



## パーソナル・スタジオ設計の音響学 その14 第二幕「音響実験劇場」 ～第十回「ビン」の吸音特性（1/1 世界に一時復帰）～

### 今回のお題

（中原雅考）

音の大きなところに置くと効果を発揮する「音圧吸収型吸音材」。

今回は、その中でも最も基本的な「ビン(瓶)」を使って、吸音と部屋のモードの関係を観察しました。  
するとビンは、グラスウールなどの粒子速度吸収型吸音材ではとても真似のできないような活躍を披露してくれました。

モードを制御するためには、低域の吸音が重要なポイントの一つになります。

スタジオの音響では苦勞することの多い低域の吸音ですが、  
慣れ親しんだグラスウールなどの多孔質吸音材から少し方向転換してビンに注目することで新たな道が開けるかも知れません。  
そのためには、もっとビンのことを知っておく必要があります。

隊員みなさんも、前回の実験で大いに「ビン」に興味をもったようです。

はたして本当にビンで吸音できているのでしょうか？

今回は、部屋からは少し離れて、ビンの吸音性格に関して少し深く検証してみましょう。

隊員みなさん、今回は一旦 1/1 の世界に戻りますよ。

～ 事前準備の時間 ～

### 吸音率 $\alpha$ の基礎知識

（中原雅考）

アルファ  
 $\alpha$ （吸音率）と  
ガンマ  
 $\gamma$ （反射率）

ある材料がどの程度音のエネルギーを吸収するかを表す指標を  
「**吸音率( $\alpha$ )**」と呼びます。  
吸音率( $\alpha$ )は、通常 0～1 までの値となり

$\alpha = 0$  のとき **0% 吸音**  
 $\alpha = 1$  のとき **100% 吸音**

ということになります。  
では、50% 吸音する、すなわち  $\alpha = 0.5$  とは、どのような状態でしょうか。  
反射してくる音の大きさを半分にできるということでしょうか。  
実は違います。

反射してくる音がどの程度の大きさ(振幅)になるかを表す値を  
「音圧**反射率( $\gamma$ )**」と呼び「吸音率( $\alpha$ )」とは逆の関係になります。

ここで

$\alpha \rightarrow$  入射**エネルギー**の吸収率  
 $\gamma \rightarrow$  反射**音圧**の減衰率

ということに注意して

音のエネルギーは音圧の二乗に比例するという原則を適用しますと

$\gamma = 1 - \alpha$  ではなく…

$$\gamma = \sqrt{1 - \alpha}$$

$$\alpha = 1 - \gamma^2$$

となります。

従って、吸音率  $\alpha = 0.5$ （音のエネルギーを 50% 吸音）の吸音材を手に入  
れても、音圧反射率  $\gamma = \sqrt{1 - 0.5} = 0.7$  ということで、音圧、すなわち DAW  
などの画面で見ている波形の大きさ(振幅)は、3 割程度しか小さくなりま  
せん。

では、反射してくる音の振幅を半分以下に小さくするためには？  
吸音率  $\alpha$  が 0.75 以上の吸音材が必要ということになります。

$$\gamma = 0.5$$

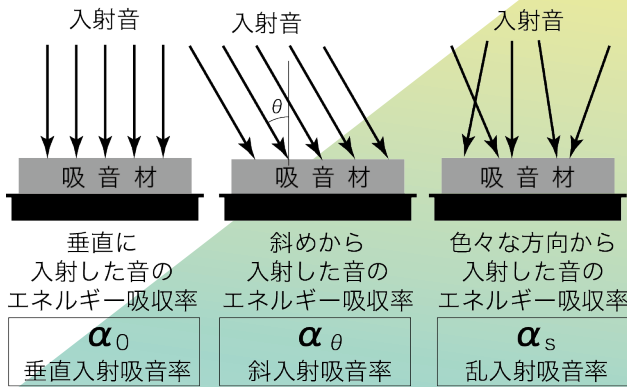
$$\text{すなわち、} \alpha = 1 - 0.5^2 = 0.75$$

吸音率  $\alpha > 0.5$  なら吸音性能 50% 以上なので吸音効果あり？  
いや  
 $\alpha > 0.75$  でないと「反射波(の振幅) < 入射波(の振幅)」  
とならないのでダメ？

$\alpha$  がいくつ以上なら吸音材として OK かはケースバイケースですが  
これまでの経験からは…  
聞こえの変化のみならず物理的な変化を求める場合は  
 $\alpha \geq 0.75$  を目安とした方が良いでしょう。

### 3 種類 の $\alpha$

世の中には、3 種類の吸音率 ( $\alpha_0, \alpha_\theta, \alpha_s$ ) が、存在します。  
それらはそれぞれ、**垂直入射吸音率( $\alpha_0$ )**、**斜入射吸音率( $\alpha_\theta$ )**、**乱入射**  
**吸音率( $\alpha_s$ )**と呼ばれ、吸音材へ入射する音の条件によって区別されます。



【図 1】垂直入射吸音率( $\alpha_0$ )、斜入射吸音率( $\alpha_\theta$ )、乱入射吸音率( $\alpha_s$ )

