

2021年5月5日

第37回セミナーレビュー

「音響測定器解説」 講師 元オンソク社長 福島裕一氏

2021年4月2日および28日

福島氏は、半世紀近く測定器に関わってこられました。今回はスピーカとマイクロホン、そして音場測定に関するお話をしていただきました。内容は設計、開発、量産、品質保証、品質管理と広範に及びます。日本のオーディオメーカーが次々と新製品を開発し世界に販売していた70年代から現在に至るまでオーディオ技術を支えてきた測定器の歴史を知ることが出来ました。

以下セミナーの概要と参加者の意見や提案などをまとめました。関連するリンクは事務局の独断で掲載しました。

NHラボ 高田 (文責)

概要

1. 標準マイク

標準マイクとして認められているマイクは、

1インチ： B & K社4160 東京リコーMR-103

1/2インチ： B & K社4180 東京リコーMR-112

(5年に1回産総研で校正されたものを基準にしている。)

2. 騒音計

日本では計量法(経済産業省)とJIS-C1509で規格化

国際的にはIEC6167規格

普通騒音計(クラス2)と精密騒音計(クラス1)の2種類がある。

3. 用途別区分

量産検査(ライン検査)：条件～操作性がよく、少しでも早く測定でき、耐久性が高い。

品質保証/品質管理：長時間安定性耐久性、UPS(無停電電源)機能も必要。

設計(開発)：信頼性、精度を最優先。

4. スピーカ・マイクロホンの量産検査(ライン検査)

検査項目

聴感検査

極性(POL)

周波数特性(FC)

感度 (SENS)

インピーダンス特性(ZC)

公称インピーダンス (Ze)

最低共振周波数 (F0)

自動異常音検査

絶縁耐圧 (IV)

5.聴感検査用正弦波発生器

出力電圧を設定し周波数を手動又は自動で可変し検査者が自分の耳で良否を判断する

6.各種発信器

マニュアル可変

マニュアル可変+スイープ

マニュアル可変+スイープ+極性チェック

マニュアル可変+出力電圧ステップ切替

7.極性検査器

スピーカの極性の定義 = 振動板が、前に動いた方が正 (+)

正のパルスをスピーカに加え、発生したスピーカ正面の音をマイクで検出。

パルスとマイク検出音の位相弁別。同じ同相の場合は正 (+) 逆相の場合は負 (-) と判定。

8.オーディオテスター

スピーカをライン上で全数検査する測定器。

測定項目：感度、音圧周波数特性、公称インピーダンス、インピーダンス周波数特性、F0、極性、高調波歪、異常音、フレック端子間絶縁など。

ラインピッチが約 4～5 秒の時、全項目検査時間は 2～3 秒。セッティングも 2～3 秒で行う。

9.品質保証 品質管理用測定器

スピーカ負荷試験用プログラム模擬信号発生器 (規格化された信号)

公称インピーダンス (Ze)

最低共振周波数 (F0)

