



パーソナル・スタジオ設計の音響学 その6 第二幕「音響実験劇場」 ～第二回 模型の部屋登場（低域の世界をのぞく）～

SONA
PERSONAL Studio Design

今回のお題

（中原雅考）

音響実験の第二回目。今回からは、いよいよ模型をつかって測定を始めます。

最近の研究や開発では、実際の実験が少なくなりコンピュータ上でのシミュレーションが多くなる傾向にあります。

コンピュータ・シミュレーションは、何度も繰り返して実験を行うよりも経済的ですが、独りでできてしまうというデメリットがあります。

実験は、たとえ独りでできる内容であっても、仲間の協力があると効率的に進めることができます。

実験とシミュレーション、結果的には同じ解を得るとしても、そのためのプロセスが大きく違います。

今回からは新たな隊員も加わり、三名の部隊で良いプロセスを経験して欲しいと思います。

測定を開始するにあたり、シンプルな四角い透明のアクリルの箱を用意しました。

この箱が教えてくれることは無限にあります。みんなが箱から何を引き出してくれるか、期待しましょう。

さあ、模型室で実験！

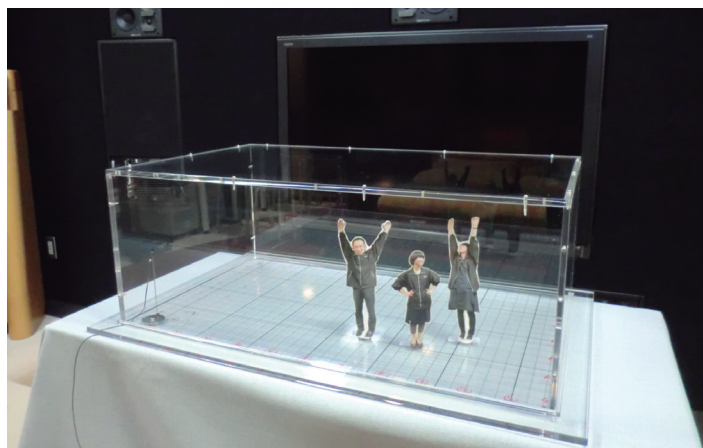
（ミカミ隊長とりっこ隊員、初登場えりっこ隊員）

■ 模型の部屋登場

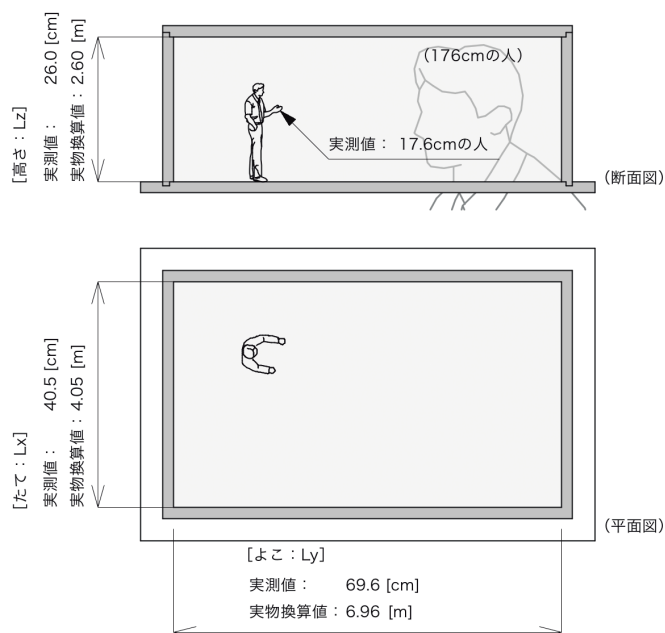
ミカミ隊長（以下「ミ」）：じゃーん。どう？ピカピカのアクリル製だよーん。

りっこ隊員（以下「り」）：・・・。

ミ：これが今から「スタジオ設計の音響学」を1/10の世界で学ぶ、模型のお部屋です！



【図1】 ついに登場



【図2】 模型室略図

		実測値		実物換算値	
たて	Lx	40.5	[cm]	4.05	[m]
よこ	Ly	69.6	[cm]	6.96	[m]
高さ	Lz	26.0	[cm]	2.60	[m]
体積	V	73.289	[cm ³]	73.3	[m ³]
室表面積	S	11,363	[cm ²]	113.6	[m ²]
平均自由行程	Lm	25.8	[cm]	2.6	[m]

