



パーソナル・スタジオ設計の音響学 その5

第二幕「音響実験劇場」

～第一回 準備編：模型の世界と無響室～

sona
PERSONAL Studio Design

今回のお題

(中原雅考)

第二幕では、これまでに学んだ「室内音響学」という学問を「実験」により検証してゆきます。

実験と言ってもなるべく身の回りの環境で実現可能なように「模型による実験」を行います。皆さんがパーソナルスタジオの音響検証に役立てられるように「1/10」の模型を使い、スタジオの音響設計に関わる様々な音響現象を理論解説とともに検証します。

頭で考えるだけでなく、手を動かし、機器を操作し、音を聞く～音響学の修得にはどれも重要な事項です。

その第一回は、模型実験を始めるための準備測定です。実践部隊は、ソナ「中原研究室」所属の「ミカミタカシ隊長」と新人の「りつこ隊員」。ベテラン隊長が現場で新人に音響を教えながら、お互いが成長して行くといったドラマがきつと展開されてゆくことでしょう。

さて、音響実験第一回のお題は「1/10 模型実験の準備を行う」です。
具体的に何をやるかは、ミカミ隊長とりつこ隊員におまかせしましょう。

さて、実験！

(ミカミ隊長とりつこ隊員)

りつこ隊員 (以下「り」): 先輩!、今回は何をしますか?

ミカミ隊長 (以下「ミ」): 今回はまあ「準備編」ですね。ちょっと地味な実験だけど、最初にやっておかなければいけない基本的なことなので、丁寧にやっています。

■ 今回は何をしますか

ミ: 中原先生が言っていたように、僕たちはこれから模型で色々な室内音響の現象を実験していこうと思っています。低域編で見たような定在波の現象とか、中域編で見た反射音による干渉の現象とかね。どんな実験をするにしろ、音源は必要だね。それから、マイクロホンも必要だ。

り: で、何を??

ミ: 要するに、このコーナーは「室内音響学」ってことだからさ、音というのが室内でどう振る舞うのか、どう変化していくのかを観察していくわけじゃん? そのためには、変化する前のもとの状況ってのを覚えておく必要があるよね。だから、これからやる実験の音源としてスピーカーを使おうと思うならば、そのスピーカーのそもそもの特性を知っておかないといけないわけですよ。

り: ふーん (話がくどくてよくわからない) ???

ミ: ま、僕たちは実践部隊だから、とにかく手を動かして行こう。スピーカーはね、僕がつくっておいてあげました。キャビネットはだいたい5cm 角、ユニットは直径1インチ (約 2.5cm) です。

り: ちっちゃいです、先輩。

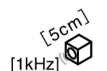
ミ: これからやろうとしてる模型実験の縮尺は 1/10 (じゅうぶんのいち) です。という事は、実物換算で考えるとこれの 10 倍なので、キャビネットは 50cm 角、ユニットは直径 10 インチ (約 25cm) 相当ということになります。

り: まあまあ大きいです、先輩。

ミ: そういう事です。結構大きいでしょ。えーと、これから 1/10 模型の世界と実物大の世界を行ったり来たりするから、ややこしくなりそうだね。ややこしくなる前に、呼び方を決めておこうか。

ミ: 模型の世界での数字を“実測値”、実物に換算した場合の数字を“実物換算値 (換算値)”ということに決めよう。このスピー力というなら、実測値で 5cm 角、換算値で 50cm 角だ。周波数は寸法と逆の関係にあるよ。実測値で 1kHz なら、換算値はその 1/10 の 100Hz になります。分かったかな?

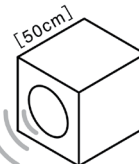
1/10模型の世界



“実測値”

1/10 <=> 大きさ <=> 10倍
10倍 <=> 周波数 <=> 1/10
1/10 <=> 時間 <=> 10倍

実物換算の世界



“実物換算値”

【図1】ややこしくなる前に呼び方を整理しておこう

り：ややこしいけど、OK です。

ミ：では、本題に戻ろう。このスピーカーの特性を測定、把握するのが今回の主な目的なわけだけど、スピーカーの特性はどんな環境で測定する？

り：無響室です、先輩！

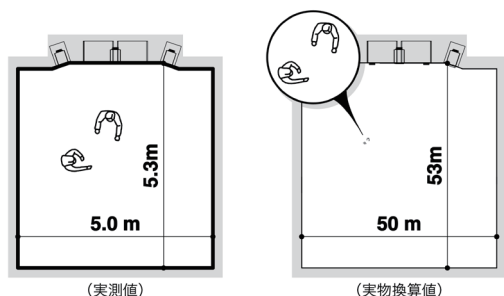
ミ：正解。そうですね。スピーカーの特性といえば、一般的には無響室で測定しますね。というわけで、無響室でこのスピーカーの特性を確かめておきたいわけだけど、残念ながらわが社に無響室はありません。無響室はないという境遇のなかで、どうかして測定をしたいんだけど、どうしたらいいかな。何かアイデアない？

り：無響室ではなくても、吸音が多い部屋だったり、大きな部屋だったりすれば、音源の近くでは部屋の影響は小さいので、そのエリアを使って測定をすればいいんじゃないですか？

