

## パーソナル・スタジオ設計の音響学 その7

### 第二幕「音響実験劇場」

#### ～第三回 モード山脈を探検（低域の世界をのぞく2）～

SONA

PERSONAL Studio Design

### 今回のお題

（中原雅考）

音響実験の第三回目。今回は、アクリルの箱から周波数特性の秘密を探り出します。

前回は、箱の中では、いくつものモードが重なり合っているという事実を測定により確認しました。

部屋でスピーカーを再生すると、それらのモードの重なり合いがスピーカーの低域特性に変身します。

現在では、そのような低域特性に関しては、波動音響シミュレーションなどの高度な計算手法を用いて予測することができます。

しかし、ここでは電卓と紙と鉛筆で、それらの低域特性を予測することを目指します。

そのためには、「何故そのような特性になるのか」といったモードの合成に関する理解を深める必要があります。

そのような「理解」は、音響シミュレーションの結果を眺めるだけでは得ることが出来ません。

頭をつかって<sup>ものごとわり</sup>物理を洞察し、体をつかって現実の世界を測定することで、真理を自分の理解として体得しましょう。

尚、今回も難しい数式は使用しませんが、理論は少々高度ですのでじっくりと考えながらお付き合い下さい。

### モードの山脈を縦走。脱落者は誰だ！

（ミカミ隊長とりっこ隊員、えりっこ隊員）

#### ■ まずは復習クイズでウォーミングアップ

えりっこ隊員（以下「え」）、りっこ隊員（以下「り」）：じゃま、じゃま、じゃまだよ〜♪ この箱じゃまだよ〜♪ どけちゃってDVDでも見ようよ。

ミカミ隊長（以下「ミ」）：くるあ〜（こら）。ぼくらの大事な実験室に向かってなんて事を。べ切迫ってる（正確には過ぎてる）んだから、君たちも手伝いなさい。さ、やるよ、やるよ。

え、り：ええ〜・・・。

ミ：今回は、いきなり復習クイズでスタート。定在波（モード）のことは、前回までにさんざんやったから、よく分かってるよね。

え：えー、また低域ですかあ？私、低域とかモードとか好きじゃない。

ミ：け、結構正直な性格だね・・・。そう思ってる読者の皆さんも多いかもしれないけど、せめて僕たちは何とか踏ん張って頑張っていこうよ。

Q1:室内で奇数次の軸モードが生じているとき、壁際はモードの「腹」になるでしょうか、それとも「節」になるでしょうか。

ミ：復習だけど、「腹」というのは音圧が大きくなっている場所の事。「節」は音圧が小さい場所の事です。僕が勝手につけたあだ名じゃなくて、立派な学術用語だから覚えておいてね。

り：は〜い。壁際は「腹」でーす。

ミ：正解。前回青いライトで長手方向第1次（奇数です）軸モードの様子を観察したよね。よくできました。

え：忘れちゃった読者の方は前号【No.7 2012-2013号】P10の【図3〜5】を参照ね。

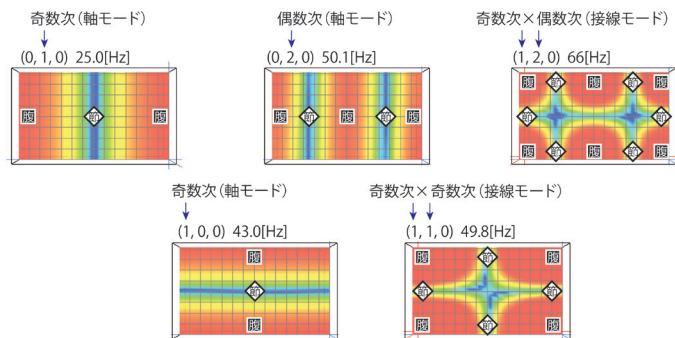
Q2:それじゃあ、偶数次の軸モードが生じているとき、壁際はモードの「腹」になるでしょうか、それとも「節」になるでしょうか。

り：さっき「腹」だったから、今度は「節」じゃない？

え：そうかなー？偶数次ではライトの実験はしなかったけど、壁際っていつも赤ぽかった（音圧が高かった）ような気がするよ。

ミ：がーさす（注：さすがの意）。相変わらずいい記憶力してるね。正解。偶数次であっても、壁際は「腹」です。

皆様も復習のつもりで【図1】をご覧ください。前回紹介した音圧分布の例です。モードが生じている状態では、それが偶数次であっても奇数次であっても、（生じている方向の）壁際では必ず「腹」に（音圧が高く）なります。これは軸モードに限りません。図中の（1, 0, 0）や、（1, 2, 0）などの接線モード（十字模様のモード）でも壁際は必ず音圧が大きくなっていることがお分かり頂けると思います。