吸音材のカタログに掲載されていたり、建築音響設計などで一般的に利  
用されている吸音率は、乱入射吸音率( $\alpha_s$ )です。  
乱入射吸音率( $\alpha_s$ )は、残響室と呼ばれる特殊な実験室で測定することが  
でき(JIS A 1409)、その場合、**残響室法吸音率( $\alpha_r$ )**と呼ばれたりします。



【図 2】残響室法吸音率( $\alpha_r$ )の測定の様子

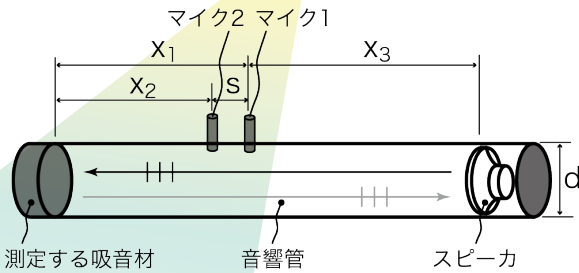
ということで、ビンの吸音性格を明らかにするためには、  
残響室に測定したいビンを持ち込んで残響室法吸音率( $\alpha_r$ )を測定  
すれば良いということになりますが…

JIS では  
測定サンプルの面積がある程度以上大きくないとけなと定められており  
前回の模型実験で使ったような小さなビンを測定するためには  
大量のビンを用意しなくてはなりません。

また  
残念ながら  
我々は残響室のような実験施設は持ち合わせていません…

### 垂 直 入 射 吸 音 率 $\alpha_0$

そんな我々でもできそうな測定が、**垂直入射吸音率( $\alpha_0$ )**の測定です。  
垂直入射吸音率( $\alpha_0$ )を測定するためには、特殊な実験室は不要で、吸音  
材に音を垂直に入射させるための「管」すなわち「**音響管**」を用意すれば  
OK です。詳しくは「JIS A 1405」参照となりますが、この音響管の片側に吸  
音材、反対側にスピーカを設置して、管の中を伝搬する音を測定すること  
で、吸音材の垂直入射吸音率( $\alpha_0$ )を算出することができます。  
さて、この**音響管**を使った垂直入射吸音率( $\alpha_0$ )の測定ですが、測定器で音  
圧レベル程度しか測定できなかった時代は「**定在波比法**」と呼ばれるかなり  
手間のかかる測定をしなければならませんでした（JIS A 1405-1）。  
定在波比法では、管内の音圧分布だけを測定すれば良いので、測定装置は  
単純ですみませんが、測定機構に工夫が必要で、実験装置の構築に対して知  
恵もお金も必要となります（実験装置を一式購入した方が早い？）。  
しかし現代は、デジタル技術のおかげで、簡単にインパルス応答を測定する  
ことができるうに、PC で簡単に FFT などの音響計算が可能な良い時代です。  
このようなハイテク時代には、同じ音響管でも「**伝達関数法**」という便利  
な測定法を利用することができます（JIS A 1405-2）。  
伝達関数法では、音響管の中の 2 箇所（【図 3】マイク 1、マイク 2）でのイン  
パルス応答を測定すれば、音響管の片側に設置した吸音材の垂直入射吸音  
率( $\alpha_0$ )を算出できることになります。



【図 3】音響管 & 伝達関数法による垂直入射吸音率の測定システム

垂直入射吸音率を測定するための測定システムは、  
色々なメーカーから販売されています。  
ですが…

「創意工夫」「自作の精神」が我々のチームモットーです。  
ということで…

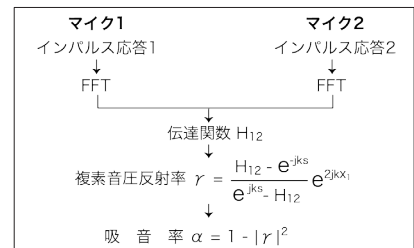
今回は、隊員に【図 3】の測定装置を製作して頂き  
実際に様々なビンの垂直入射吸音率を測定して頂きましょう。