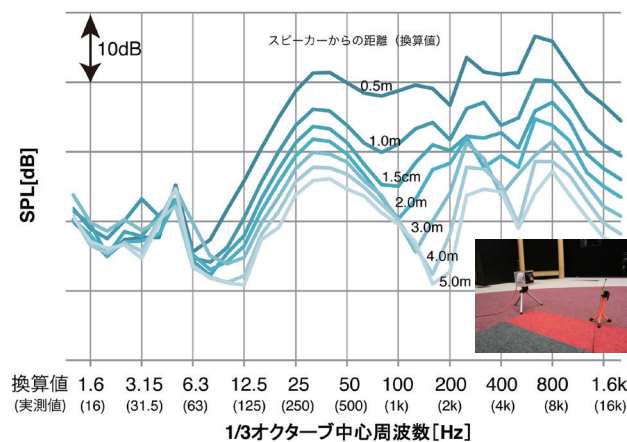
ミ：採用。

り：ソナには無響室はないけど、試聴室がありますよね。試聴室で測定できるのでは？

ミ：採用です。



【図2】実験場所となるソナ試聴室の平面略図



【図3】床上カーペット直置きだと・・・

ミ：ほらね。マイクを動かすと、周波数特性が変わっちゃうでしょ。ということは、部屋の影響を受けてしまっているということだよな。ところで、こんな感じの測定結果って、何かピンと来ない？

り：直接音と床からの反射音との干渉・・・。

ミ：やるな、おぬし。そう、床の反射音との干渉でディップが生じてる。スピーカーとマイクとの距離が離れて行くと、直接音と反射音との距離差が減って行って、ディップの位置が高域に移動する。その様子が測定結果に良く現れてる。実物実験だと、床以外からの反射も多く含まれてしまし、マイクを動かすのが面倒だったりするけど、模型だとひよひよいと測定できるから楽しいね。

り：楽しいのは分かりましたが、今回の目的は、「スピーカーそもそもの特性を知る」っていうことでしたよね。カーペット上直置きだとうまく測定できない事は今のでよくわかりました。

ミ：そうだね。じゃ、作戦通り厚さ 20cm のグラスウールステージを作ろう！

り：らじゃ。

■ 測定準備

り：先輩、できました。【図4】

ミ：実測値で 121cm × 91cm × 20cm (L×W×H) のグラスウールステージだから、実際には (換算値では) 12m×9m で、高さ 2m ものグラスウールステージということになるね。この上で測定してみよう。



【図4】グラスウールステージができました

■ スピーカをカーペットにそのまま置くと・・・

り：じゃ、始めましょうよ。

ミ：そうね。スピーカーはどう置こうかな。部屋の中心なら壁の反射の影響は受けにくだろうけど、床はカーペット敷いてるだけだからね。床に置いてしまうと、床反射の影響は避けられないね。

り：スピーカーを床から離して高く置けばいいんじゃないですか？それから、床にも吸音材を敷いたらどうですか。

ミ：採用。でも、スピーカーを高い位置に置くのは、難しい (めんどくさい...) な。スピーカーを高く置くとマイクも高く上げないといけなから、位置の管理が難しいね。この連載は“お手軽”が大事なモットーだから、もう少し簡単にやろう。吸音材をたっぷり目に敷いて、スピーカとマイクは吸音材の上に置く事にしよう。

り：吸音材はどのくらい敷きますか？

ミ：模型実験だから贅沢にいきますか。国内最大の無響室の吸音楔の長さは約 2メートルらしい (40Hz 以上の周波数帯域で吸音率 99% 以上らしい)。今回は 1/10 模型だから実測値で 20cm 分敷けば、換算値で 2メートルだね。吸音楔ではなくてグラスウールボードではあるけど、とりあえずそれを目安に置いてやってみましょう。

り：じゃ、早速資材置き場からグラスウール持ってきます。

ミ：ちょっと待った。グラスウール敷く前に、カーペットに直に置いて測定するとどうなっちゃうのか、試しにやってみようよ。

部屋のほぼ中心にグラスウールステージを作りました。【図7】に略図を示します。このグラスウールステージ上にスピーカーとマイクロホンを設置します。スピーカーの高さは、グラスウール面上から 15cm、マイクロホンも同じく面上 15cm です。スピーカーは冒頭で紹介した 1 インチのフルレンジユニットを約 5cm 角のキャビネットに装着したものです。(寸法は実測値)

リ：グラスウールに刺さってる鍼（はり）みたいのは何ですか？

ミ：それはマイク。これは 1/10 縮尺模型実験だから、いつも測定で使ってる 1/2 インチマイクロホンなんかを使っても、実物換算値だと直径 12cm くらいの巨大マイクロホンに相当しちゃう。だから今回はマイクロホンも小さいものを使う必要があります。今回使うのは、放送現場でネクタイピンなどに仕込んで使ういわゆる「ラベリアマイク」という、超小型の全指向性マイクロホンです。直径が実測値で 1/10 インチだから、実物換算値でちょうど 1 インチになるってわけ。これを細い棒にくっつけて測定しよう。