【図1】どんなパターンでも壁際はいつも「腹」

ミ：ところで、僕が室内音響の事を考える時に、心がけていることがあるんだ。それは、いつも3つの特性が表裏一体で存在しているのを忘れないようにすること。

1. 空間特性	(前回見たような室内の音圧分布、反射音の到来方向など)
2. 周波数特性	(室内のある点でのf特、吸音や遮音の周波数依存性など)
3. 時間特性	(残響時間や、反射音の到来時間特性など)

ミ：前は模型室の何カ所かにスピーカーを置いて、部屋全体の音圧分布を測定して、モードの形の特徴を観察したよね。言ってみれば「空間特性」の視点を中心にモードの勉強をしたわけです。今回は低域やモードのことを見ていく訳だけど、今度は「周波数特性」をメインの切り口として見ていくことにしよう。

## ■ 全ての固有周波数を目覚めさせるには・・・

リ：先輩、マイクとスピーカーを用意しました。どこに置きましょうか。

ミ：おっと。そこでさっきのクイズが生きているよ。実践的にスタジオっぽい配置で測定する前に、まずは部屋の鳴りそのもの（全部の固有周波数）を観察できるように実験をしてみたいんだけど、どうすればいいと思う？長手方向だろうが短手方向だろうが、偶数次だろうが奇数次だろうが、軸モードだろうが接線モードだろうが、とにかく周波数軸上で全てのモードが見えるような測定をしてみたい。さっきのクイズと、前回やった音源の設置位置による音圧分布の観察がヒントだよ。

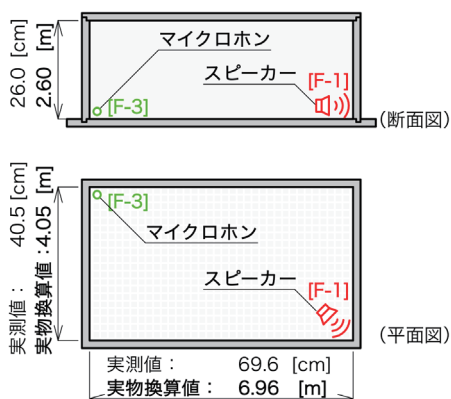
え：そういえば“節点駆動”ってやつがあったよね。モードの節にスピーカーを置いてやると、そのモードに対しては空振りになっちゃって、モードが立ち上がりづらくなっちゃってやつ。全部のモードを見たいんだったら、節点駆動にならないような場所にスピーカーを置いたらいいんじゃない？

リ：スピーカーが節点駆動にならないように気をつけたって、マイクを置いたところに「節」が来ちゃったらどうにもならない。そのモードは見えないよ。全部のモードを見たいって言ったって、絶対「節」にならない場所なんてあるのかな。

ミ：ほら、だからさっきのクイズだってば。

リ：あ、そっか。壁際だと必ず全てのモードが「腹」か。スピーカーもマイクも壁際に置けばいいんじゃない？

ミ：もうひと声。壁際ってただけだと、モードの形状によって「節」に来ちゃう場合もあるよ。1次の軸モードだと、壁際でも真ん中に来ちゃうと「節」だよな。



【図2】まずは床面对角のコーナー同士で測定

え：は～い！壁際と壁際の交点、部屋の隅ならいいんじゃない？部屋の隅が「節」になるってことは、絶対なさそう。

ミ：お、さすが工学系出身。やるね。僕もそれに賛成。部屋のコーナーならあらゆるモードに対して「腹」だから、スピーカーを置けば必ずモードが励起されやすい“腹点駆動（という用語はありませんが）”になるし、マイクを置けば全部のモードがくっきり見えるはず。室内音響の本に良く出てる方法だよ。

リ：コーナーって言っても、8カ所もありますよ。模型だから天井のコーナーでも簡単にマイク置けますし。どれにします？

ミ：そうさう。どのコーナーも「腹」だから、とりあえずどのコーナーでもいいと思うんだけど、まずは床コーナーの対角でやってみるか【図2】。

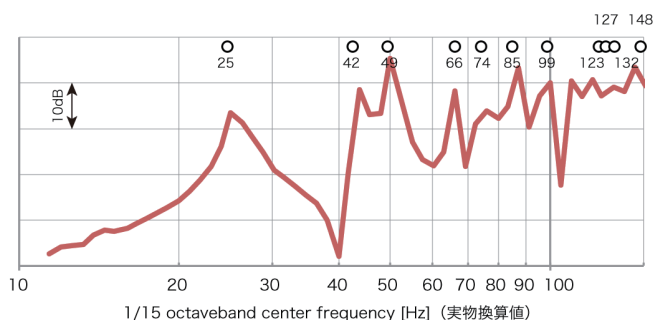
え、リ：らじゃらじゃ。やってみよう！

## ■ 部屋のコーナーで観察される周波数特性は・・・

リ：今回は測定点が少ないから楽だね。（前は231点もやらされたから・・・）

え：そうだね。すぐできたね。隊長、できました！

ミ：どれどれ、どんな風になったかな・・・？



【図3】対角同士の測定結果（音源：[F-1]、測定点：[F-3]）

ミ：お、いい感じじゃん？100[Hz]以上はちょっと複雑でみえづらいけど、それ以下はかなりくっきりとモードの影響が見えるね。

グラフ中には、模型室の固有周波数（軸モードのみ）分布の計算結果（○印）を併せて表示してあります（計算方法は[2010 Summer号] P42の【式1】参照）。測定された周波数特性のピークの位置が、軸モードの周波数分布とよく一致している様子がお分かりいただけると思います。