測定システム（【図 3】）ですが…

各寸法の選び方で、測定できる周波数帯域が限定されます。  
我々は特性がぴったりとあった 2 本の測定用マイクは持っていません。

隊員には以上を念頭に「JIS A 1405-2」を熟読して頂き  
今回の測定目的にあった立派な音響管を手作りして頂きましょう。

（その代わり、測定結果から吸音率を算出するプログラムは、僕がつくっておきます）



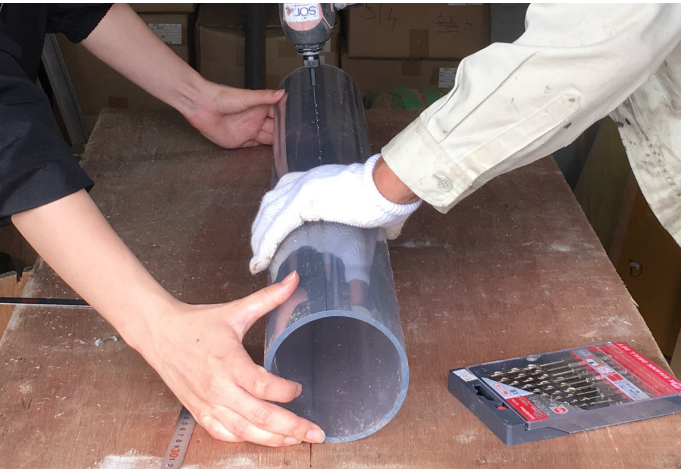
2 本のマイクのインパルス応答から垂直入射吸音率を算出する方法



## 久々の現実世界 (1/1) で向き合うは「ビン」と「<sup>くだ</sup>管」 (ミカミ隊長とえりっこ隊員、りっこ隊員)

(前回までのあらすじ) Dr. 中原の黒魔術で 1/10 縮尺に小さくされ、アクリルの小部屋に入れられてしまったりっことえりっこ。そこには同じように 16.1 センチにされてしまったミカミ隊長 (実物換算値 161 センチ) がいた。そこは、5 センチ角のスピーカーがラージモニターとして低域を豊かに再生し、200Hz が 20Hz に聞こえ、時間が 10 倍で流れる不思議な世界・・・。隊員たちはアクリルの小部屋の音響特性を解明するために、数々の名実験を行ってきた。“室内音響チャート”とかいう珍作業にも挑んだこともあった。それもこれもいつか元の大きさに戻って幸せに暮らすため。前号では「音圧吸収型吸音材」とかいうものに挑んだ。それは一般の人々には「ビン」と呼ばれているらしい。こともあろうにその音圧吸収型吸音材に興味を持ってしまった隊員たちは、意外な展開で現実世界に一時復帰することになる。Dr. 中原は「管を使ってピンをアレしてみろ」というのだが・・・。

### ■ 前は楽しいピン探し。今回は「管探し」でスタート。



【図4】この「管」で何をしようと言うのか

えりっこ隊員(2012-13年号初登場。以来丸4年の1/10生活。以下「え」): わーい、久々の現実世界、実物大!

りっこ隊員 (2012 年 summer 号初登場。以来4年半の1/10生活。以下「り」): ピンたちが小さく見える。

ミカミ隊長 (以下「ミ」): そうだねー、前は身長くらいの高さのビールピン空けてたからねー、大変だった (幸せだった) よな。

#### 〜りっこのひとりごと〜

前回の実験で私たちは「音圧吸収型吸音材」に興味を持てしまいました。そう、空きピンの事ですね。何に惹かれたかって?それは、良く知っていたグラスウールみたいな「粒子速度吸収型」とは対照的な性格です。音の大きなところを得意としてるとか、特定の周波数だけに効くとか、場所をとらずに低域に効くとか。皆さんもそう思いませんか?でも問題はあまりにも「トガった」性格。吸音特性があまりにも鋭すぎるの。心を開かせて、もうちょっと大人な、おらかな性格に調教してみたい。吸音する周波数はある程度予測できても、どれくらい吸音するのが分からないとか、神秘的なところもあって、それはそれで魅力ではあるかもしれないけど、もっとピンの事を知りたくなっちゃったんです。

すると Dr. は、一旦模型の世界から現実の世界に戻って、ピンの吸音特性を調べてみると言ってくれました。模型でやるよりも、よく分かる方法があるからって。それが、「垂直入射吸音率」というやつらしいです。前回までは、吸音材を模型部屋の中に置いてスピーカーの再生特性の変化を見てたんですけど、直接ピンの吸音率を測定できる方法があるみたい。その方がピンのことがよく分かるからって。

Dr. からヒントをもらった私たちは、「JIS A 1405-2」とか言うのを読む事にしました。いや、読まなければならなかったの。それは、私が好きな楽譜とは全く違っ

た無機質な世界でした。数式が入った法律書みたいな感じ。文章は堅苦しいし、式は訳分からないで大変でしたが、ピンのことを知るためと思って頑張って読み進めると分かってきました。どうやら、まずは測定用の管を探す事、そして書かれている注意に従って、その管にスピーカーとマイクロホンを取付ければ「垂直入射吸音率」が測定できるみたいです。難解な JIS の事も忘れ、私はワクワクしてきましたのです。

え: 管ねー、何があるかね。土管?水道管?下水管?ホース?

ミ: 竹筒?ちくわ?ちくわぶ?