なんだか、“1/10 縮尺だと”とか“実際に相当する大きさは”とか、色々と表現が回りくどいな。読者の皆さんに直感的に分かってもらえるように、ここは僕たちが模型サイズになって説明しよう。

リ：え？

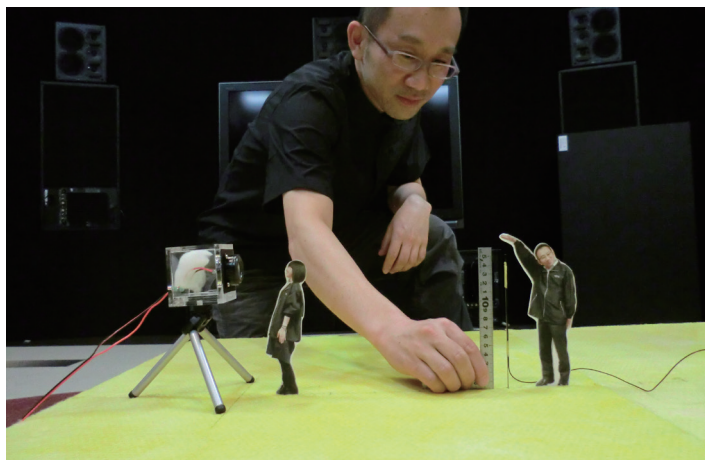


【図5】 私たちも模型サイズ（1/10）になりました

ミ：ほら、分かりやすくなったでしょ？僕は身長 161cm だから、この 1/10 縮尺模型の世界では、約 16cm。スピーカーやマイクが大体顔の高さに見えるね。スピーカー結構大きいでしょ？ <イメージ的には声のピッチも 10 倍高く…>

リ：そうですね。目の前に迫ってきます。さっきまではかわいい感じだったけど、こうして見ると結構大きなスピーカーですね。

ミ：マイクも大き過ぎない、自然なサイズでしょ。いつもの試験室だけど、こうやって小さくしてみると、まあまあ巨大な空間だよな。



【図6】 1/10 模型の世界だとミカミ隊長はだいたい 16cm（かわいい）

■ やっと測定

リ：準備完了、測定しましょう。

ミ：そうだね、始めよう。ところでくどいようだけど、今回の目的は「スピーカーそのものの特性を知る」ってことだよな。グラスウールステージをつくって

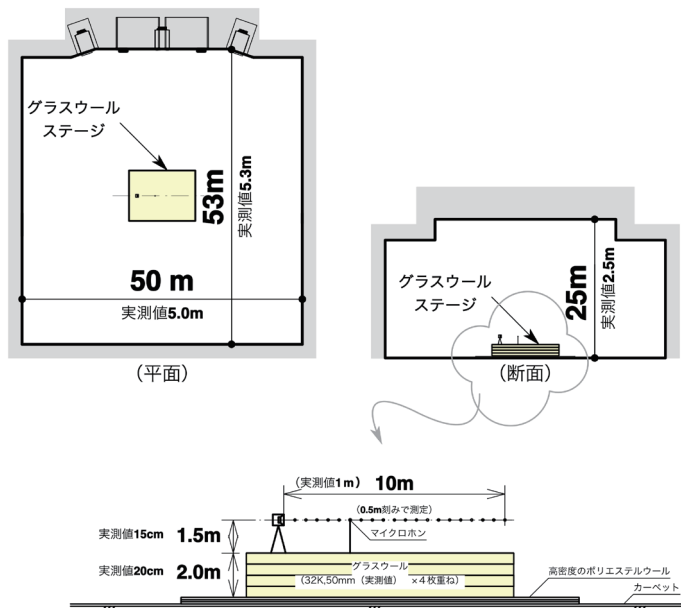
それが測定できるようにしたつもりではあるんだけど、本当に測定できてるかどうかはどう確かめればいいかな。

リ：理想は無響室内での測定だから、結果が無響室の測定っぽくなってほしいんじゃないですか？

ミ：うん、僕もそれでいいと思う。無響室内の音場の特徴は、「自由音場」だよな。つまり、室内に点音源があった場合、音源からの距離が倍になる毎に音圧レベルが 6dB づつ減少していく（【図10】の点線“-6dB/DD”）。