え、リ：（パチパチパチ）。そうですね。じゃ、今回はここまでということで。

ミ：くるあ～、まだまだ、これからよ！

え、リ：ひゃつ。

ミ：あのさ、これって予想どおり？確かに測定結果のピークの位置と、計算で出した軸モードの位置がピッタリと合ってるのは期待どおりだけど、山の高さってこんな風になると思った？

え：そうですねえ、なんかバラバラ。ガタガタ。谷の方のもっとバラバラですね

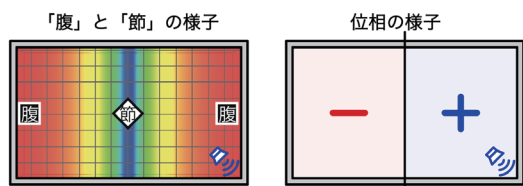
リ：なんでだろ。測定精度の問題かな。あ、スピーカーやマイクの特性のせいかも？

ミ：うーん、いい指摘だけど、この測定結果には[No.6 2012 Summer号]で作った“逆フィルタ（同号 P65【図1.2】）”をかけてあるんだ。指摘のとおりスピーカーとマイクには確かに周波数特性があるんだけど、フィルタのおかげでそれは取り除かれてるはず。

え：そうだ、思い出した。前号の「ちょっと考えよう」のコーナーで“モードのクロストーク”の話が出てましたよね（前号 P108）。吸音があると、隣のモードが重なってきちゃってやつ。アクリルのツルツルな箱ではあるけど、吸音はゼロじゃないだろうから、そういう影響もあるんじゃない？

ミ：うん、それもあるかもしれないね。それに加えて、僕はモードの“位相”が関係してるような気がする。もうひとつ前回の実験から思い出してみて。音は波動だから、同じ「腹」でも位相ってものがあるよね。例えば1次の軸モードだと、部屋の両端が音圧の高い「腹」で、部屋の中心に対して対称に見えるけど、実は両側では位相は反転してる【図4】。



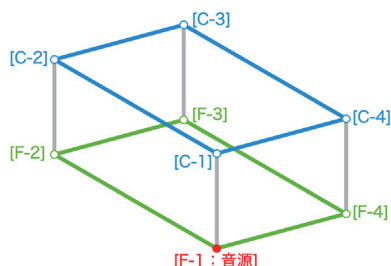


【図4】「腹」は「腹」でも位相は異なる

え：ほー。どのコーナーもモードの「腹」ではあるけど、位相の違いのせいで、特性が違ってることですか？

ミ：うん、そんな気がしない？というわけでどうだろう。解決の手がかりになるかもしれないし、とりあえず残り7つのコーナーでも測定してみない【図5】？全部測定しても、前回の231点測定よりは全然楽でしょ。

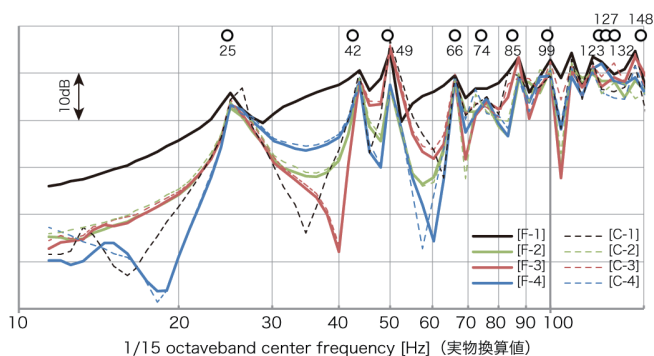
り：らじゃ。やってみましょう！



【図5】音源位置と全測定点。さきほど測定したのは[F-3]です。

## ■ どうした隊長？深く険しいディップの谷底に沈むか？！

ミ：さてお楽しみ。結果はどうなったかな【図6】。



【図6】8カ所のコーナーでの周波数特性。谷の深さは実に様々！

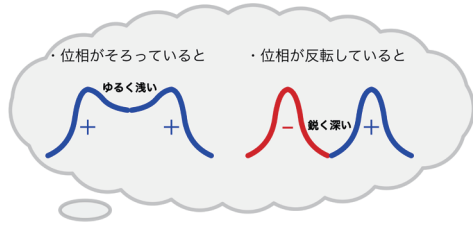
り：固有周波数に一致して生じてるピークはどれも似たような感じだけど、ピークとピークの間の特性は場所によってかなり違うわ。谷の深さが全然違う！