り: えーっと、JIS によるとですね、

横断面が一樣  
穴がないこと  
内壁が剛でなめらか、非孔性であること  
まっすぐ

ってことになってます。ちくわは当然ダメです。ちくわぶも。

え: そうねー、我々の建築ギョーカイで調達しやすいのは何だろね。金属管は買うと高そうだし、マイク用の穴あけるのも大変そう。塩ビ管なら手に入りやすいと思うんだけど、どうでしょう。透明なやつもあるらしいし。中が見えた方が楽しいんじゃないでしょうか。太さはどうしたらいいんでしょうね。

ミ: 管の内径 (d) は測定できる周波数範囲に影響あるからね。慎重に決めてね。これから測ろうとしてるのは「垂直入射吸音率」だから、管の中でまっすぐに進む周波数範囲の音波しか測定できないんだ。

り: ハイ、JIS によるとですね、測定できる周波数の上限 (fu) は

$$fu < 0.58 c / d \text{ [Hz]}$$

(c: 音速)

ってことになってます。

え: 内径 (d) が 104mm っていう塩ビ管があるんだけど、使えそうじゃありませんか。測定上限周波数は (fu) は、

$$fu < 0.58 \times 344 / 0.104 = 1919 \text{ [Hz]}$$

です。確かピンの共鳴周波数って、200[Hz] あたり (実物換算。模型の世界だと 20[Hz] あたりでしたね。) だから、十分じゃないですか?これにマイクロホン用の孔あけましようよ。

ミ: マイクロホン用の2つの孔の間隔 (s) も測定できる周波数範囲に影響あるよ。

り: JIS によるとですね、マイクロホンの間隔 (s) と測定できる周波数の上限 (fu) は

$$fu < 0.45 c / s \text{ [Hz]}$$

(c: 音速)

ってことになってます。間隔を大きくとれば測定精度が上がるそうです。

え: 間隔 (s) を 100[mm] (0.1[m]) にすると、

$$fu < 0.45 \times 344 / 0.100 = 1548 \text{ [Hz]}$$

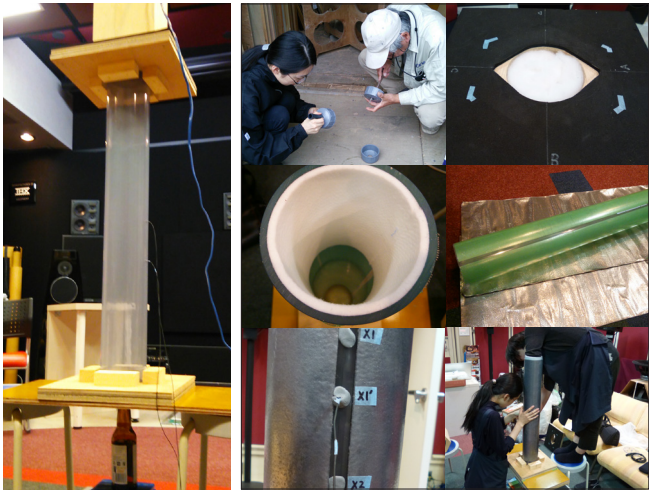
です。よさそうじゃないでしょうか。

り: なーんだ、意外と簡単。これなら気軽にできるね。測定してみよう。

#### 〜えりっこのひとりごと〜

ここからが大変でした。そんなに甘いものではなかったんです。とほほ。

管の素材、太さ、マイクロホンの位置、間隔、ここでは紹介しきれませんが、管の長さや、マイクロホンの固定方法など、JIS とにらめっこして測定装置を作った



【図5】形にはなったけど

【図6】頑張って改良、改良

つもりなんです【図5】、いつまでたってもそれらしい結果が出てくれませんでした。何故なのか。来る日も来る日も、直してもダメ、直してもダメの繰り返しでした。

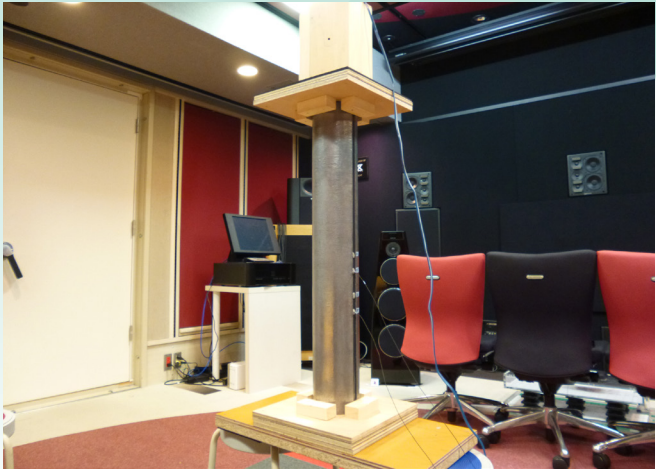
でも頑張りました。音響工事の大ベテランにも助けてもらって、改良を重ねて行きました。本当に頑張ったんです【図6】。毎回頑張ってますが、今回は特に。

え: 何でうまく行かないんだろう。ぐすん。

り: うーん、JIS によるとねー“適用周波数範囲において、音響信号によって振動を起こさず、また、振動共振を生じないように、十分に重く厚いものとする。”とも書いてある。塩ビだけだとダメなのかも。

ミ: そうだね。コンクリートや木製管の場合には“鉛シートによって補強し、制振しなければならない。”っていう風にもかいてあるし、中が見えなくなるのは残念だけど、鉛でも貼ってみるか。触った感じだと共振してるって感じはないんだけどね。