リ：「逆二乗特性」というやつですね。じゃあ、スピーカーの近くからだんだん離れながら音圧を測定して、そうなるかどうか観察すればいいですね。

ミ：うん。その特性が保たれている範囲内であれば、部屋の影響をほとんど受けていない、スピーカーそのものの特性が測定できてると考えていいんじゃないかな。

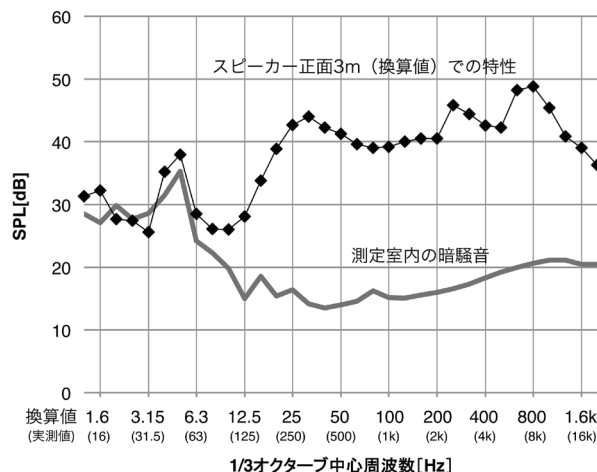


【図7】 測定（音源位置、測定点）の略図

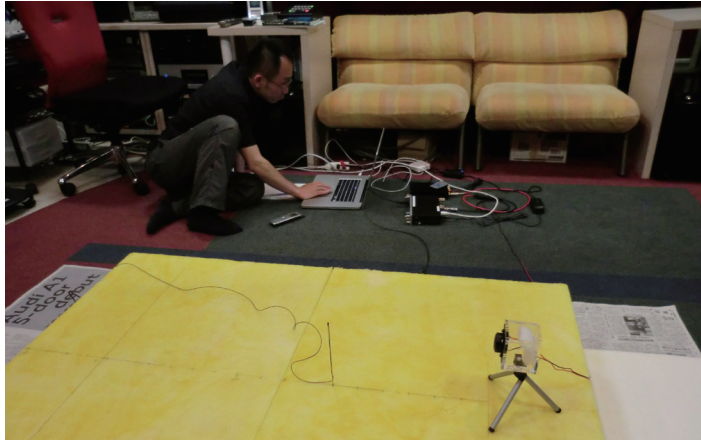
【図7】は音源（スピーカー）と測定点との略図です。スピーカー正面の軸上にマイクロホンを置き、0.5m（換算値）刻みで徐々にスピーカーから離れていき、スピーカーから 10m（換算値）の点まで測定を行います。音源にはピンクノイズを用いました。

■ 結果は・・・

ミ：じゃーん。測定結果です。距離減衰の様子の前に、まずは再生周波数特性を見てみましょう【図9】。これはスピーカーからの距離が 30cm、実物換算だと 3メートルの位置での特性です。



【図9】 スピーカー正面 3m（換算値）での特性



【図8】測定中です

り：低域が出てないですね。スピーカーが小さいからですか？

ミ：実際に聴いている実測値としては 250Hz くらいから下は出てないけど、模型実験としては、十分低域も出ると言えるんじゃないかな。

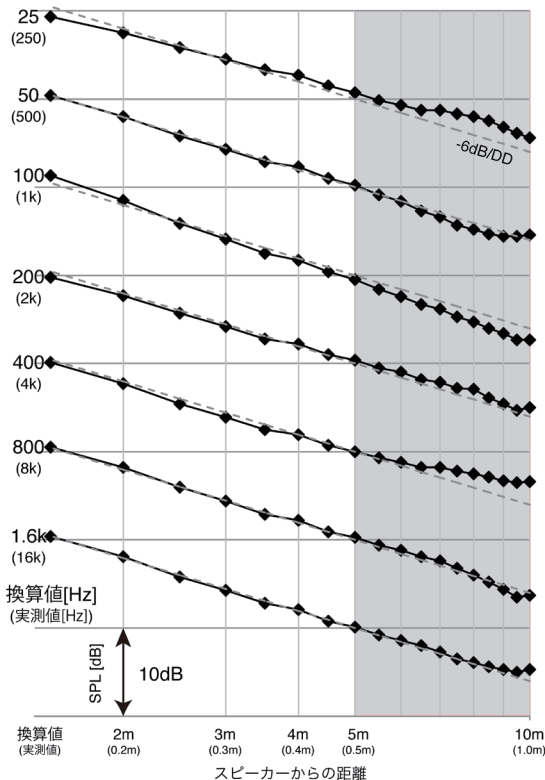
り：1/10 縮尺の模型実験だから、実測値 250Hz は換算値で 25Hz に相当するんですね。人間の聴覚的な下限は 20Hz くらいだから、模型では実測値で 200Hz くらいまでが測定できてればいいってことですか？

ミ：がーさす（注：「さすが」の意）。その通り。【図9】横軸のカッコ内が実際に測定した周波数だけど、僕たちが検証したい 10 倍の世界では 1/10 に相当するからね。

り：先輩の手作りのこのかわいいスピーカが、実物換算では 25Hz から再生できる超高級ラージモニタになってるんですね。ところで、グラスウールステージは無響室としての効果があったんでしょうか。

ミ：さっきやった「直にカーペットの上実験」で出てたようなディップも無いみたいだから、いい線いってると思うよ。

ミ：というわけで減衰の様子を整理したので、観察してみよう。整理したのは、換算値で 25Hz ~ 1.6kHz（実測値で 250Hz から 16kHz まで）の 1/1 オクターブバンドです【図10】。そして、各点線が「逆二乗特性（-6dB/倍距離）」、つまり完璧な無響室の特性を表してます。

