

スピーカ・システムにおける 低域拡大と位相特性改善の実験 (デッドマスと6dB/octネットワーク)

たか はし かす まさ
高橋和正



はじめに

今日のハイファイ用スピーカ・システムは、30cm 級のウーファに、スクーカ、トゥイータを組合せた3ウェイ・システムか、38cm 級のウーファにミッド・バス、スクーカ、トゥイータの4ウェイ・システムというのが主流であった。しかし昨年あたりから、ヨーロッパ系に多い小型ウーファとトゥイータの2ウェイ・システムが国産機にも出現して、メーカー製のシステムも、一時よりは画一的でなくなって来た。

一方、ハイファイ・マニアの間では相変わらず中・高域にコンプレッション・ドライバとホーンを組合せたユニットを採用した、いわゆるホーン・スピーカ・システムが全盛である。

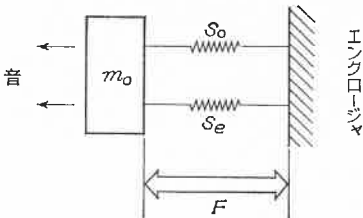
メーカー製・手製を問わず、共通の悩みは、低音、それも質の高い40Hz以下の超低音が簡単には出てくれないことと、せっかくソースに入っているであろう間接音が、リスニング・ルームでの再生音としては量・質ともに満足のできる状態で鳴りにくいことである。

これらの問題点の1つの解決手段として、本誌も力を入れさまざまな実験も行われている「音場再生=SFC」がある。筆者の知る限り、この方式をいちばん熱心かつ本格的にやっている一人がおなじみの高島 誠さんである。

う。

スピーカ・システムのクオリティを上げるためにユニットを高級化すればするほど、音の質は“分解能”という表現でいわれる音の鮮度の高まりを見せると同時に、音と音とのスキ間が増えてしまう。スーパーウーファを使えば低域は確かに出て来るが、リスニング・ルームの空気は意外に重く、リスナーの全身を包み込むようなかすかなレベルの超低音浴には程遠いことを思い知らされるのである。

SFCを採用すると、こうした不満をかなりの程度解決することができそうで、一つの可能性を持った方式であることはわかるのだが、実現にはメインの2チャンネルの他には最低4チャンネル、計6チャンネル以上の再生系を要すること(高島さんは12チャンネルで実験している!)、ソースによって間接音の条件をいちいち変えないとうまく行かないことなど、筆者のようになまけものにはついていけないほど手間がかかること、金も、部屋の大きさも、相当程度覚悟しなければならぬことも、実験



<第1図>

に二の足を踏ませる理由である。

そして金とヒマがあっても、コントロール技術と本物のコンサート・ホール体験がなければよいコンディションそのものが何かわからない、となると、誰もが簡単にやれる方式ではない。

今回レポートする内容は、冒頭のスピーカ・システムの問題を解決する第2の手段として、低音再生のためのデッド・マスの効果の再確認と、位相特性の改善をねらって6dB/octのネットワークとユニットの位置合わせの実験を行ないながら、再生音の変化を調べてみたものである。

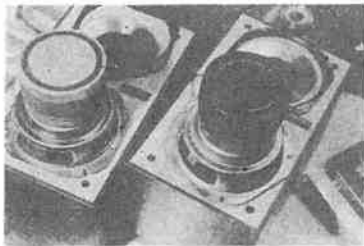
低音再生を見直す

スピーカ・システムの設計に当たっていちばん重要視されるのが、低音の再生限界である。よいスピーカ・ユニットに必要な容積のエンクロージャに納めるところから始まるわけだが、ユニットに合ったエンクロージャ容積の算出は数式化されており、一般的には、ある容積の密閉箱に好みの f_0 を持つユニットを組合せた場合のシステムの最低共振周波数 f_e が簡単に計算できるようにになっている。

$$f_e = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{S_0 + S_e}{m_0}} = f_0 \sqrt{1 + \frac{S_e}{S_0}}$$

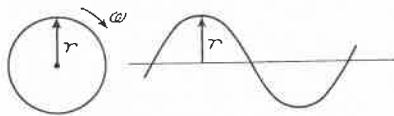
(f_0 : ユニットの最低共振周波数,
 m_0 : 振動系質量, S_0 : 振動系ステイフネス, S_e : エンクロージャの
空気のステイフネス, F : 駆動力)