ボイスコイル温度試験

コーン紙 F0 試験

ランニング試験

定格入力試験 最大入力試験 瞬時最大入力試験

ステップアップ試験
長時間連続負荷試験
温湿度試験、被水冠水試験、など

10.スピーカ試験用プログラム模擬信号発生器

プログラム模擬信号：スピーカの定格、最大入力を決めるときに使用される信号。

各種規格

以前 DIN,IEC、JIS、EIA、JEITA。

最近 IEC,DIN,JIS,JEITA はほぼ同じ内容。

EIA は独自の EIA-426B という周波数スペクトラムの信号を使用。

11.コーン紙 F0 測定器

スピーカを組み立てる前 コーン紙単体の F0（最低共振周波数）を測定。

12.スピーカ ZF0 & Ze メーター

品質管理の為 F0 と Ze（インピーダンス）自動測定。

抜き取り検査のため数個～数百個を測定。判定、集計、結果出力表示、印刷。

基準 F0 周波数に対し上下限判定周波数を設定し測定値判定。

基準 Ze に対し上下限インピーダンス（±%）を設定し測定値判定。

13.スピーカ負荷試験用タイマー装置

スピーカに負荷を加え設定時間内で破損したかを確認する装置。

14.設計、開発測定器用

開発で使用する測定器（スピーカ基本性能）

周波数特性(FC) 感度 (SENS) 高調波歪特性（2nd, 3rd） インピーダンス特性（ZC）

公称インピーダンス（Ze）最低共振周波数（F0）その他：位相特性、群遅延特性、等。

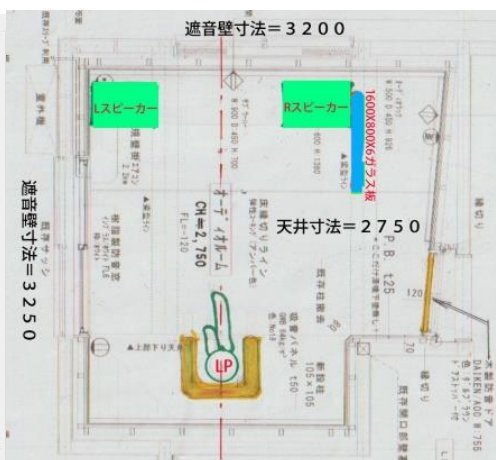
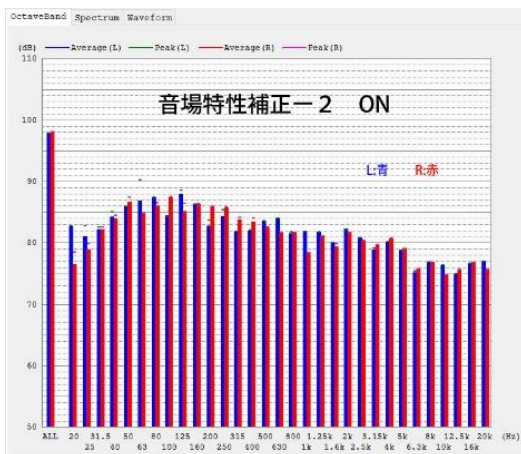
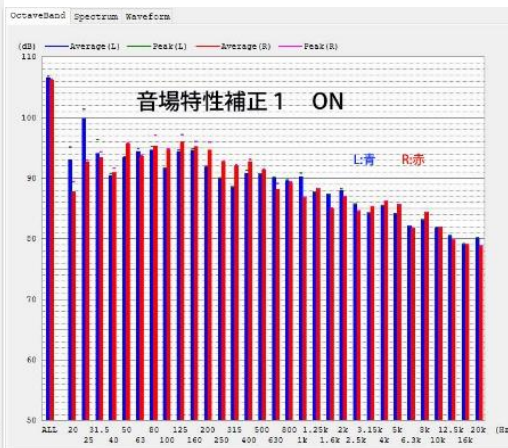
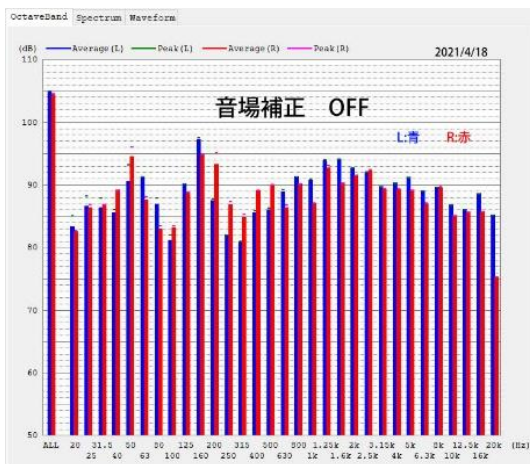
15 音場調整

測定項目：F 特、暗騒音、遮音度、残響、等

騒音計、オーディオテスター、FFT アナライザー他を使用する。

測定例（講演者のリスニングルーム）

部屋の非対称などに起因する音響特性の乱れがあるが、反射吸音の音響処理および信号回路のグラフィックEQで補正した例。



16.まとめ

音響測定器（スピーカとマイクロホン）以外にカートリッジ、トーンアーム、テープレコーダー、ノイズキャンセルヘッドホン調整検査器、プログラマブルバンドパス信号発生器等を開発商品化した。

音響は数値では表しきれない何かがいまだにある。そこがオーディオの面白さであり、人間の感性のすばらしさが発揮される場所。音質に関係する歪特性でも偶数次高調波歪は、音質にあまり影響しないが、奇数次は濁って聞こえる。スピーカの聴感検査用発振器は、奇数次が多いファンクションジェネレータは使えず、全て CR 型発振器を使用している。

ほかに音圧周波数特性、混変調歪、二階堂歪（動的歪測定）、群遅延、位相、累積スペクトラム 3D 特性、トランジェント特性などもある。二階堂歪測定では-180dB/oct 帯域消去フィルタを製品化したことがある。

マイク、スピーカの形は変わっても、音を収録、再生する音響部品として必要性は無くならないと思う。そしてそれを評価する測定器は、永遠に続く分野と考えている。

Q & A リスニングルームでの音場測定や、測定マイクロホンについての質問が多かった。

以下、質問はQ（複数名）、福島さんの答えはA、参加者からのコメントはC（複数名）としている。

Q：オーディオルームの周波数測定器の話を知りたい。 A：セミナー続編（4月28日）の後半で触れた。

Q：スピーカやマイク単体のテストではなく、オーディオルームにスピーカをセットした後の、音質の定位感や分離感などの定量化にも有効な測定ができるだろうか？ A：後述。

Q：自宅でスピーカの特性の測定方法、マイクの種類、コストを知りたい。

C：音場測定器の一例として Daytonaudio 社の[オムニマイク](#)。マイク、ソフト込みで4万円くらい。f特、エネルギー、時間軸特性、ひずみもスイープで測定できる。

A：BE（バックエレクトレット）タイプの1/2インチ標準マイクの例として、オンソク製7051型マイクは3.5万円（上限周波数20kHz）、C（コンデンサ）タイプマイク16万円（上限周波数40kHz）がある。マイク単体以外にマイクアンプとFFTアナライザが必要。

