

音場型スピーカーシステム CoL (Cathedral of Learning/学びの聖堂) - 擬似段違い5方向放射型 PUP5D-CR -

鈴木 茂

0. はじめに



Cathedral of Learning
Pittsburgh, PA
<https://s-media-cache-ak0.pinimg.com/>から



PUP5D-CR 型作品
作品名 CoL

一昨年の研究会では、1本200円のユニットを片側4本使用した共鳴管のUP4D-PR型を作成しました。この音と音場感は抜群でしたが、問題点は、背が高くなることと、低音感が足りないことの二点でした。

そこで、低音感の不足を補うために細い共鳴管(PR)を多自由度バスレフ型(CR)にしたのが今回の作品です。使用したユニットは、前回のものに引けをとらない価格のペア500円のを4ペア使用し、最終的には5"ユニットを一組追加しました。作品名は、学びの聖堂 Cathedral of Learning の頭文字をとって CoL としました。

1. 音場型スピーカーシステムについて

私は、生の音楽を楽しむことに重点を置いています。オーディオシステムは、音楽を生活に持ち込めるのが魅力ですが、スタジオで、演奏者がヘッドフォンでモニターしながら収録するものは、生演奏とは全く違います。

クラシック音楽などの録音の一部には、**空間の表現も収録したものがあり、小型のフルレンジシステムで再生すると、音場が再生されます。**オーディオ装置は、周波数レンジが広いほどよいですが、**生の音楽を聞いた経験があると、不足分が頭で自動的に補われて、どんなシステムでも楽しめるようになります。**しかし、**空間の空気感は補えません。**高忠実度再生は、ダ・ヴィンチの絵画やミケランジェロの彫刻か、写真のような明瞭なものです。対して、空気感、印象派で、モネが確立した絵画手法のように記憶を表現するものだと思います。印象派の風景画には、そこに行ったことがあるような気持ちにさせるものがあります。

ホールでオーケストラを聞くと、演奏者が見えていても、**聞こえる音像と、視覚上の位置が一致しません。**オペラやバレエでは、オーケストラが見えないため、反射音が主体となります。音が壁や天井を反射して聞こえるので、**ピットの中の音が、上から聞こえたりします。**こうした**ホールの空気感、フルレンジ発の再生では、難しい**と思います

かつて、長岡鉄男先生が、上からの音は、PAシステムのように感じられるのでスピーカーユニットの位置は、耳の高さか、やや低めがよいと書いておられました。しかし、**ホールで聞いても、視覚的配置通りには聞こえず、音が上から降ってくることで、ホールの空気感が再現されます。**ホールは、聴衆が吸音材となるために、**下からは聞こえにくい**という特性があるかもしれません。

試行を通して、スピーカーシステム背面の高い位置から音が聞こえる、UP4D型の配置を発見しました。2014年の研究会で発表したUP4D型は、細長い板材を使用した共鳴管方式とし、7cmのフルレンジユニットを水平4方向段違

3. PUP5D-CR 型について

PUP5D-CR 型とは、Pseudo UnParallel 5-Direction Cavity Resonator（擬似段違い配置 5 方向放射型空洞共鳴器=バスレフ型）を表しています。これは、完全段違いにすると、UP5D-CR となりますが、結果としては、PUP でも UP でも大差ないようでした。低音は、共振点が複数で癖が少ない多自由度バスレフ型で補強しました。

4. PUP5D-CR の設計について

コスト削減のため、軽く、安い板材を使用し、寸法は、カット材の寸法に合せました。スピーカーユニットは、全部で 8 本以上使うので、株式会社 東京コーン紙製作所の F77G98-6 というローコストモデルを使用しました。これは、秋月電子通商で、500 円/2 本で、8 本で 2,000 円です。F77G98-6 の仕様は、下記の通りです。

| | |
|-----------------------------------|---------------------------|
| Nominal Impedance（公称インピーダンス） | 8Ω |
| Nominal Power Input（通常最大入力） | 10W |
| Maximum Power Input（最大入力） | 20W |
| Resonance Frequency（最低共振周波数） | 90Hz |
| Effective Frequency Range（周波数レンジ） | F ₀ - 20,000Hz |
| Sound Pressure Level（音圧） | 81.5dB W/m |
| Magnet Size（マグネット外径） | φ60 × φ32 × t 8mm |
| Magnet Weight（マグネット質量） | 81 g (2.9oz.) |
| Net Weight（製品質量） | 265g (9.35oz) |

低域の周波数応答特性は、自作のシミュレータプログラム¹で、ケーススタディしました。但し、Q_mは、適当な値を入れています。追加した上向きのユニットは CANTARE 社の 5FR MK II というもので、安っぽい割に高価なものです。日本には輸入された形跡ありません。余りものなので、このユニットである必要はありません。開口から腕が入るのが条件です。主空気室を外す手間を気にしなければ、同じ 8cm ユニットの 2 個直列に繋ぐほうが良いと思います。シミュレーションは、F77G98-6 だけで実施しました。4D も 5D も、箱自体の特性は変わりません。