これを機械的な振動モデルに書くと、



SB-X01にデッドマスをつけた

第1図のようになり、言葉で表すと、スピーカ・システムの最低共振周波数は、使用するユニットの最低共振周波数よりもかならず高くなる、ということである。また一般的に、システムの最低共振周波数以下は音として再生されないといわれており、周波数特性を測ってもそのような場合が多いから、低い音まで再生するためには、 f_0 の低いユニットをできるだけ大きなエンクロージャに入れて使う、ということになっている。



r : 振動板の振幅 ω : 角速度 $2\pi f$

本誌'84年9月号で報告したデッド・マス付加実験で気がついたことだが、磁気回路にデッド・マスを抱かせると f_0 以下の音圧が上がる現象が起る。筆者のメイン・スピーカ・システム(ミニゴン)のウーファは 750×460 というバフルだけの小型のものなので、密閉箱でも同様のことが起るのかどうかを、手持ちのシステムでまず確かめてみたのが第2図である。

測定はテクニクスのSH8000を使い、マイクの距離はスピーカから約50cmで行ったが、ミニゴン、テクニクスSB-X01とも、デッド・マスを付けると、32Hzで何と10dBも音圧が上がったのである。これはミニゴンのウーファが40Hzで6dB上がった

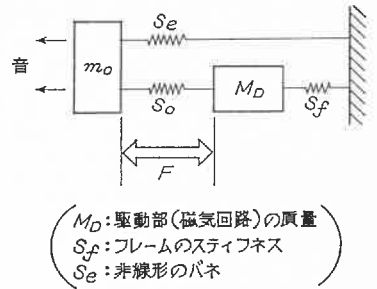
のとよく一致する。余談だが、SB-X01につけたデッド・マスは、オーディオテクニカのレコード・スタビライザで、測定後音質が格段に向上したのに気をよくして、ルビンシュタインのショパンをよい調子で鳴らしていたら、知らぬ間にパワーを入れ過ぎて(約50W)ウーファが沈黙、昇天してしまった。

ミニゴンの方は、オリジナルの45l箱にドロン・コーンという構成のときは、デッド・マスの効果が十分に現れなかったのに、今回の実験で密閉箱にしたら、20Hzまで低域が伸びてしまったので、箱を30lと小型化して現用中である。

では何故このようなことが起るのであろうか? スピーカ・システムの教科書はほんとうに正しいのだろうか、という疑問が湧いて来る。残念ながら筆者の知識ではこの問題を説明するだけの力がないが、一つの見方として、密閉箱の振動系モデルは第3図のようになるのではないか、また無響室と違ってリスニング・ルームの音圧の逆流の影響はないのだろうか、ということである。

つまりデッド・マスを付けることは、 M_D を大きくすることであり、ダイアトーンのやっている高剛性フレームというやり方は S_f を大きくすることであるが、 m_0 を入力に忠実に動かす上でどちらがよりよいかを考え直してみる必要が出たわけだ。また、第3図のような振動モデルで考えた時でも、システムの最低共振周波数から下の入力を音として放射することはできないのであろうか?

今回の実験で30Hzの音圧が10dBも上がったシステムの f_0 は、デッド・マスなしの時と何ら変わっていなかった。つまり、 f_0' 以下の音が盛大に再生されているのである。



M_D : 駆動部(磁気回路)の質量
 S_f : フレームのスティフネス
 S_e : 非線形のパネ

<第3図>

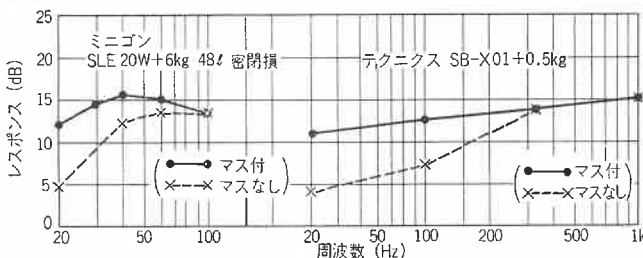
念のため、フォステクスFW-100(10cmウーファ)を使ってエンクロージャの大小とデッド・マスの大きさが低域にどのような影響を与えるかを測定してみたのだが、第4図である。マイクの位置はリスニング・ポイントとしたので、スピーカ・システムからは約3.5m離れており、部屋の定在波の影響が出ているが、容積とデッド・マスの影響は明確に知ることができた。

この結果からいえることは、デッド・マスによって小型エンクロージャでシステムの f_0' が低くできない場合にも、低域を拡大できるということだ。この場合、ユニットの f_0 が高くても、エンクロージャが小さくても、どちらの場合でも低域が拡大するという点に注目して欲しい。いい換えれば“ f_0 と低音再生限界とは本質的には無関係”ではないのだろうか?