【表1】 模型室の諸元

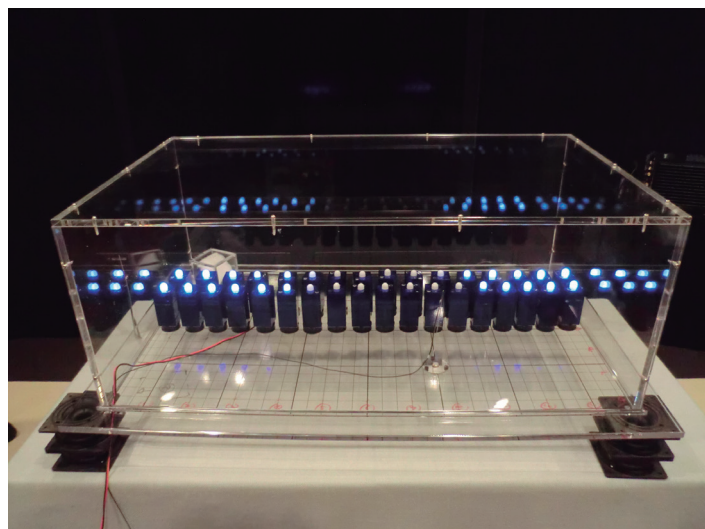
えりっこ隊員（※今回初登場。以下「え」）：ほー。部屋のサイズには何か意味があるんですか？

ミ：とある実在の部屋を、そのまま 1/10 にしたんだ。あとで模型と実物との比較みたいなことがしたくなるかもしれないからね。

り：で、隊長。今回は何するんですか。

ミ：そうねー、今までの連載の内容を模型実験でなぞっていこうと思ってるので、**まず低域の様子を見ていこうかな**。今回は、大まかに眺められればいいと思ってる。

ミ：詳しい話に入る前に、まずは見た目に分かりやすい実験から始めようか。



【図3】 目で見える定在波（Ly 方向の第1次軸モード）

え：うわあ、きれい。夜の空港みたい。

ミ：誰と行ったのかな？

え、り：・・・。

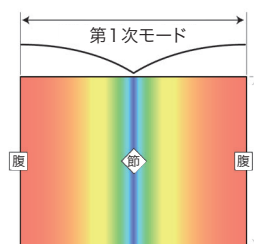
ミ：この青いライトは、音圧が高いところでは明るく光り、音圧が小さいところでは暗くなる、あまり光らないというスグレモノなんだ。

り：マニアックな商品ですね。珍品。

え：誰が買うんでしょうね。

ミ：でも、結構面白いでしょ。壁際では明るく、部屋の真ん中では暗くなるのが分かるよね。これはすなわち、壁際は音圧レベルが高くて、真ん中では音圧レベルが小さいという、室内での音圧ムラを目で見えるようにしてくれてることになる。

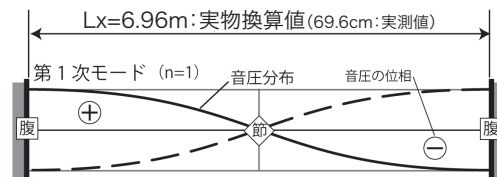
ミ：こんな絵を覚えてないかな。



【図4】 軸モード（第1次）

え：覚えてまーす。[2010 Summer 号] の P45 左上方に出ていた、モード発生の様子のまんがです。

ミ：うん、合ってる。合ってるけど、記憶が正確すぎてちょっと怖いね。写真は、まさに **Ly 方向（長手方向）に第1次の軸モードが発生している状況**をとらえています。



【図5】 長手方向（Ly）、第1次の軸モード

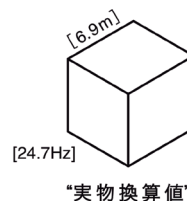
【表1】をご覧ください。模型室の長手方向の長さ [Ly] は実測値で 69.6[cm]、実物換算値で 6.96[m] です。その方向の**第1次の軸モード**は、壁間の寸法が**1波長の長さの半分（1/2 波長）に一致する周波数で生じる現象**です。実測値で表現しますと、69.6[cm] が 1/2 波長に相当する、すなわち 1 波長が 69.6[cm] × 2 = 1.39[m] となる周波数で第1次のモードが発生します（【図5】）。波長が 1.39[m] となる音波の周波数は 247[Hz] です（音速 c=344[m/s] の場合。音速 (344[m/s]) を波長 (1.39[m]) で割ると、その周波数が得られます）。【図3】の写真は**模型室の中で、247[Hz] の純音が再生されているときの写真**というわけです。今行っている実験は“1/10 模型実験”ですので、**実物換算値の世界でも表現**してみましょう。1/10 模型ですから、実物換算の壁間寸法は 6.96[m]、第1次のモードを生じるのは波長が 13.9m になったとき、24.7[Hz] の時に第1次のモードが発生していると表現できます。