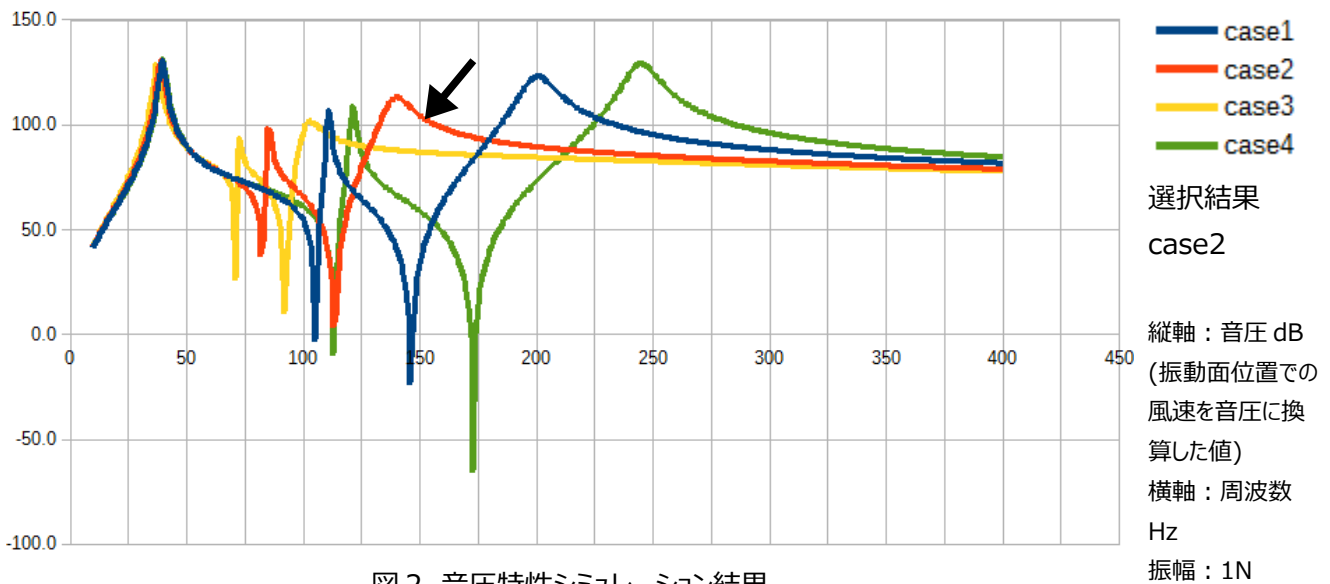


図 2 音圧特性シミュレーション結果

1 http://mcap.webcrow.jp/software_jp.html の code004J を使用。マニュアル付属。

表1 シミュレーションしたケース

| case | 主空気室容量 | 副空気室1容量 | 副空気室2容量 | ダクト内径 | ダクト1長 | ダクト2長 | ダクト3長 | ダクト4長 | 備考 |
|----------|-------------|-------------|-------------|-----------|-----------|------------|------------|------------|----|
| | liter | liter | liter | mm | mm | mm | mm | mm | |
| 1 | 13.5 | 12.9 | 12.9 | 50 | 30 | 60 | 150 | 120 | |
| 2 | 13.5 | 12.9 | 12.9 | 50 | 60 | 120 | 150 | 120 | 選択 |
| 3 | 13.5 | 12.9 | 12.9 | 50 | 120 | 150 | 150 | 120 | |
| 4 | 13.5 | 12.9 | 12.9 | 50 | 20 | 50 | 150 | 120 | |

図2は、ピークとディップが大きく、どの設計が良いのか迷うところですが、実際にはダクトその他の摩擦損失が大きく、シミュレーション結果ほどのピークやディップは出ません。共振周波数がどのあたりにあるのかを推定し、なるべく、聴きやすいバランスになると推定されるケースとして2を選択しました。

シミュレーション結果では、ローエンドのピークは39Hzですが、実際には32~33Hzまで再生できました。32~33Hzは、低めにチューニングされた大太鼓の基本周波数で、この周波数があると、ホールの雰囲気がよく伝わります。

5. PUP4D-CR/PUP5D-CRの試聴結果

安価なスピーカーユニットを使用しても、音はオーディオ用に遜色ありませんでした。PUP5D-CRの音場感はUP4D-PRと同等で、低音の量感とレンジは上回ります。ユニット配置が、一部段違いでなくとも問題ありませんでした。CR型にした結果、スピーカーユニット高さが低くなりましたが、床面に設置しても、音場が広がります。音場型と称して上向きユニットだけを持つ作品や、上部の球体や円錐体で反射するものは、PUP5D-CR型のような音場の奥行や上下感はありません。これを聴いてしまうと、普通のステレオ再生には、戻れません。