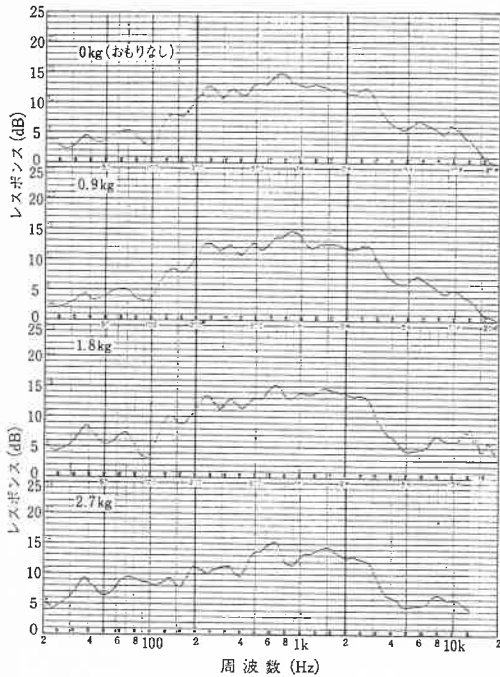
デッド・マスの効果としてもう一つ重要な点は、低音の質そのものの向上である。これはもっぱら耳で聴き分ける方法しかないが、単に低域が拡大しただけでなく、音色表現が正確となり、小レベルの応答性が改善される。この理由は主として磁気回路の振動が減少して第3図の M_D と S_f による共振からエンクロージャ、特にバフル面を加振する力が著しく小さくなるため、と考えられる。

ラワン合板や普通のパーティクル・ボードにほとんど補強なしのエンクロージャでも、最近の高級スピーカ・システムのせいたくなくエンクロージャに負けない箱鳴りの少ない音が得られることを確かめることができた。SB-X01の例のように小型システムならレコード・スタビライザなどの利用で簡単に実験できるので、興味のある方は試してみたいものである。

実験から推定すると、磁気回路の質

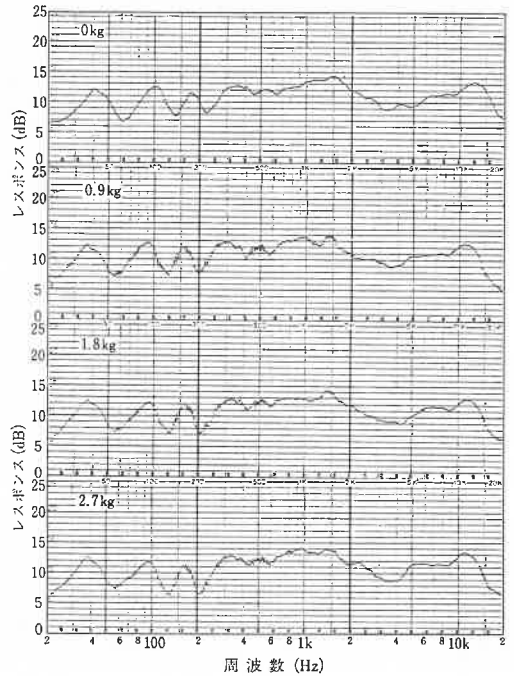


<第2図>
デッドマスの効果例



◁◁第4図イ>>
1.5/密閉箱プ
ラスFW100の
デッド・マス質
量とf特

◁第4図ロ>
十分な容積の
エンクロージャ
でのデッド・マ
スの質量とf特



量の振動系質量に対する比は小口径ほど大きく必要で(注), 大口径でも100倍くらいは欲しいところである。音質の改善のためだけならば, スピーカの自重くらいのマスを付けただけで十分効果が認められる。参考のため市販のスピーカ・ユニットの中でもポピュラーな, フォステクスのウーファ群の M_0 と自重とマグネットの重量の比率を第5図に示しておく。