ミ：ふむ、やっぱりこうなったか（でも思った以上だな・・・）。では、何故そうなるのか、隊長がナゾ説きして信ぜよう。おぬしら、聞きたいかな？

え、り：聞かせてくださいませ～、お代官様。

ミ：よろしい。では言って聞かせようかの。先ほども言った通り、同じモードの腹でも、位相というものがあるのじゃ。山（ピーク）と山の間の谷の特性は、谷の両側の山の位相により決まる【図7】。

り：なんとなく分かった気がする。谷の両側の山の位相がそろってると谷は浅くなだらかで、2つの山の位相が逆転してると谷は深く鋭くなるんじゃないかな。

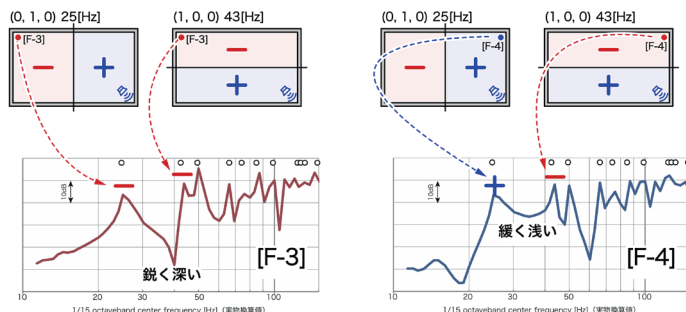


【図7】隊長の位相妄想。本当にこれで大丈夫なのか？！

ミ：お！おぬし飲み込みが早いの～。見込みがあるぞ。それが今回の実験のポイントじゃ。分かればよろしい。

え：ん～・・・？でも、お代官様、じゃないや隊長。なんかおかしくくないですか？さっき見た[F-3]の特性ですけど、40[Hz]あたりにすごく鋭く深いディップがありますよね。この両側のモードって、-（マイナス）同士で、位相はそろってますよ【図8】。

ミ：（ん・・・？おかしいな。）



【図8】ん・・・？ [F-3] と [F-4] は隊長の位相妄想と合わない！

り：ん～・・・？言われてみると他も変っ！[F-4]だと谷の両側のモードは逆相の関係にあるはずだけど、谷は全然深くないですよ。というか、逆に浅い！なんかだまされてる気がする。

ミ：し、しまった。予習が不十分じゃった。え～い、ここは退却。退却じゃ～（谷底へ・・・）！

え、り：あらやだ、お代官様（元隊長）行っちゃった・・・。

## ちょっと考えよう

（中原雅考）

ミカミ隊長が退却するのも無理はありません。僕がモード合成に関する講義を行う際も、通常はこの程度の深さまでしか解説しません。それ以上踏み込みたい人は、P. M. Morseの「Vibration and Sound」や P. A. Nelson & S. J. Elliotの「Active Control of Sound」などといった専門書を参照して頂くことになります（そうすると急に敷居が高くなりますが、それが専門教育）。

とはいえ、隊長が退却したままではソナの業務に支障をきたします。

ということで、短時間で隊長が復活できるように、ここでは専門書の内容をできるかぎり易しく解説し、モード合成の一步踏み込んだ内容を隊長と読者のみなさんに習得して頂きたいと思います。

まず最初に…

ミカミ隊長の考え方は、間違ってます。ただ、ちょっと足りないだけです。その足りないモノをこのコーナーで補充して頂きます。



## モードはツートンカラー

【図9】が、モード合成の式を簡単に表記したものです。ここでは、部屋のある場所  $(x_0, y_0, z_0)$  で再生した音が、ある場所  $(x, y, z)$  で  $p$  という特性となっている様子を图示しています。この最終特性  $p$  は、これまでに学んだように、いくつものモードの重なり合いからできています。ここで述べている「モード」とは、高さが  $A$  で幅が  $B$ 、中心位置が固有周波数  $f_n$  で表されている「とんがり山」のことです（【図9】）。このモードを低い固有周波数から足し込んでゆくと、最終特性  $p$  が得られるということになります。

そこで、最終特性の素となっているこのモード（とんがり山）に関して少し詳しく眺めてみましょう。

【図9】ですが、各モード（とんがり山）は、分子が音源位置と受信位置の定在波の掛け算となっており（**A**）、分母がとんがり山の裾の広がり（**B**）を表していることが分かります。  
尚、分母には、吸音の効果（ $\alpha$ ）も含まれていますが、ここでは無視させて頂きます。

分子（**A**）は、各モードの山の高さ（大きさ）だけでなく、+ or - の位相も与えることになります。  
これが、ミカミ隊長が力説していたモードの位相です。  
従って、ある固有周波数  $f_n$  において発生している定在波に対して、受信位置  $(x, y, z)$  と音源位置  $(x_0, y_0, z_0)$  が、互いに逆相の関係にある場合は、そのモード（とんがり山）の位相は「-（逆相）」、同相の関係にある場合は、そのモード（とんがり山）の位相は「+（同相）」となるわけです。