えりっこ隊員がひとりごとで言っていたように、今回は大変でした。本当にもうダメかと思いました。測定システムを購入しなければダメなのかと (笑)。でも隊員はチームのモットーをに則って装置の改良を進め、Dr. 中原も吸音率算出プログラムの改良を進めてくれ、ついにそれらしい吸音率を測定することができました。そのときの喜びはひとしおでした。隊員諸君と大ベテランには感謝です。ただの塩ビ管が「音響管」に変わった瞬間でした。さあ、いよいよこれから楽しい測定スタートです。



【図7】ついにただの塩ビ管が「垂直入射吸音率測定システム」になりました

### ■ Round1 いろんな形のビン

り: (ぼー)

え: 一時はもうダメかと思ったけど、測定までこぎ着けられて本当によかったですね。

ミ: (本当。もう原稿書けないかと思った。)

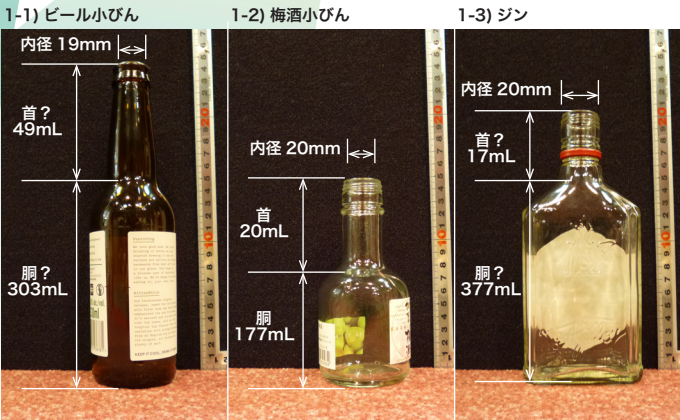
り:私、もう色んなビン用意してあります。特に四角いのに興味があって(【図8]

1-3、1-4)。中身がどこに行ったかは、想像におまかせコース。丸いビンと同じように吸音するなら、四角いビンの方が、部屋の中には置きやすいでしょ。

ミ: 僕も、ちょっと追加しました。ひとつは、前回の隊長日記でチラ見せしたミニ梅酒のビン(【図8]1-2)。吹いたときの鳴りが、アクリル模型箱の最低モード周波数 (25[Hz]、実物換算だと 250[Hz]) に“水チューニング”なしでフィットする優れもの。ガラスが厚くて、つくりがガッチリしてて、期待が持てそうでしょ。もう一つは、プラスチックのミニワインボトル (【図8] 1-6)。プラだからとっても軽い。軽くて効き目あれば扱い易いし、割れないから便利だよ。ペラペラのプラスチックだから、程よい損失でガラスとは違ういい吸音特性になったりなんかしちゃったりして。どちらも中身は大変よろしゅうございました。

まずは、素朴な好奇心に従って、手当たり次第に色々なピンを測定してみることになりました。形状、素材によって、吸音特性には何か違いや特徴が現れるのでしょうか。ひと口に形状や素材といっても、ピンを「共鳴器」として見た場合には実に多くの要素があります。共鳴周波数にかかわる要素で言うと、首の体積、胴の体積、首の内径 (断面積)、それ以外にもピンの素材 (ガラスかプラスチックか、その厚さは?)、ボディの形状 (角か、丸か、細長いか、寸胴か) などなど。できれば、体積は一定にしておいてプロポーションだけを変えるとか、共鳴周波数は一定にしておいて首の太さだけを変化させるとかすると、ある程度“ちゃんとした”科学的な測定になるのしょうけれど、酒屋さんをいくら探してもそんなピンが揃うはずありませんし、ここは一旦その辺は横に置いておいて、隊員たちが収集してきたピンを手当たり次第に測定してみます。

さて、どのような結果になると思いますか。前号にも書きましたが、ピンのような共鳴器が吸音するということをご存知の読者も多いと思います。しかし、ピンの寸法と形状から吸音特性を推定できる方はまずいないのではないのでしょうか (古代ローマ時代からの吸音機構なのに!)。計算で推定できるのはせいぜい共鳴周波数まででしょう。【図8] には前号の (式1) を使って計算した各ピンの共鳴周波数を紹介してあります。しかし、吸音率としてどの程度なのか、どのくらいの周波数範囲を吸音するのか (吸音の鋭さ Q) までは私は計算できません。実は



前号の主演。首と胴の境目が不明確。首の内径も変化するが、上の数字を使って計算した共鳴周波数は 121 [Hz]。前号の隊長日記でチラッと登場。計算した共鳴周波数は 280[Hz]。りっこ隊員出品の四角いビン (中身どうしたの?)。首と胴の境目があいまい。計算した共鳴周波数は 204[Hz]。四角でも吸うのか。



これもりっこ隊員の四角びん。計算した共鳴周波数は 316[Hz]。かっぱ橋からやってきた小びん。小さな体に似合わず計算した共鳴周波数は 164[Hz]。プラスチック界から唯一の参加。共鳴周波数は 213[Hz]。プラでも吸えるか。