前回に続いて“実測値”と“実物換算値”を行ったり来たりしながらお話していますが、せっかくの模型実験です。**ここからは“実物換算値”を中心に説明していきます**（特に断りのない場合は実物換算値とお考え下さい）。みなさんも 1/10 のこびとになったつもりで読み進めて下さい。

1/10模型の世界



実物換算の世界



【図6】 ここからは主に“実物換算値”を使った説明をします

■ この模型室にとっての“低域”とは

え：ライトはきれいだったけど、それだけじゃ物足りないですね。

り：[2010 summer 号] の「低域の世界」にはもっと色んなモードの形が出てましたよね。もっと細かくしましが入ってるやつとか、十字の模様になったやつとか。

ミ：そうだね。でも、このライトの精度だと残念ながらそこまでは表現できないな。じゃあ、ちゃんとマイクロホンを使って音圧分布を測定するとか。ところで、今回は低域の様子を見ていこうってことにしてるけど、ある室内での「低域」というのはどの辺のことを言うんだっけ？

え：[2009 winter 号] の P8 に出てました。**シュレーダー周波数**っていうのを考えればいいんじゃないかなってでしたっけ。

ミ：そうだね（この記憶力、やっぱりちょっと怖いな）。

$$\text{シュレーダー周波数 } f_{sch} = 2000 \sqrt{\frac{RT}{V}} \text{ [Hz]}$$

残響時間 RT [s]

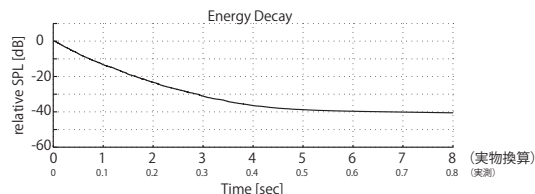
部屋の容積 V [m³]

【図7】 “シュレーダー周波数”って何だったっけ

ミ：“シュレーダー周波数の2倍程度を「低域の上限」と考えると良いでしょう”というのが紹介されてたよね。式を見ての通り、部屋の容積（V）と残響時間（RT）が分かれば、シュレーダー周波数（fsch）は求められます。

り：じゃ、部屋の容積はもう分かるから、あとは残響時間が分かれば良いんですね。測定しましょうよ。

ミ：らじゃ。部屋の壁はツルツルのピカピカだから、“吸音率がすごく少ない”として推定することもできるけど、せっかくだから測定することにするか。



【図9】エネルギーの減衰波形

ミ：はい。これが残響時間の測定結果（エネルギー減衰波形）です。減衰の様子はきれいな直線がいい感じだね。

え：減衰の様子が直線だと、何かいいことあるんですか。

ミ：いいってわけじゃないけど、残響時間は読み取りやすいね。吸音が少なくてギンギンに響いてる感じじゃない？これだけ響いてれば、定在波の様子も観察しやすそうだね。

り：波形眺めてばかりいないで、残響時間を読み取りましょう。ついでにシュレーダー周波数も計算しちゃうわよ。じ・つ・ぶ・つ換算でね！

周波数	残響時間	平均吸音率	シュレーダー周波数		臨界距離
f	RT	α	fsch	2xfsch	r
[Hz]	[sec]	-	[Hz]	[Hz]	[m]
31.5	4.4	0.02	488	977	0.23
63	2.0	0.05	333	667	0.34
125	7.9	0.01	656	1,312	0.17
250	5.8	0.02	561	1,122	0.20
500	4.0	0.03	468	937	0.24
1k	2.9	0.04	396	792	0.29
2k	1.4	0.07	280	560	0.41

【図9】模型室の残響時間、平均吸音率、シュレーダー周波数、臨界距離（実物換算値）

え：500[Hz]で残響時間4秒か！こんな大きさの部屋にしたら、超長いですね。

ミ：そうだね、さすがツルピカの壁。平均吸音率が大体5%未満だから、実生活ではあまり体験できない空間だね。タイル貼りの風呂場って感じかな。

え：臨界距離もすごく短い。音源から30[cm]離れただけで、もう部屋の響きが直接音に勝っちゃうってことですね。臨界距離”を忘れちゃった人は、[2011-2012号]のP90を参照ね！

ミ：（・・・怖い。）えーと、シュレーダー周波数を見てみよう。周波数により吸音率は違うから、シュレーダー周波数の計算結果も変わってくるけど、大ざっぱに見ると大体500[Hz]近辺という感じかな。「低域の上限」の目安となるシュレーダー周波数の2倍だと、大体1k[Hz]前後ということになりますね（これも実物換算値）。そこまでの帯域では波動的な振る舞いが顕著に出るはずだから、定在波の観察もしやすいはずだね。