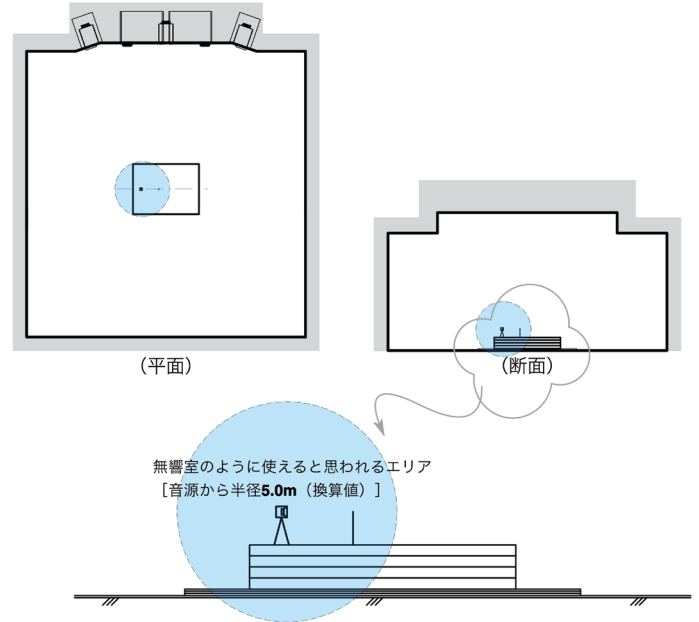


【図10】スピーカーからの距離減衰のようす

り：おしりの方は結構乱れちゃってますけど、5m（換算値）くらいの範囲までは、点線にのっているように見えます。

ミ：僕にもそう見えます。ということは、実物換算で考えると、スピーカーから 5m 以内くらいの範囲で、ほぼ逆二乗則が成り立っているということですね。上々じゃないでしょうか。

ミ：先ほど見た周波数特性は、スピーカー前 3m（換算値）での特性だから、逆二乗特性が成立している範囲内での特性ということが言えますね。



【図11】無響室のように使えるエリア

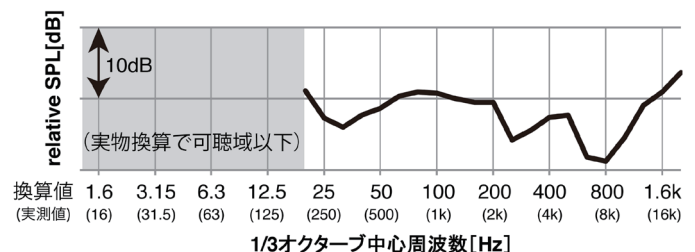
り：試聴室は無響室ではないけれど、換算値でスピーカーから半径 5m くらいの範囲は、無響室のように使えるエリアになってるってことですね（【図11】）。だから、換算値でスピーカー前 3m の特性は、部屋の影響をほとんど受けてないスピーカーそのものの特性になっているってことなんだ。それが測定できたということは、今回の目標は達成！ということですか？

ミ：お題達成です。これまで、スピーカーの特性ということで話をしてきましたが、実際にはマイクロホンの周波数特性も完全にフラットというわけではないと思いますので、正確には測定された特性は「スピーカーの特性+マイクロホンの特性+オーディオ I/F の特性+...」。つまり、今回測定で確認できた特性は...

り：測定システム全体の特性！

ミ：良くできました！

【図12】は次回以降の実験で使うフィルタの特性を示しています。いわゆる「逆フィルタ」というもので、今回得られた伝達周波数特性【図9】を逆にしたものです（実測値 200Hz 以下（換算値の 20Hz）以下は可聴域以下となるため、設定しません）。今回使ったスピーカーとマイクロホンの組み合わせで測定した場合、このフィルタを通してやれば、見かけ上フラットになります。次回以降、これを利用して、フラットな特性が室の影響を受けてどのように変化していくかを観察していきます。



【図12】次回から使う逆フィルタの特性

ちょっと考えよう

(中原 雅 考)

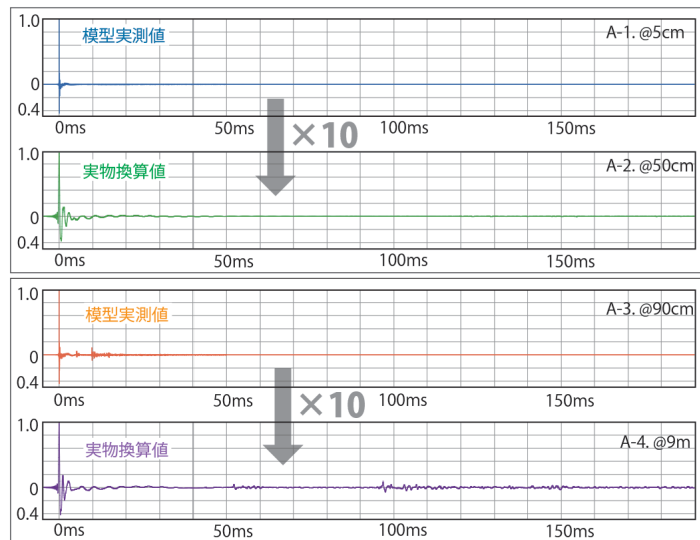
「普通の部屋の一部を無響室のように使うことができる」ということは、普通の部屋でもうまくやれば「無響室なみに反射音の影響が小さなエリアを見つけることができる」ということです。反射音の影響は壁に近づくほど大きくなりますから、多くの場合、部屋の中央近辺が最も無響室に近いコンディションとなります。実験コーナーでは、音のレベル(エネルギー)の変化を測定することで、反射音の影響を受けにくいエリア、すなわち無響室のように使えるエリアを「逆二乗則」というテクニックを使って見つけ出しました。