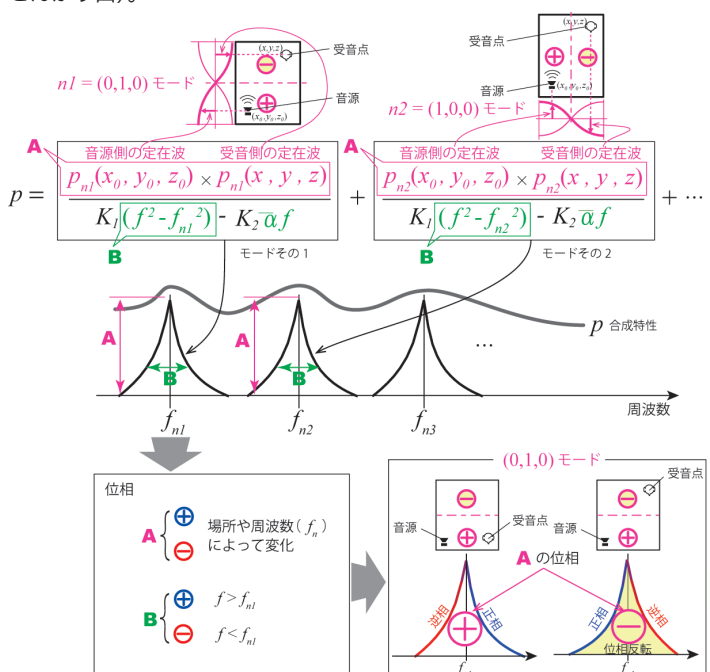
音源位置と受信位置の位相関係は、それぞれの位置だけでなく固有周波数  $f_n$  によって変わるため、ある周波数のモード（とんがり山）は「+」、ある周波数のモード（とんがり山）は「-」といったように、周波数によっても色々変化します。  
これらの位相変化が、各モード（とんがり山）が合成される際の合成特性の違いとなって表れるのです。

以上が、音源位置と受信位置、すなわち部屋のどこにスピーカーを設置してどこで聞かということによって、なぜ再生特性（低域特性）が変わってくるのかということに対する音響的な原理となります。

…と、通常はここまででモードと低域特性の関係を説明したことになるのですが、特性まで正確に予測しようとする、もう一方踏み込む必要があります。

それが、各モード（とんがり山）の裾野を形成している **B** の影響です。  
この **B**、すなわち  $(f^2 - f_n^2)$  は、固有周波数からの距離を表していますが、同時に位相情報も持っています。  
すなわち、固有周波数より高い周波数 ( $f > f_n$ ) では「正 (+)」となりますが、低い周波数 ( $f < f_n$ ) では「負 (-)」となります。すなわち、各モードは、もともと左半身が「-」で右半身が「+」といったキカイダーのような（古??）ツートンカラーの位相をもったとんがり山なのです。  
このツートンの位相特性が、上記で述べた音源位置と受信位置の位相関係（**A**）によって左右入れ替わったりすることになります。

つまり、音源位置と受信位置の位相関係（**A**）が同相だと、左が「-」で右が「+」のモードとなり（【図9】左赤 / 右青（キカイダー 01）のとんがり山）、音源位置と受信位置の位相関係（**A**）が逆相だと、左が「+」で右が「-」のモードとなります（【図9】左青 / 右赤（キカイダー）のとんがり山）。