トゥイータやスコカは構造上から

(注) 同じ音圧を出すために必要な振幅(A)は口径の2乗に逆比例する。一般的な加速度倍率「G」で表すには 980 cm/sec^2 で割る。

磁気回路の質量が振動板質量の 400~500 倍自然にとれるから, デッド・マスは不要と考えてよい。

位相特性に留意した小型システムの製作

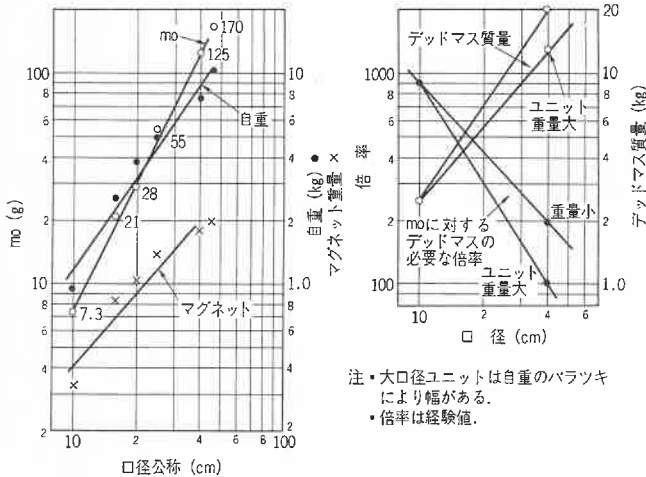
さて低音の問題が一応整理できたので, 次の問題である位相特性の改善を加味して小型システムを製作し, その聴感をもとにマルチスピーカ・システムのあり方を考えてみよう。

ユニット構成はウーファにフォステクスFW-100を2本, トゥイータにダイトーンのTW-503を使った。位相特性をよくするための手段として, で

きるだけ帯域分割を少なくし, クロスオーバーは位相特性のよい 6 dB/oct のネットワークを使う。

一般にハイファイ・スピーカ・システムではネットワークにせよ, チャンネル・デバイスにせよ, 各ユニットの受持帯域外はできるだけシャープに減衰させるのがよいとされ, 6 dB/oct のネットワークはもっぱらビギナー向けのものと思われ勝ちであり, 実際に発表された例も殆んどない。正直な話, 筆者自身も本気で 6 dB/oct のネットワークはやったことがなく, やらないでいて各ユニットのオーバーラップの多い方法だから音のよいはずがない, と思いついでいた。こうした思い込みは他の人たちも同じだろうから, 今回はそこを確かめてみるわけである。

◁第5図>
フォステクス
スウーファ
にみる m_0
(自重)と必
要なデッド
・マス質量



注・大口径ユニットは自重のバラツキにより幅がある。
・倍率は経験値。

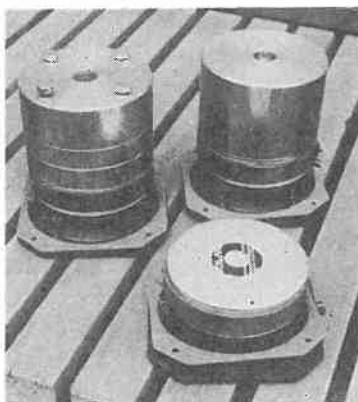
6 dB/oct のネットワークの欠点は, 減衰特性がゆるやかなためにウーファ以外のユニットの耐入力が十分ないと, システム・アップができないことで, 既存のユニットを組み合わせようとすると, どうしても4ウェイくらいにしないと可聴帯域をカバーし切れないところにある。市販システムの中からこの方式を探してみると, わずかに JBL の L250 があるだけである。位相特性フラット, いわゆるリニア・フェイズ・システムは, テクニクスに SB-7000 以来多くのモデルがあり,



▲箱鳴りを抑えた今回のエンクロージャ

テクニクス以外にも B&W などがある。またネットワークには特別な工夫はしていないが、ユニットの振動板の位置を帯域内で一様にしようというシステムはかなりある。早い話、平面振動板のユニットを使えば、クロスオーバーでの位相回転以外の時間ズレのないシステムが簡単に出来るわけだが、そうしたシステムがすべて音質的によい評価を得ていたわけでもない。

今回、可聴帯域内の位相回転をできるだけ少なくしたシステムを使ってみたかったのは、ミディゴンのグレード・アップも一通りのことをやってしまっ、SFC のデメリットも一応確認した結果から、もう一度スピーカ・システムのあり方を考え直してみたかったからにはほかならない。こうした考えのうらには、スピーカ・システムの機能そのものに対して、現状のシステムではまだソースに入っている音を十分に出し切れていないのではないかと、いう素朴な疑問と、主としてエンクロ