■ 音圧分布を測定しよう

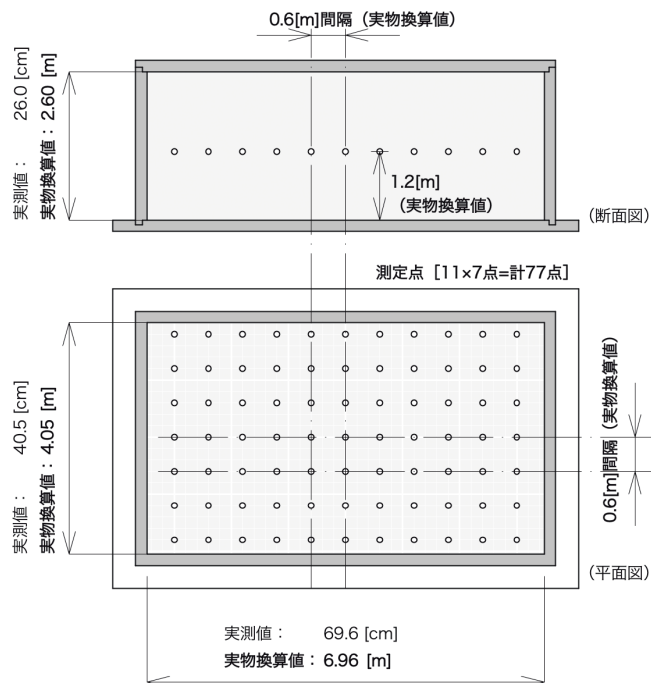
り：先輩、始めましょう！

ミ：オッケー！スピーカーは前号で登場した、「見た目はミニチュアスピーカーだけど実物換算の世界ではラージモニター」を使うよ。小人の世界なら低域までしっかり出ます。マイクロホンも前回紹介した超小型の全指向性マイクロホン

「ラベリアマイク」を使おう。測定しやすいように模型の床には目盛りを振っておいた置いたんだ。

え：がーさす先生（注：「さすがですっ」の意）。

ミ：一目盛りが20cm（実物換算）になってる。全ポイントできめ細かく測りたいところだけど、今日は低次モードの形が大ざっぱに見られればいいから、少し広めの間隔で測定しよう。目盛り三つおきの60cm間隔で測定していこうかな【図10】。

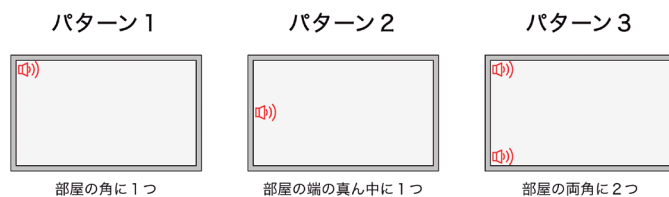


【図10】測定点（77点！）略図

ミ：低域の巻では、音源位置の違いによる音圧分布の違いも出てたよね。興味あるでしょ？

え、り：はい。

ミ：じゃ、3パターンくらいの音源位置で、測定してみようか。

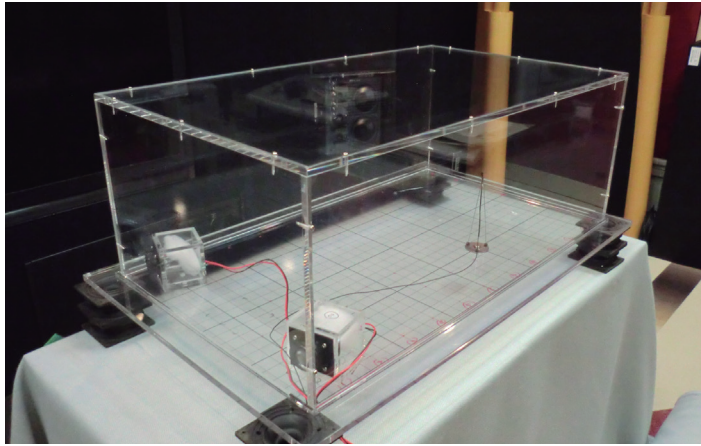


- ・パターン1 部屋の全てのモードが励起されるはず
- ・パターン2 短手方向の中央が「節」となるモード（偶数次）は発生しないはず
- ・パターン3 2台を同相で駆動すると、偶数次モードは発生しないはず