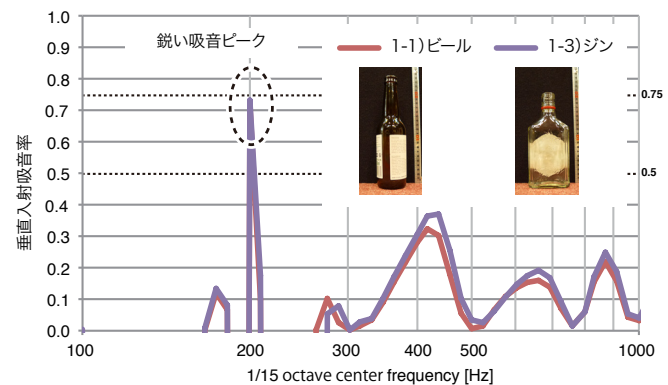
【図8] 各びん自己紹介。優勝するのは? (注: 別に勝ち負けはありません)



共鳴周波数ですらも、実際に計算しようとする結構難しいですよ。ビールやジンのピンは、どこまでが（「音響的」に）首で、どこからが胴なのでしょう。今回は測定していませんが、一升瓶なんかは境目がさっぱり分かりませんよね。そんな少し「神秘的」なところが、りつこ隊員を惹き付けているのかもしれない。さあ、結果は如何に。

ミ：さて、まずはビールとジンです（【図9】）。

え：このグラフ2本あるんですよね。ほとんど重なってる。



【図9】1-1) ビールと1-3) ジン

り：ビールピンはスピーカー再生特性の変化で観察してた前号でも、かなり鋭い性格を見せましたけど、吸音率で表しても相変わらず鋭いわね。ジンは四角いけど、ビールと同じように吸音してるみたい。四角で良ければ便利ですね。

え：でも、何で重なるのかな。計算したビールの共鳴周波数は121[Hz]でしょ。ジンは204[Hz]だから吸音のピークにピッタリだけど、ビールの方は計算と全然合わないです。

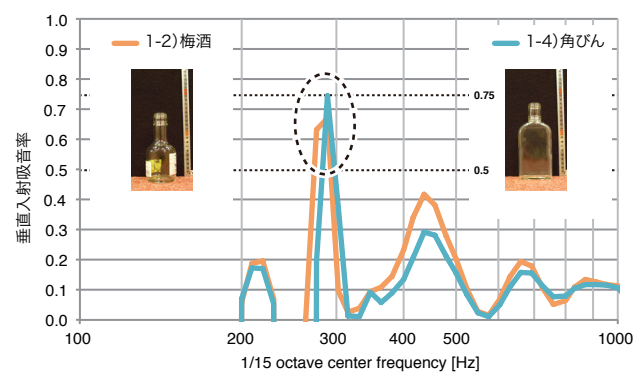
え：吹いた音も190[Hz]くらいでしたよ。計算間違ってるんじゃないですか？

ミ：確かにねー。これがピンの扱いづらいところなのかもね。ビールでよくわからないのは、首と胴の境目。それから、首の内径。境目は確かに良く分からないけど、実は境目が多少上下しても、共鳴周波数の計算値はそんなに変わらないんだ。自分で計算してみるとよくわかると思うけど。だけど、首の内径（断面積）はちょっと変わると共鳴周波数はかなり変わっちゃう。今回ピンの先っちょで測った19[mm]を首の内径として計算に使ってるんだけど、それが24[mm]だとすると、共鳴周波数は200[Hz]くらいになる。ピンの首は先っちょが一番細くて、中に入るに従ってだんだん太くなってるよね。先っちょで測った19[mm]だと合わないのは当然かもね。

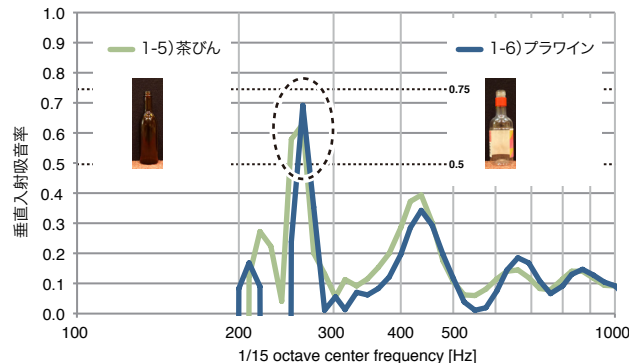
え：吸音率を測定してみないと分からないとでも・・・、隊長？

ミ：うう・・・。複雑な形だったり、首と胴の見極めが難しいピンはそう言わざるを得ません・・・。事前に計算で推定するのは難しいかもです。さ、次行こうか、次。次は、残りかな？

え：梅酒と「名もない角びん」です【図10】。これも鋭く吸ってますね。今度は共鳴周波数の計算値と吸音のピークは大体合ってるみたいですよ、隊長。ちょっとズレてはいますけどね。