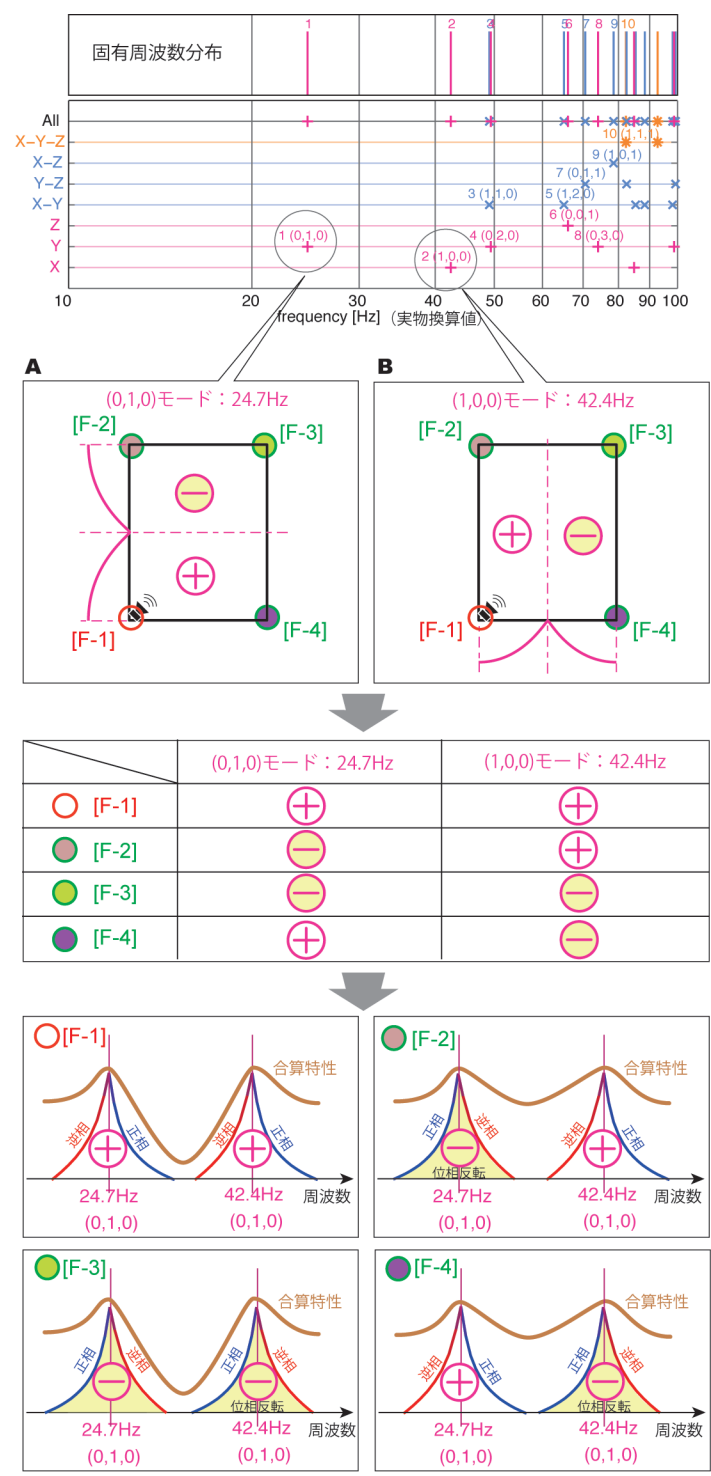


【図9】モードの合成：各モードの位相

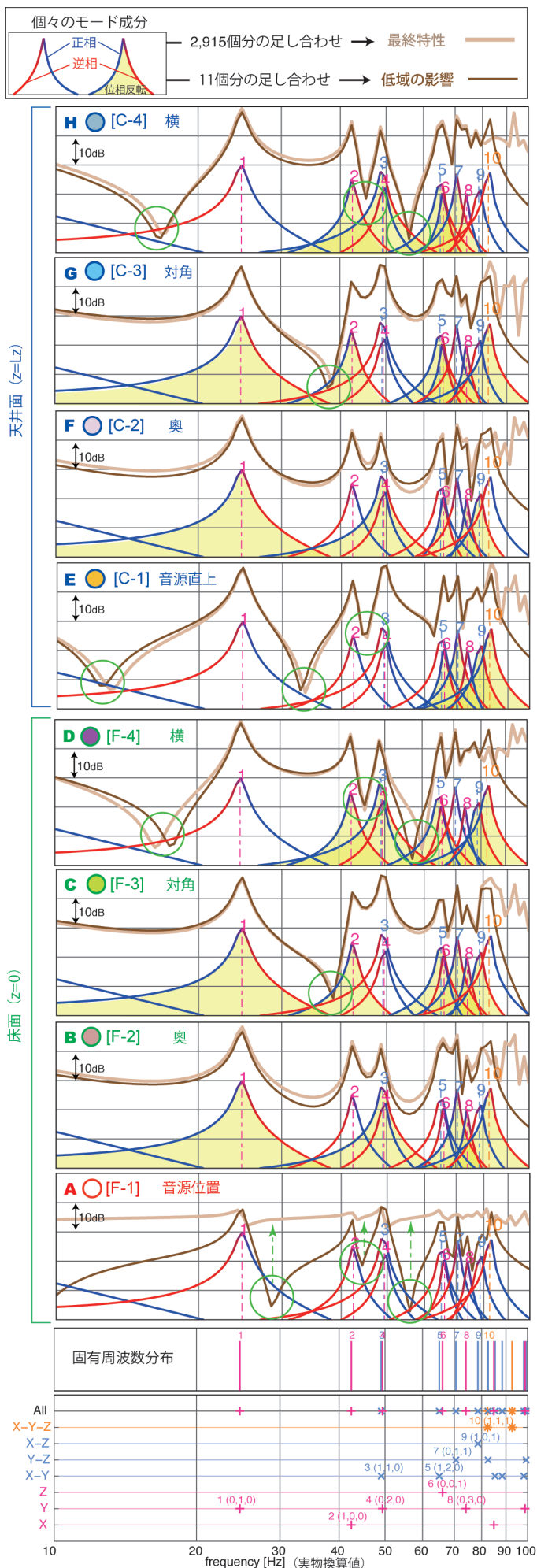
従って、 $f_{n1}$  と  $f_{n2}$ （【図9】のモード（とんがり山）が同相関係にある場合は、ミカミ隊長の予想に反してその間は逆相で打ち消し合うため大きなディップが生じ、逆相関係にあるとスムーズに繋がるということになります。