【図11】三種類の音源位置

ミ：「パターン2」は業界用語でいう「節点駆動」というやつだね。部屋の中央が節になる奇数次モードは立ち上がらないことが予想されます。「パターン3」は“逆相駆動”というやつ。奇数次のモードが発生しているときは、部屋の両端で逆相になっているから、逆相のものを同相で駆動するとモードが立ち上がらないはずという条件だね（ちょっとややこしい）。77測定点の3パターンだから、計231点測定ってことか。じゃ、あとよろしく。終わったら呼んでねー。

え、り：は、はい・・・。

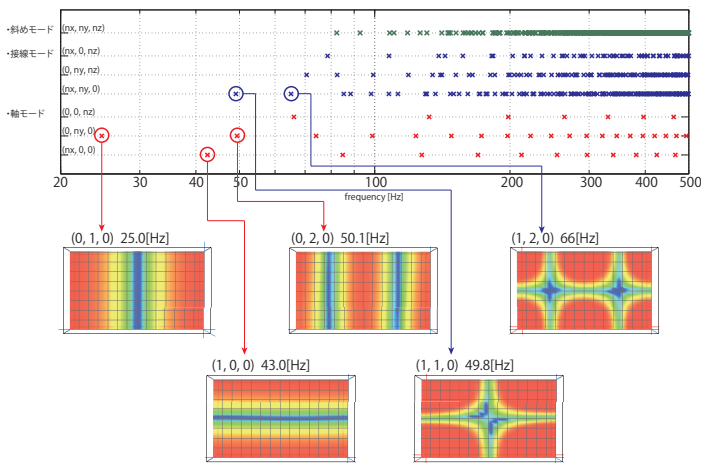


【図1 2】測定中です（「パターン3（逆相駆動）」）

■ さて、結果をみてみましょうか

ミ：できたかなー？

え、り：できましたー。つかれましたー。



【図1 3】模型室の固有周波数分布と音圧分布（予測計算）

ミ：結果を見る前に、どうなるはずなのかという予測計算を見てみよう。この部屋だと【図1 3】のようなモードが観察できるはずなんだ。

え：どんな計算をすればいいかは、[2010 Summer 号] P42 の【式1】を参照ですね。

ミ：うん、そうだね・・・。

測定点の間隔が粗めで、高次のモードを観察するのは難しいので、【図1 2】の中から、

(1, 0, 0) 43.0[Hz]

(1, 1, 0) 49.8[Hz]

の二つを実際に見てみましょう。

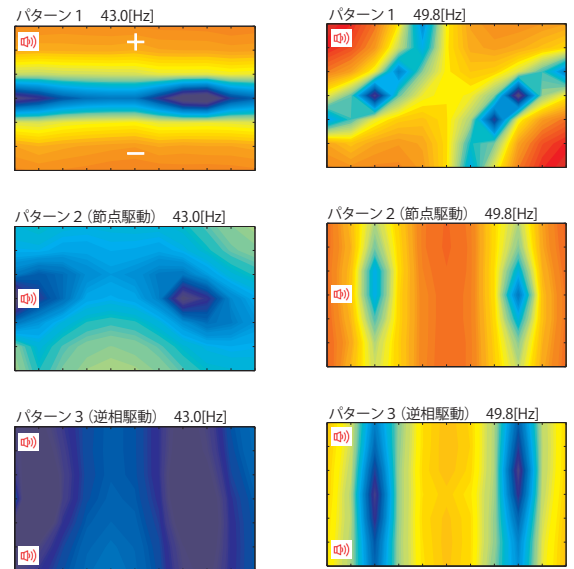
ミ：まずはモードの基本の「き」、第1次の軸モード（1次元モード）(1, 0, 0) から見てみましょうか。周波数は43[Hz]（実物換算）です。「パターン1」から見ようかな。

り：わーい、教科書どおり。

え：鮮やかなグラデーションになりましたね。

ミ：部屋端のオレンジのところと真ん中の青いところでは、実に20～30dBもの違いがあるんだ。同じ部屋に入って、同じスピーカーから同じ音を聴いていると思っていても、部屋のどこにいるかによってこんなにも違う音を聴いているんだね。

り：よく「部屋の端には低域がたまる」なんて事を聞けど、こういう状態をそう表現してるんでしょね。



【図1 4】見事な測定結果

（左：(1, 0, 0) 43.0[Hz]、右：(1, 1, 0) 49.8[Hz]）

え：「パターン2」の方は全体的に青っぱいですけど、「パターン1」の時とアンプのボリューム位置は同じなんですよ。

ミ：まさに“スピーカーをモードの節に置くとモードは消滅する”という状態だね。節にいと、スピーカーがいくら頑張っても音が出ない。

り：「パターン3」はもっと青いですよ。

ミ：このパターンだけはスピーカーが2台もあるのにね。実に不思議、面白いよね。音源が2つあって、2つを同じ位相で鳴らすと音圧は6dB上昇するって習わなかった？

え、り：はい、習いました。

ミ：屋外とか、大きな空間とかでは常識的な事だけど、定在波場だとこんなことになっちゃうんだね。サブウーファーを室内に2台置いて、同じ信号を出すとういうことも起こりうる。