【図10】1-2) 梅酒と1-4) 名もない角ビン



【図11】1-5) 名もない茶ビンと1-6) ブラウイン

り：あと、「名もない茶びん」とブラウインです（【図11】）。どちらも小さなピンですけど、別に吸音率が低くなるわけじゃないんですね。容積はほぼ同じで、“ピザにかける辛いソース”くらいのピンの大きさですけど、よく頑張ってる。特性もほかのピンと同じ様な感じで、鋭いですね。

ミ：そうだね。ブラウインの方はぺこぺこのビンだから、多少なまるかもしれないと思ったんだけど、ガラスのビンと差はないみたい。

え：ピンの寸法によって共鳴周波数は上がったり下がったり変化するみたいですよ、形状や素材によって吸音率や、鋭さが変わったりすることはなさそう。全部鋭いままですもんね。ここは、そういうまとめでいいかしら。

測定された「名もない茶ビン」の吸音ピーク周波数（260[Hz]あたり）もビールビン同様、計算による共鳴周波数（164[Hz]）と大きく異なっています。ピンの内径を12～13mm程度として計算すると測定した吸音のピークと合ってきます。ノギスを使って測定した値が10mmなのですが、2～3mm程度違うだけで共鳴周波数は大きく変化してしまいます。実に神経質なヤツですね。恐らく、ビン口径計測の精度を上げたところで、ピーク周波数計算の精度が向上する訳ではないでしょう。こういったところが、ビンのような共鳴器を室内音響調整に使うことの難しさを感じさせます。

## ■ Round2 梅酒あれこれ

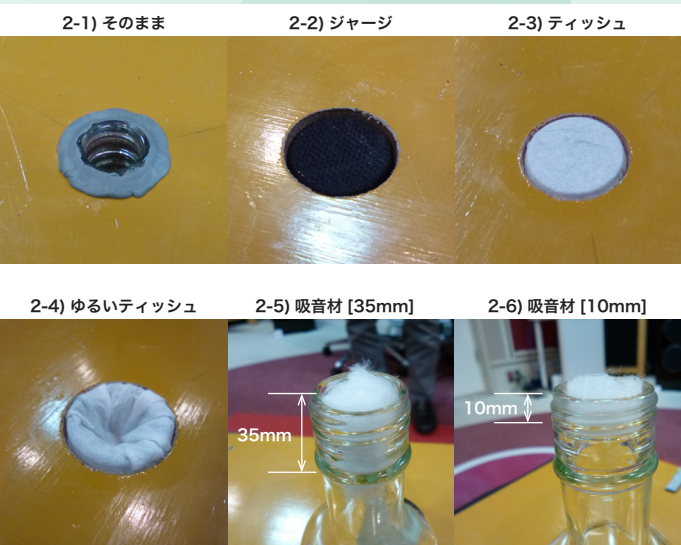
ミ：なるほど、ピンの形や素材じゃ吸音率やピークの鋭さは変わらなかったか。でも、それは理論通り（前号「事前準備の時間」参照）とも言えるからがっかりすることはないぞ、諸君。肩を落とさないで次へ進もう。

り、え：はい。

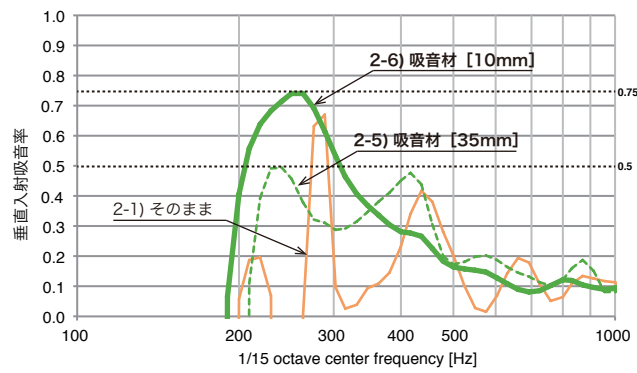
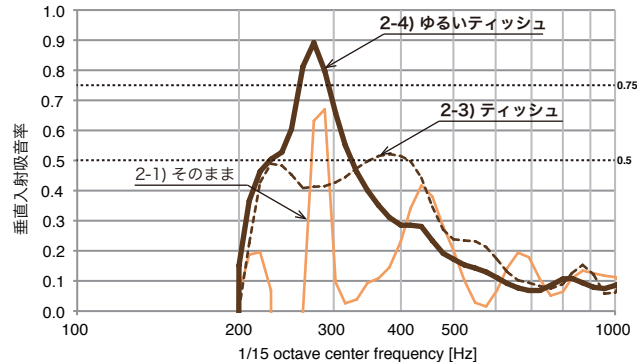
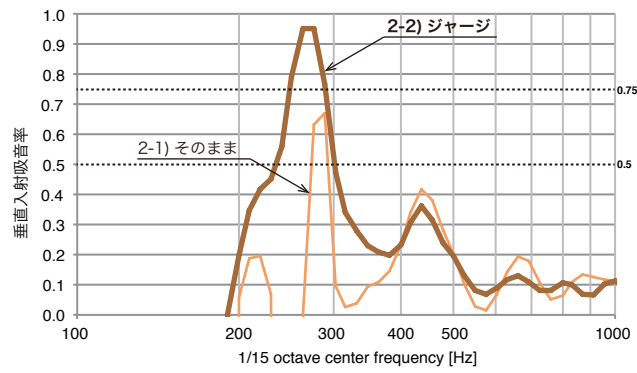
ミ：前号「～事前準備の時間～ 音圧吸収型吸音材」の解説によると、ピンの“トガった”性格を直して幅広く吸音するようにさせるには、音響イナータンスとやらであるピンの首に抵抗を与えるのが良いらしい。この梅酒をのビンでやってみよう。