ミカミ隊長は、各モードがツートン位相特性であるという点を見逃していたということになりますね。

それでは、以上の理論を使って、アクリル箱の低域特性の予測練習を行ってみましょう。



【図10】モードの合成：隣り合うモードの位相関係とディップの発生



【図 11】 モードの合成：モード合成法による予測計算結果

【図 10】をご覧ください。アクリル箱の一番低い固有周波数は(0,1,0)モードの 24.7Hz、2 番目に低い周波数は(1,0,0)モードの 42.7Hz です(実物換算値)。

そして、それらのモード(とんがり山)の位相関係(左右の+/-の関係)が、受信位置の位相によって入れ替わることになります。

受信位置が定在波の+位相の場所にある場合は「左-/右+」

受信位置が定在波の-位相の場所にある場合は「左+/右-」

ということです。

このように考えると、【図 5】の[F-1]～[F-4]の受信位置の合成特性は【図 10】のように予測されます。

この結果から、[F-1](音源位置)と[F-3](音源と対角の位置)では 25Hz～43Hz、すなわち 30 数 Hz にディップが発生することが予測できるといことになります。

それでは、ちゃんとした計算結果を【図 11】に示しましょう。黄色い山が、位相が反転したモードです。左が+(青)、右が-(赤)になっていることが分かります(無色の山がキカイダー、黄色の山がキカイダー 01)。

先ほどは隣り合う 2 個のモードだけで合成特性を考えてみましたが、実際には、その隣、またその隣…と、ある周波数の特性には、数多くモードの裾野が影していることになります。

【図 11】の**最終特性**が、低い方から 2,915 個分のモードの影響まで計算した結果、**低域の影響**が低い方から 11 個分のモードの影響しか加味していない計算結果です。

計算結果からは、[F-1]を除いては**最終特性**と**低域の影響**の差は見られません。

この結果は「ある周波数での特性は、その近傍のモードの影響がほとんどである」ということを表しています。

すなわち、膨大な計算をしなくても【図 10】のような図でだいたいの特性が予測できるのでは?という希望が湧きます。

一方、[F-1](受信位置=音源位置)に関しては、**最終特性**と**低域の影響**の差が大きくなっています。

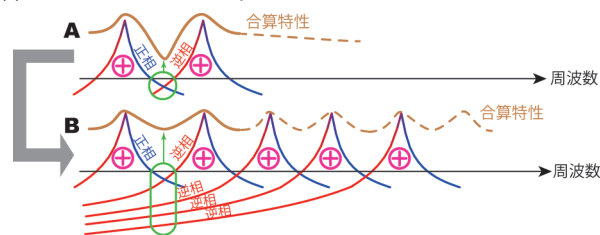
低域のモードだけを使用した計算結果ではピーク・ディップの激しい特性となっていますが(低域の影響)、高次のモードの影響まで加味するとフラットに近い特性(**最終特性**)となっています。

これは、[F-1](受信位置=音源位置)に関しては、低域から高域まで全てのモードの位相が同じになるので、**高次のモードの裾**がお互いに打ち消し合うこと無く、多くのモードが少しずつディップを埋めているからです。すなわち、「**チリもつればヤマとなっている**」効果です(【図 12】)。

では、現実空間では、**最終特性**に近い値となるのか、**低域の影響**の特性に近くなるのか?

これは、部屋がどこまで高次のモードを綺麗に発生させているかによります。

例えば、高い音まですごく響いており高次のモードまで綺麗に生じている部屋では、スピーカー近くであれば、フラットな周波数特性が得られるということになるでしょう。



【図 12】 モードの合成：高次のモード影響

それでは、理論の話はこのくらいにして、現実世界がどうなっているか、測定結果の解説を改めてミカミ隊長にお願いすることにしましょう。



## 隊長復活

(ミカミ隊長とりつこ隊員、えりっこ隊員)

ミ：はいっ、ちょっと足りない隊長で一す。ふっか一つっ！谷底で勉強してきました。

え、り：(結構根に持ってる・・・)

ミ：しかし、まず思うのは計算結果と模型実験測定結果の“合い具合”だよな。ここまで合うとは！

り：確かに。特に 25 ～ 43[Hz] の間は、周波数特性がなぜこうなのか、とても良くわかります。スッキリしますね。

え：そうですね。【F-3】で鋭い谷ができてるのは、青と赤が交差しているからなんだ。【F-2】とか【F-4】の谷が浅いのは、赤同士、青同士が重なりあっているからなんですね。なるほど。