り：「パターン1」に戻って考えると、部屋の両端にマイクを置いてステレオ収録した場合、この絵で見ると同じオレンジだけど位相は逆相だから、信号をモノラルミックスすると音がなくなってしてしまうっていうことになっちゃいますね。

ミ、え：がーさす先生。さすが芸術系出身。

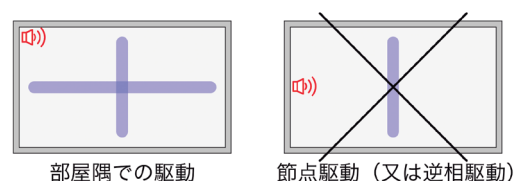
ミ：「パターン2」と比較しても、「パターン3」はかなり青くなってるよね。これは僕にも予想外でした。「パターン2」の節点駆動では少しセンターをずれてしまうと完全には消えないけど、逆相駆動だとより確実に消えるということなのか。

え：第1次の接線モード(1, 0, 0)も見てみましょう。右列の49.8[Hz]ですよ。予測計算によれば、きれいな十字が現れることになってます。

り：ピミョー・・・。

ミ：うーむ。十字になりたいという気持ちは伝わってくるけど、なりきれてはいないね。

え：「パターン2」、「パターン3」もちょっと変じゃなくくないですか？短手方向の奇数次が消えるんだったら、“十字”が“一文字”に変化しそうなものだけど。



【図1 5】こうはならない（(1, 1, 0)の逆相又は節点駆動）

リ：十字が“二文字（2本線）”になっちゃってる・・・。

ミ：そうだね。この“二文字”は第2次の軸モードに見えるね。“節点駆動”や“逆相駆動”で奇数次のモードが消えるのはさっき見たけど、**十字（接線モード）の場合はあるひとつの方向だけが消える（“一文字”になる）ということではなくて、モードのパターン全体が消えることになる【図15】。**

リ：パターン全体が消えるんだったら（1, 0, 0）みたいに（【図14（左）】）、真っ青系の分布になりそうなものだけど・・・。

え：（1, 1, 0）は49.8[Hz]で、お隣の2次の軸モード（0, 2, 0）は50.1[Hz]・・・。すごく近いですね。1[Hz]も違うない。

リ：ヤッホー、推理小説っぽくなってきた。

え：重なっちゃってるんじゃないんですか？2つのモードが。

ミ：うーん、僕もそのような気がするなあ。

～ミニコーナー「“音響名探偵”りつことえりつこの推理劇場」～

え：本当だったら、模型室の中で49.8[Hz]を鳴らすと、きれいな十字の（1, 1, 0）モードの形状が現れる。

リ：だけど、隣の（0, 2, 0）も周波数軸上でとても近いから、2つのモードが重なってしまう。

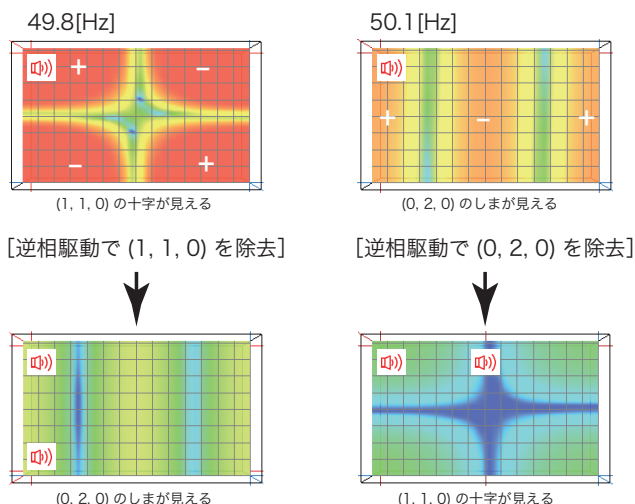
え：だから、きれいな十字が現れるはずの49.8[Hz]を鳴らしても、十字が崩れたような模様が見えてしまう。

え：しかし、節点駆動（「パターン2」）や逆相駆動（「パターン3」）で、（1, 1, 0）モードが消去されると・・・、

え、リ：十字のペールが剥がされて、隠れていた（0, 2, 0）のしましまモードが現れる！

（ミニコーナーおわり）

ミ：2人ともが一さす。見事です。



【図16】隠れたモードの“あぶりだし”（予測計算）

【図16】をご覧ください。（1, 1, 0）が現れるはずの49.8[Hz]、（0, 2, 0）が現れるはずの50.1[Hz]に対する**予測計算**（平均吸音率 $\alpha=0.001$ ）の結果です。