6. 調整

第五のユニットには、遊休品を使用しましたが、これがベストではありません。上向きユニットの音圧が他よりもかなり高いため、8.2Ωの抵抗を直列に接続し、レベルを下げました。他と同じ8cmのユニットを2個直列に繋ぐほうが良いでしょう。今回作成したCoLの配線図と、今後の改善バージョンでの配線図を図3aと3bに示します。

7. まとめ

今回は、段違い4方向放射型UP4Dを更に改善し、音場感の改善を確認しました。細かな詰めは残っていますが、PUP5DまたはUP5Dが、実用的な音場型としては、最終型になると思います。このコストで同等の音場と音質を得るのは難しいでしょう。UP4D型とPUP5D型を製作して分かったことを下記にまとめます。

1. スピーカーユニットを水平4方向に向けて配置する場合には、高さを変える。
2. スピーカーユニットの段違い配置は、前方中向きを低くし、前方外、後方中、後方外の順に高くする。
3. 段違い4方向のスピーカーユニットの他に5方向目となる上向きスピーカーユニットは必須である。

以上の基本に則ってスピーカーユニットを配置すれば、音場感は広く、深く、上下にも広がる効果を得ることができます。いずれは、大型化にも挑戦してみたいと思いますが、コストが大きく増加しそうです。

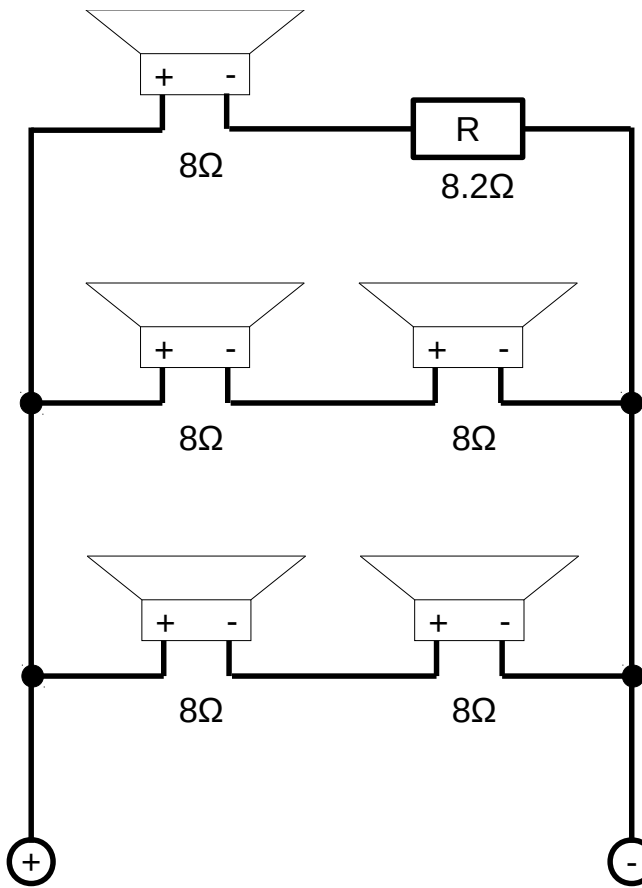


図 3a Col の完成配線図

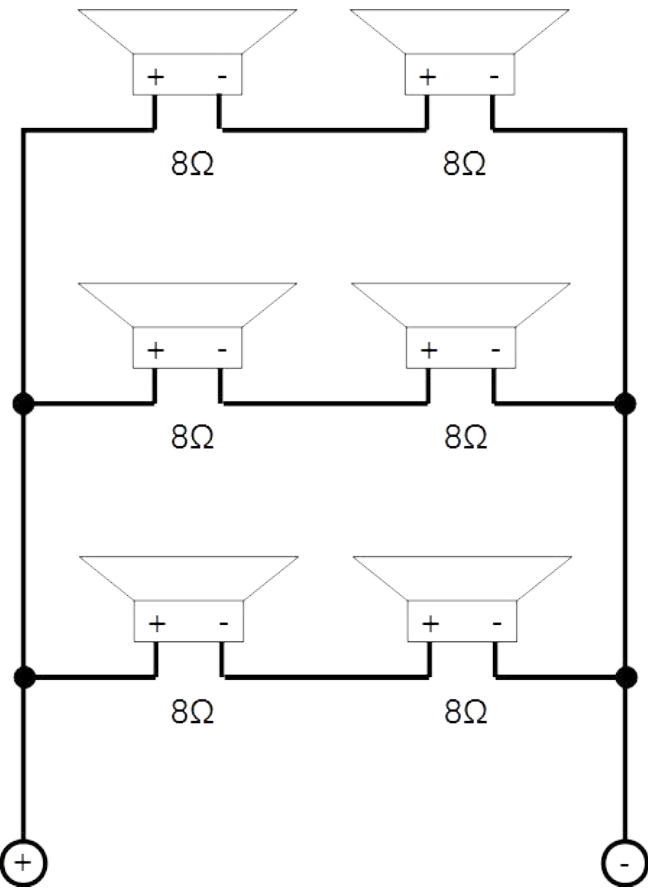


図 3b Col の改善配線図

外形図