Q：自宅のスピーカの置き方で、音がスピーカから直接聞こえる場合と、スピーカの後ろから聞こえるときがある。聞こえの差を定量的に測定する方法は無いか。

A：定位はいろいろな条件が関係し、置き方としてこれがいい方法と簡単には言えない。聞こえ方には、暗騒音、部屋の静けさ、室外との関係、遮音度、残響響き具合、定在波、吸音反射などが様々に関係する。自分は前後 吸音、反射を取り変えられるようにしている

[DG58](#)（アキュフェーズ）のような特性測定とイコライザ補正が出来る機器を利用しても、反射や回折の影響があるので、すぐに聴感的に最適な状態を得ることは難しく、微妙に補正を繰り返し必要がある。

C：自分は、リスニングポイントよりスピーカに近い数mの位置（1mくらい）で、DG58を用いてスピーカ軸上の音を測定しそれを元に調整する。ただし、測定器を使用しても高い周波数が分かりにくい。

DG58に加えて、他のFFTも使用して調整している。

測定信号は、ノイズが良いのか、ワーブルトーンがいいかわからない。

音場測定とその評価は難しい。

C：音場測定しても、結果が音質（試聴評価）と結びつかない。

C：測定は基本で重要で、データ分析も大切だが、それが音場の問題解決方法に結びつかないとがっかりする。自分なりに（目的である）音場調整のノウハウを積重ねる必要がある。

測定データだけで音場調整するのはきびしいので、測定の欠点を補う他の方法が必要。

出来上がった部屋を作りなおすことは難しいので、小道具を使って調整、補正する必要がある。

一番簡単で分かりやすい方法として、（ある音源を）ヘッドホンで聴き、その音源をスピーカで再生した時の音と比較し、（ヘッドホン再生では部屋の音が含まれていないので）スピーカの音から部屋の音響特性を理解する、という方法がある。

一方、ヘッドホンが好きでなく（嫌い？）この方法が使えない（使わない）人の場合には、別の確認方法として、スピーカのニアフィールド再生を使うと良い。ポイントはなるべくスピーカに近づいて聞くことで、音の評価に部屋の影響を受けにくく、お金がかからない方法である。

Q：ソフト制作時の録音には残響が含まれている。出来上がったソフトを再生する時に自分の部屋の残響を含めて良いのか？常に疑問に思っている。

一方、無響室のような残響の少ない状態で聴くと、聴きなれたスピーカもとんでもない音になってしまう。

この制作～再生プロセスの二重の残響付加を防ぐにはヘッドホン試聴、あるいは残響を含ませない方法で聴くことになるのだろうが、実際には生活環境で聴くスピーカの音（自分の部屋の残響を含んだ音）に馴染んでしまっている。オーディオって変だなと思うところ。

A：音楽ソフトはワンポイント録音方式で制作したものは少ない。多くは、マルチマイクでほとんど残響がない状態で録音し、それに残響を加えて、トラックダウン、マスタリングを経て一つの音源として出している。この残響が付加された音源を、無響室では聞かず、心地よく聞こえるように調整した自分の部屋での残響を加えて聞いている（と理解している）。

C：ウィーンの楽友協会大ホールやサントリーホールなど著名な音楽ホールでは残響時間が長い。また、ヤマハはホール残響特性をデータベース化し、様々なホールの音を楽しめる、というたい文句で商品を出している。（[AFC](#) active field control 音場支援システム）。ホールの音自体が残響時間周波数特性のような気がしている。

これらの残響が含まれた音を自分の生活環境に持ち込んで聴いている。

C：残響時間もさることながら、音圧感も大切では。無響室でスピーカを聴くとき、相当音圧を上げてても納得のいく音量感は得られず、（残響ゼロでは）非常につまらない音になる。一方、部屋の中では反射音があるので音量感が増し、音に非常に余裕が出て聞こえる。音楽ソフトの残響は制作側で付加しており、部屋に残響がなくても聞ける仕上がりになっているのが基本と思う。逆に、やたら残響時間が長い試聴室はお勧めしない。一方残響があると聞きやすくなり、一概にない方が良いとも言えない。部屋には適度

な残響があった方が聞きやすい。

A：セミナー参加者のリスニングルームの音場測定に協力することはできるが、現在のコロナ禍では控えて、終息し自由動けるようになったらできる限り対応したい。NHラボ経由で希望を調整してもらえば良い。

C：スピーカ破壊試験は試験室で何十台何百台ものスピーカに大入力ノイズを長時間加え、耐久性を確認する。時々チェックに試験室に入る必要があるが、1分といられないような騒音できつい作業となる。福島さんには自動で試験をコントロールする機器を作ってもらい、大変助かったことがある。

Q：トーンアームの共振の測定や、オーディオ機器の部分や全体の共振を測るいい方法はないか？

A：基本的にトーンムやカートリッジの測定信号源として測定レコードがある。5～100Hzのスweep信号で測定し、低域の共振を調べる。

一般に、変位センサとしてレーザドップラ振動計が多用される。

以上