（左）の49.8[Hz]では実験の結果よりもくっきりと十字が現れていますが、実はこの背後には近隣（50.1[Hz]）のモード（0, 2, 0）が隠れています。先程の“逆相駆動”の手法を用いると（1, 1, 0）だけを取り除くことができます。結果は下段です。**隠れていた（0, 2, 0）が浮かび上がってきます。**

（右）は50.1[Hz]の予測計算結果です。同じように逆相駆動の手法を用いて、今度は（0, 2, 0）を取り除いてみます。図中にあるように、しましまの位相は[+, -, +]の順番で並んでいます。この場合、部屋端のスピーカに加え、位相が反転している部屋中央部に同相のスピーカを配置すると、（0, 2, 0）が逆相駆動により取り除かれます。下段を見て下さい。**今度は隠れていた（1, 1, 0）が顔を出してきます！**

ちょっと考えよう

（中原 雅考）

実験ではうまく観測できなかった（1, 1, 0）モード。その原因は吸音にあります。ピカピカの壁面で囲まれて、4秒という長い残響時間の部屋でも吸音はありません。吸音が本当にはない部屋では、残響時間は無限大となり音は無限に大きくなってゆきます（[2011-2012]号参照）。

測定結果からは、（1, 1, 0）モードの固有周波数となる50Hz近辺では、およそ $\alpha=0.05$ 程度の吸音が発生していることが確認されています。

ここで、[2010 Summer]号の復習を少ししましょう。

部屋の低域特性は、モードの合成で表されますが、吸音が少ないと固有周波数のスペクトルは急峻になり、吸音が多いとスペクトルは緩やかになります。このことは、吸音が少ないとモード同士の干渉は少なく、吸音が多いとモード同士の干渉が多くなることを意味しています。

簡単に言ってしまうと、低域の世界では、

吸音が少ない → モードのクロストークが少ない

吸音が多い → モードのクロストークが多い

ということになります。

では、実際に実験用の部屋の固有周波数の分布を計算した結果を眺めてみましょう。

まず【図17】ですが、これはほとんど吸音のない状態（平均吸音率 $\alpha=0.001$ ）の場合の計算結果です。モードのスペクトルが急峻であることがわかります。

ここで、実験でうまく観測できなかった49.8Hzの（1, 1, 0）モードと、そのモードに非常に隣接している50.1Hzの（0, 2, 0）モードとのクロストークを検証してみましょう。

本来であれば、49.8Hzでは（1, 1, 0）モードのみが観測されなければいけないはずですが、 $\alpha=0.001$ という僅かな吸音によって、（0, 2, 0）モードのスペクトルの裾野が49.8Hzにまで及んでいることが分かります。

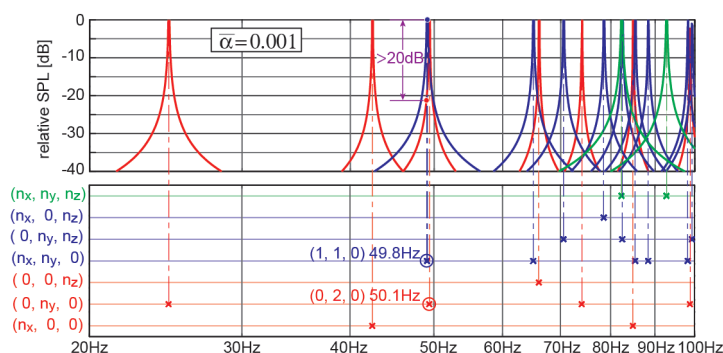
では、49.8Hzにおいて（1, 1, 0）モードと（0, 2, 0）モードが、どの程度セパレーションが得られているかというと、20dB以上となります。

つまり、49.8Hzでは（1, 1, 0）モードに対して（0, 2, 0）モードが20dB以上小さいレベルでミックスされていることになります。

このレベル差であれば、49.8Hzで観測される部屋の特性の様子は、ほぼ（1, 1, 0）モードとなり、教科書通りの「+（十文字）」模様の測定結果を得ることができるでしょう。

但し、測定周波数が少しでも高い方にずれると、あっという間に（0, 2, 0）モードの勢力が増大しますので実験には慎重な操作が必要です。

さらに、固有周波数は、音速によって変化しますので（[2010 Summer]号参照）、測定時の気温をもとに正確に固有周波数を算出しなければなりません。このような事項は、コンピュータ・シミュレーションではなかなか実感することができません。実験を通して理解が深まる良い例です。