色々手の込んだ測定をしましたが、要は、反射音の影響が無ければ、もしくはものすごく小さければ OK、というエリアを見つけたのです。

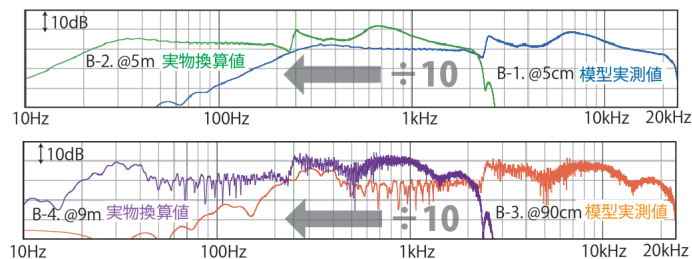
では、実験で見つけ出したエリアではどのくらい反射音の影響が少ないのか？ また、反射音はどのような影響を及ぼしているのか？などの興味が湧きます。

【図 13-A】は、スピーカからの距離が 5cm (A-1) と 90cm (A-3) の位置でのインパルス応答(スピーカからパルスを再生した時の波形)です。5cm (A-1) ではほとんど反射音を表れていませんが、90cm (A-3) では 20ms 以内に細かな反射音が多いことが分かります。これらの波形を実物換算すると 10 倍に引き延ばされるので、A-2、A-4 のようになります。この「実測→実物換算」を周波数特性として表すと、B-1 が B-2 に、B-3 が B-4 にと、それぞれ 1/10 の低域にシフトしていることが分かります。それと同時に、5cm (50cm) の周波数特性ではみられなかった細かなギザギザが 90cm (9m) の特性には観測されています。部屋の反射の影響は、周波数特性上では細かなギザギザとして現れてくるのです。逆に、なめらかな周波数特性は、反射音が少ないことを表しているといえるでしょう。

A. インパルス応答



B. 周波数特性



【図 13】 インパルス応答：実測値 vs 換算値

【図 14-B】は、5cm、30cm、90cm でのインパルス応答の測定結果を dB で表記した結果です。紺色 = 0 ~ 3ms の極初期応答、水色 = 3 ~ 10ms の初期応答、緑色 = 10ms 以降の後期応答です。音源から離れるほど、後期応答のレベルが大きくなり、部屋の反射の影響が大きくなっていることが分かります。実験コーナーの逆二乗則の結果を併せて考えると、30cm (B-2) の反射までは何とか無響室としては許容できるが、90cm (B-3) の反射に関しては無響室としては認められないということになります。反射音の大きさが、逆二乗則に則った減衰の妨げになっていることが良くわかるでしょう。

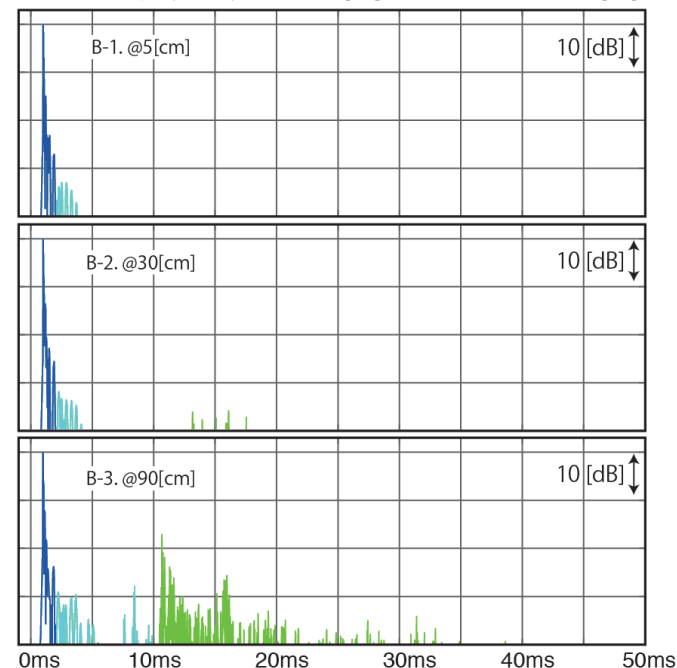
【図 14-C】は、【図 14-B】の結果を周波数分析したもので、紺色 = 0 ~ 3ms は極初期応答のみ、水色 = 0 ~ 10ms は初期応答、緑色は全ての応答を表しています。

0 ~ 3ms の極初期応答(紺色)は 5cm、30cm、90cm のどの特性も大差がありません。つまり、悪影響の元となっている反射音を時間波形から切り取って分析できれば、90cm の距離でも無響室と同じ測定が可能…