り：みんな谷ばかり見てるけど、山も面白いですよ。前回の実験で注目した 50[Hz] 付近のモードの重なり(【図11】の青数字3番(1, 1, 0)とピンクの4番(0, 2, 0))の特性もこれだとよくわかりますね。【F-1】と【F-3】は同じ向きで重なっているから合成された結果として大きなピークを形成しているけど、【F-2】と【F-4】だと2つの山の【赤/青】が反転しているから、ピークが重なっていても、それほど大きなピークにはならないんですね。ピークとピークが重なっているからといって、必ずしも大きな山になるとは限らないんだ。これは固有周波数分布のプロットだけを眺めていても分からない事ですね。ちょっと感動・・・。

ミ：そうだね・・・(ちょっと泣)。そして特徴的なのが【F-1】の特性。なるほど、他のポイントとはちょっと違ったノコギリ状の特性を示していたけど、これが“チリもつもればヤマとなる”効果だったとは。【図11】を見ればガッテンだけど、このポイントだけは全ての山の方向が、左【赤】、右【青】でそろってるから、積み重なりでどんどん谷底が底上げされていってるんですね。計算値ほどではないにしろ、測定値(【図6】参照)も山と山の間はかなり埋まっています。山の裾野が広がっている、すなわち部屋がかなり高い音まで(高次のモードまで)響いている状態だということが感じられるね。

え、り：お帰りがなさい、隊長。落ちたのが浅い谷でよかったですね。

## ミカミタカシの隊長日記

ミカミです。今回は“名誉の撤退(谷底転落?)”の見苦しい姿をお見せしてしまっていて、お恥ずかしい限りです。ただ、今回の測定結果とその解説は、私にとっても予め分かっていたことばかりではなかったというのが正直なところでした。まさに今回の展開をなぞるかのごとく、実験をして、結果を見ながら徐々に仕組みを理解していきました。これこそが、実験の楽しみです。記事を書きながら、私自身が大いに楽しませてもらいました。

しかし、本文にも書きましたが今回の周波数特性の測定結果と計算結果との合い具合はすごくありませんか？未だコンピュータも、良いマイクロホンもなく、このような実験をすることもままならなかったような時代を生きた先人たちが残したシンプルな式が、定在波(モード)という現象をこのように正確にとらえ、表現していたとは。昔の人は本当にすごかったんですね。

さて、日記のコーナーを借りてもう少しだけ測定結果、計算結果を観察してみましょう。【図11】の【C-4】【C-1】【F-4】の20[Hz]以下に注目して下さい。大きなディップが見られます。“え、り：人間の可聴帯域は20～20k[Hz]あたりなので、その辺は聴こえないから関係ないで一す！”と返されてしまいそうですが、ここは現象の面白さに注目してみましょう(実際、20[Hz]以上の帯域にも影響を与えていますし、これより小さい部屋であれば、十分可聴帯域内で生じる現象です)。繰り返して恐縮ですが、この模型室の最低固有周波数は、(0, 1, 0)の24.7[Hz]です。それ以下には、固有周波数は存在しませんので、低域側で他のモードとの干渉は発生しようがなく、左肩はなだらかに下がっていきそうに思いますよね。しかし、実際に合成特性を予測すると、24.7[Hz]以下にもはっきりとしたディップ(谷)が現れます。これ、なぜだと思いませんか？

ヒントは、グラフの左端から現れている、右下がりのなだらかな青線です。これは“0[Hz]”(直流！)から伸びてきている“モード”の右側(正相側)斜面です。【C-4】【C-1】【F-4】の各点は、(0, 1, 0)のモードに対して正相側にありますので、その左側の赤い肩(逆相)が、0[Hz]の右の青い肩(正相)と交差してディップを形成しています(【F-1】もですが、“チリもつもればヤマとなる効果”ではっきりとしたディップは見られません)。ということなのですが、みなさんピンと来ますか？私は来ません(笑)。普段音の事を考えていて、20Hz以下の事や、ましてや直流(0[Hz])の事なんて考えないですもんね。でももう一度【図6】を見て下さい。この実験結果にもそのディップはきちんと捉えられています。これは事実です！逆に【F-3】などをみると、0[Hz]との足し合わせのおかげで、最低固有周波数以下にも低域の特性が伸びていることがわかります。うーん実に深い・・・。次回もお楽しみに。

### 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感じ、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、同年4月ソナに入社した期待の元びかびか新人も社会人生活2年目に突入。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。音にとどま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)。

### えりっこ隊員

株式会社ソナ 設計・技術グループ

千葉県出身。2009年4月に日本大学を卒業後ソナに入社。在学中室内音響の分野では名門の研究室に所属し、室の寸法比と音響特性との関係をテーマとした卒業研究をまとめ、その成果を2009AES東京コンベンションで堂々の発表をした。りつこ隊員とは同じ年だが、社会人生活では先輩。火花散るライバル関係にある。現在は建築設計を主に担当しており、5年目にして押しも押されぬ存在感。趣味はライブ鑑賞。仕事のあとにひとりで立ち寄る居酒屋もひそかな楽しみ(そっとしといてね)。

御質問等は、Pro@miroc.co.jp まで！