は確認できません。
- これらの結果から有効なデータは Mid レンジの反射が顕著となる直前の図の位置にカーソルを移動させるのが適当と判断することができます。
- 直接音と反射音の見分けがつきにくいときには画面上部にある虫眼鏡マークをクリックしてグラフ内で見たい部分に適用すると時間軸が拡大して見やすくなります。

● DEQX でいざ調整を始めると最初にとまどうのがこの画面かもしれません。私も含めて、ユーザーとしてはこれも自動でやって欲しいと思いますが、そのためには波形分析などの高度な処理が必要となり、もしかするとシステムの調整過程で 1 回限りのこの処理のために製品価格が倍になる可能性もありますので、ここはトライ＆トライでマスターして頂くのが宜しいかと思えます。

■ 次回は補正範囲を決める「Limit」についてご説明します。