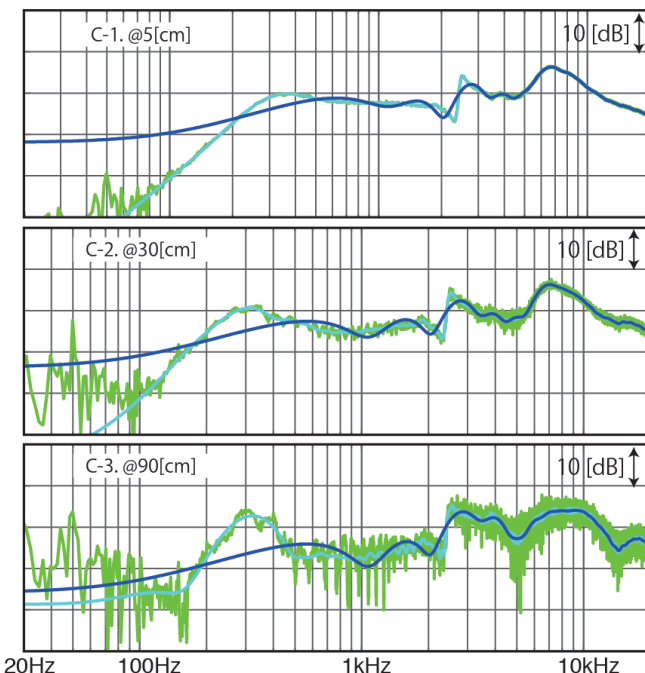
ところがそうでは無いのです。今回使用している小型スピーカが、紺色の特性が示すような 20Hz の低域まで再生できているはずがありません。スピーカの周波数特性としては、5cm 位置の水色の特性が正解になります。つまり、3ms ではまだスピーカの低域が立ち上がっていないのです。

水色の特性を比べてみましょう。30cm での特性は 5cm の特性と似ていますが、90cm ではかなり違いが生じています。これは、90cm ともなると壁の反射の影響が強くなり、スピーカが低域まで完全に再生しきる前に部屋の影響の方が先に表れてしまうということを意味しています。このような条件下では、いくら不要な反射音を丁寧に取り去っても原音だけを切り出すことができません。このようなことにならないためには、反射音が遅く到来する=広い空間、反射音のレベルが小さい=デッドな空間、が必要ということになります。逆に言えば、十分な吸音がなくても広い空間があれば、その中央部に限り無響室として使える可能性があるということになります。

B インパルス応答 (レベル) — 0~2 [ms] — 2~10 [ms] — 10[ms]~



C. 周波数特性 — 0~2 [ms] — 0~10 [ms] — 全て (0~500[ms])



【図 14】 距離による反射の影響

次に、初期応答（水色）から全ての応答（緑色）への変化を見てみましょう。5cm の位置では、低域にちょっとしたギザギザが表れますが、水色と緑色の特性はほとんど同じです。換言すれば、このことは反射音がほとんど無いということとを証明していることになり、正に無響室です。次に 30cm の位置では、水色→緑色で、ある程度ギザギザが多くなっていることが分かります。但し、実験コーナーの逆二測定の結果から判断すると、このくらいのギザギザであればまだ無響室的といっても OK だろうということになります。

周波数特性の観点から反射音の影響を眺めてみると、反射音が正しい測定結果をばやけさせてゆく様子がよく分かります。

最後にみんなで

Dr. 中原（以下 D）：それでは最後に模型の世界の音を聞いてみましょう。最近では DAW のプラグインで簡単にインパルス応答の畳み込みをリアルタイムで演算・試聴可能な便利な世の中になりました。

ミ：僕が学生の時代には考えられないような技術の進歩。今の若い者はなんと幸せな…

D：[図 15] は、ProTools と WAVES の IR リバンププラグインで簡単に作った試聴環境です。(1) 原音、(2) 5cm での実測値（部屋の音）と (3) その実物換算値（10 倍の部屋での 5m の位置での部屋の音）、(4) 90cm での実測値と (5) その実物換算値が試聴比較できるようになっています。

ミ：試聴に使う音素材は、先生がスタジオの音響調整の際に良くつかう「アレ」ですね。

D：そうです。いつもの「アレ」です。但し、実測値と実物換算値での音比較がやりやすように、双方の条件でカバーできる 200Hz ～ 2kHz の帯域で音素材をカットしています。



【図 15】模型の世界を聴感体験～実物換算の音を聴く

(… りつこ隊員試聴比較中 …)

り：実測と実物換算では、周波数特性の違いも大きいので単純な比較は難しいけど、10 倍に引き延ばした音は、無響室環境と言われている 5m（実測 5cm）の音でも結構響きを感じました。

ミ：余計な音は聞かずに必要な情報（響き）だけに着目して聴くというのも良い聴能トレーニングになります。

D：そうですね。ほんのちょっとした響きもある程度の大きな響きになってしまうのが模型の世界です。実測の際には響かないような感覚でいても、実物換算ではある程度響く環境の中で測定をしていたということになります。1/10 模型実験は 1mm が 1cm になってしまう世界ですから、そのことに注意して次回からの実験に取り組みましょう。