【図17】固有周波数分布と対応するモードのスペクトル： $\alpha=0.001$

次に、【図18】が、測定で得られた部屋の平均吸音率 $\alpha=0.05$ を採用した場合の計算結果です。 $\alpha=0.001$ の場合の【図17】と比べ、モードのスペクトルが緩やかであることが分かります。

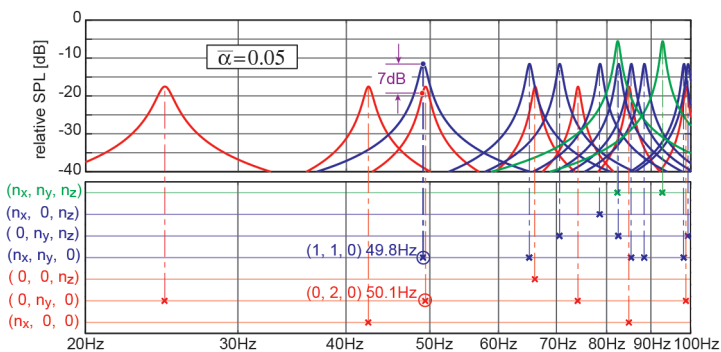
たった0.05（5%）の吸音率で、ずいぶんとスペクトルの裾野が広がり、モード同士のクロストークが多くなることがおわかり頂けると思います。

では、先ほどと同様に、49.8Hzの（1, 1, 0）モードと、そのモードに非常に隣接している50.1Hzの（0, 2, 0）モードとのクロストークを検証してみましょう。

ここでは、先ほどと違い7dB程度のセパレーションしか得られないことが分かります。この程度のレベル差では、49.8Hzにおける（0, 2, 0）モードの影響は無視できません。

（1, 1, 0）モードに対する-7dBの（0, 2, 0）モードのミックスが【図14】の右上の絵となって表れているということになります。その証拠に、（1, 1, 0）モードを節点駆動や逆相駆動で除去すると、はっきりと（0, 2, 0）モードが表れています（【図14】右中、右下）。

では、さらに（0, 2, 0）モードも除去すると？ 僕の予測では、おそらくすぐ音量が減ってしまい無音のような感じになるかもしれませんが、注意深く観測すると（1, 0, 0）モードの痕跡が確認できるのではないかと思います（【図18】を眺めて考えてみましょう）。



【図18】固有周波数分布と対応するモードのスペクトル： $\alpha=0.05$

「顕著なモードが発生したので、吸音材でモードを吸い取った、モードの形を変形させて退治した」などといわれたりする場合、実はモード自体は何も変化しておらず、吸音によって他のモードとのミックスバランスを変えているだけ、というのが本当の解釈なのかもしれませんね。

ミカミです。今回は模型実験の小ネタをご紹介します。

今回は室内の音圧分布を測定するという事で、多点での測定を行ないました。メッシュ状のマイクロホンアレーでもあれば簡単なのですが、そんなにたくさんマイクロホンはありませんので、地道に動かして測る、動かして測るの繰り返しです。

模型室内にあるそのマイクロホン、どのように移動させていると思われますか。模型室の天井は一応開くようにはなっているのですが、さすがに70点以上の点数を測るごとに開け閉めるわけにも行きません。

正解は磁石です。模型実験では比較的良好にやられている方法かも知れませんが、床板の上下から磁石ではさんで動かします。当初冷蔵庫に貼るような、事務用の磁石を使ってみたのですが、アクリル製の床板は厚さが1センチもあってうまく行きませんでした。そこで触手を伸ばしたのが、“磁石界のダルビッシュ”と言われていたネオジウム磁石です。ご存知の方も多いと思いますが、非常に強力な希土類磁石です。これで床板を挟んだところ、一気に操作性抜群になりました。がーさす。

何も挟まず、直にくっついてしまった2つの磁石を引き離すのはかなり大変です。ホームセンターの売り場でも、パッケージ同士がガチガチにくっついていました。これだけ強い磁石ですので、マイクロホンが導電型の場合には、要注意かもしれませんね。



今回もお付き合いありがとうございました。ただのアクリルの箱ですが、本当に色々な事が調べられます。次回は何をしようかな。皆様次回もどうぞお楽しみに。

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 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いた。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りが新人。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SN比向上（今はスースーしている）。

えりっこ隊員【初登場】

株式会社ソナ 設計・技術グループ

千葉県出身。2009年3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、業務ではとても4年目とは思えない存在感を放っている。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！