り：てーこー、てーこー。何で与えたらいいだろうね。

え：とりあえず、その辺にあるもので、手当たり次第にやってみよう！



【図12】梅酒ビンの口に与えた抵抗あれこれ



【図13】梅酒ビンと抵抗

り：たまたま資材置場に落ちてたから、ジャージかぶせてみた（【図12】2-2）んだけどすごい（【図13】上段）！優勝じゃない？！吸音率は大幅向上、とても狭かった吸音周波数帯域も大幅に拡張しました！

え：私はティッシュでやってみました。こっちもすごいですよ！最初はピンと張ってかぶせたら（【図12】2-3）、周波数帯域は広がったけど吸音率が下がっちゃって今イチでした（【図13】中段点線）。ピンとしてるのが良くないのかと思って、ちょっと緩めてみたら（【図12】2-4）ホラ、ジャージ先輩と良い

勝負です（【図13】中段太実線）。

り：なるほど、「首への抵抗」でずいぶん心開いてくれましたね。これなら付き合いうすいかも。

え：ジャージとか、ティッシュみたいな薄っぺらいものでもこんなに性格変わるんだから、もっと厚みのあるものならもっと変わってくれるんじゃないかな。いつも使ってる吸音材があるから、これを口に突っ込んでみたら（【図12】2-5）？

り：ちょっとやり過ぎかもしれない・・・。張ってるティッシュみたいになっちゃった（【図13】下段点線）。半分くらいに減らしてみる（【図12】2-6）？

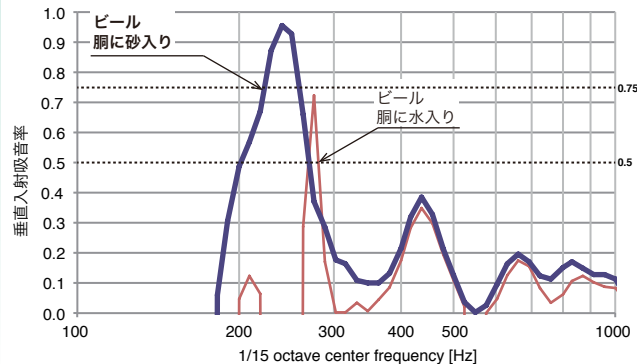
え：（ばちばち）うまくいったみたい。ジャージやティッシュよりピークは低いけど、特性はよりまるやかになったみたいですよ（【図13】下段太実線）。

## ミカミタカシの隊長日記

実物世界に一時復帰して、垂直吸音率測定という大業に挑んだ今号、如何でしたか。いやー、しつこいようですが今回は本当に難産でした。

測定結果は色々な事を教えてくれていますが、「こんなピンをこうすれば吸音特性はこうなる」と自在に設計するには、まだまだ不十分だと思います。第一には、吸音ピーク周波数の推定です。ピンを吹けばだいたい分かりますが、吹けない場合にはどうしたら良いでしょう。いちいち試作しなければならないのでしょうか。現実世界で必要とされる数十Hzというような非常に低い帯域に対応するピンは吹けるでしょうか。吸音率の向上、広帯域化に成功した首に抵抗を与えたピンは、吹いても全然鳴りません。どうしましょう。第二には適切な抵抗の与え方です。「梅酒あれこれ」で紹介した通り、ティッシュの張り具合、吸音材の入れ具合など、実に微妙な事で特性は大きく変わってしまいます。これも、いちいち測定してみなければ分からないのでしょうか。まだまだ勉強が必要です。

最後に面白い例をも一つ。これはビールのビンです。教科書は首の部分に抵抗を与えろと教えてくれますが、これは「胴」の部分に砂を入れたものです。「首」への抵抗と同様、吸音率の向上、広帯域化が来ています。何故でしょう。分かりません(笑)。難しいけれど、面白いですね。つつい深追ひしてしまいそうです。



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>

中原雅孝

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 Governor, 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

千葉県柏市出身。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。

りつこ隊員

株式会社ソナ 設計・技術グループ

長野県出身。趣味は散歩と美術館巡り。秋はおもしろい展示がいっぱいで幸せです。最近スタジオ全体のレイアウト、ゾーニングやプランニングの楽しさに目覚めつつあります。

えりつこ隊員

株式会社ソナ 設計・技術グループ

千葉県出身。趣味は音楽鑑賞とBBQ。今年はマスタリングスタジオの設計デビューをしました。分かりやすく、現場がスムーズに進行できるような設計を模索中。

御質問等は、Pro@mirc.co.jp まで！