ミ・り：了解しました～！

ミカミタカシの隊長日記

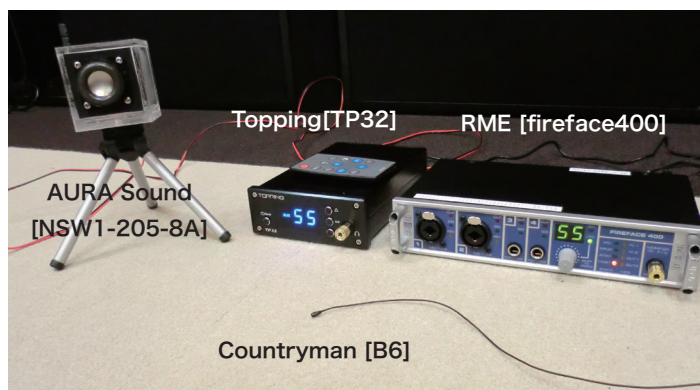
ミカミです。最後に測定に使った機材のオールスターキャストです。

スグレモノでありながら、しきいの高い特別な音響測定機材ではなく、一般に手に入れることのできるものばかりなので、紹介させていただきます。

(左から) 小型広帯域の定番、AURA Sound の 1" フルレンジドライバー [NSW1-205-8A]、愛称“cougar”（キャビネットは自作の亚克力製、スタンドはコンパクトカメラ用のミニ三脚）。アンプは、実験に便利なボリューム表示付き小型デジタルアンプ Topping [TP32]。オーディオ I/F は、測定器並みの性能を有する信頼のオーディオ I/F RME [fireface400]。手前に見える黒い糸のようなのが、全指向性で f 特もフラットな Countryman の超小型ラベリアマイク [B6] です。

みなさんも、週末に模型実験などいかがですか？（機材購入のご相談は、是非 ROCK ON PRO まで）

音響実験劇場第一回をのりきり、次回ははいよいよ本格的な音響実験スタート。どんな結果ができるか、皆様お楽しみに！



【図 16】オールスターキャストです

SONA：(株)ソナ

1975 年より、メジャーレコード会社（ソニー、ビクター、エイベックス、ユニバーサルミュージック等）や放送局（NHK、NTV、TBS、YTV、ABC 等）そしてポストプロダクション（オムニバスジャパン、イマジカ、Sony PCL 等）など幅広い分野のスタジオの音響設計を手がけ、多くの制作環境を高品質に導いています。

その一方で、トップ・アーティストやクリエイターなどのパーソナル・スタジオの実績に関しても抜きん出ています。

また、サラウンド対応スタジオは DVD の普及前から取り組み、この分野での先駆的な役割を果たしています。

新たな技術を柔軟な思考で取り入れ、様々な手法でスタジオデザインにアプローチし、建築はもちろんのこと、モニターシステムの構築や最終的な再生音の調整（THX からライセンスを受けた技術者が在籍）に関しても積極的に携わっています。

<http://www.sona.co.jp>

中原雅考

株式会社ソナ 取締役 / オンフューチャー株式会社 代表取締役 / Audio Engineering Society 日本支部 理事 / 博士(芸術工学)

スタジオ設計という分野において、理論と現場に向きあってきたその音響設計手法は、数多くのクライアントからの信頼を得ており、業界に対しても大きな影響を与えている。特に、サラウンド・スタジオの音響設計に関しては、業界の第一人者として数多くの実績があり、室内音響・モニターシステム・音響測定・調整を総合した設計方法を先行して築いてきた。最近では、ソナにおけるスタジオ設計業務だけでなく、音響ソフトウェアの開発などの R&D 業務もオンフューチャーにて行っている。専門学校や大学などでの講義をはじめ、講演多数。主な著書に、「サラウンド入門」（東京藝大出版会）、「Multichannel Monitoring Tutorial Booklet（ソナ、ヤマハ）」、「サラウンド制作ハンドブック（兼六館）」、「サウンドレコーディング技術概論（日本音楽スタジオ協会）」等。

ミカミタカシ

株式会社ソナ 設計・技術グループ マネージャー

九州芸術工科大学在籍時代（中原の後輩として）サークルのライブ活動や音響学の勉強に全力で取り組み、優秀な成績で卒業。将来を有望視されながら大手企業へと入社するも年々音響から遠ざかってしまうことに寂しさを覚え、人生半ばでエリートコースをドロップアウトしてソナの門をたたく。学生時代の優秀な成績が幸いしてか、音響に関してはソナ入社時からベテラン並みの手腕を発揮する。バランスを重んじる設計ポリシーと独特なデザインセンスを優秀な音響知識の上に掲げ、現在急成長中のアコースティック・デザイナー。主な読書に「週刊ベースボール」等。

りつこ隊員

株式会社ソナ 設計・技術グループ

2012 年 3 月に東京藝術大学を卒業、4 月にソナに入社した期待のひかひか新人。長野県出身。学生の頃より室内音響の世界に惹かれ、音楽練習環境の研究に学生生活を捧げる。AES や音響学会での研究発表経験あり。音に限らない幅広い分野に対する高いデザインセンスの持ち主でもあり、そのセンスの爆発が期待されている。実家の家業であるログハウスと最良の音環境との融合を夢見る音響女子。目下の目標は趣味である尺八演奏の S/N 比向上（今はスースーしている）。

御質問等は、Pro@mirc.co.jp まで！