▲FW100にデッド・マスをつける

ージャによる不要な共振音や反射音が付加されてしまうことをもう少し整理してみたい、という2つの課題がある。

ことに、1つ目の問題は、ホーン・システムをグレード・アップするほどに生の持つ雰囲気かむしろ失なわれて行く傾向すら感じることに、これが多くのマニアをSFCに向かわせる要素となっているが、ほんとうは2チャンネル・ステレオの持つ情報をもっと多くて、再生の仕方が悪いだけなのかも知れないではないか、という疑問につながっている。

古くからのマニアで、ヘッドフォンの音しか聴かない人が少数だがあるのは、ヘッドフォン、ことに上質なコンデンサ型の再生音に、スピーカ・システムからは得られない身体全体を包み込むコンサート・ホールのリアリティを感じるからなのではないか。

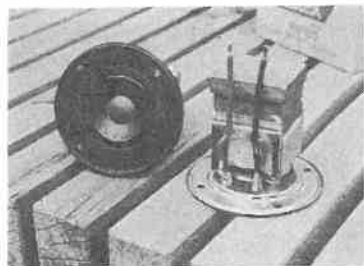
推測は次から次へと限りがないが、とにかく位相回転の少ないスピーカ・システム、それも音質面でミディゴンに比べて引けを取らないものを作って確かめてみるのが手取り早いわけだ。

2つ目の問題の不要な音の排除のための工夫も盛り込んだシステムは、先に述べたユニットを第6図のエンクロージャに収めたものである。ネットワークは第7図のとおりで、トゥイターはあらかじめ10kHzから6dB/octでカットしておいたものを、もう1段6kHzでクロスさせ

るやり方で、トゥイターの耐久力を稼ぎながら、84dB/w/mというウーファの能率に合わせている。これはTW-503の周波数特性が2.5kHzから高域に向かって6dB/octでダラダラ下がっている(つまり5cm振動板がピストン・モーションをしている!)素晴らしいものだからできる芸当である。今どきこんなよいトゥイターが僅か2K円くらいの値段で手に入るのは奇跡に近い。

話がそれたので、元に戻そう。

エンクロージャで不要な音を発生する原因は、大きく分けると3つある。1つはエンクロージャの6面の板がウーファの音圧を受けて共振し、音を放射すること。1つはバフル面からの反射音。もう1つは側面の反射音、である。



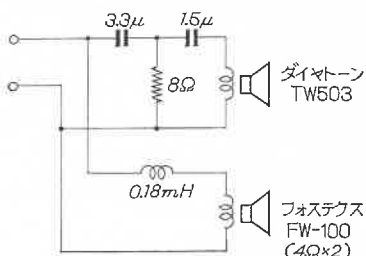
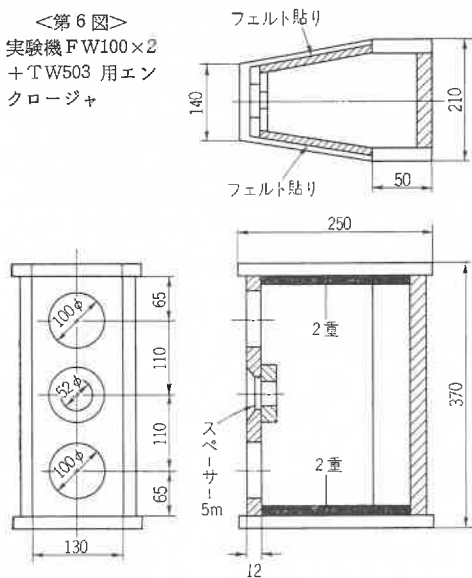
▲FW503にデッド・マスをつける

最初の問題はウーファに3.5kgものデッド・マスをつけ、さらに箱振動ではいちばん管のある底板共振を、この部分の面積を6面中最小として、かつ板厚も二重にして対策したものである。

2つ目の対策は、バフル面をユニットがギリギリに収まる大きさとして、反射が起りたくても起りようのないプロポーションとしたもので、ヨーロッパ系のシステムにはよく見られる手法である。

3番目の対策としては、側板の90%に上質のフェルトを貼った。この方法はすでに本誌'85年8月号に大春五郎

<第6図>
実験機FW100×2
+TW503用エン
クロージャ



<第7図> 使用6dB/octネットワーク

さんが報告しており、五十嵐一郎さんや服部守さんも採用している、音場感の向上には効果的であり、もちろん筆者のシステムにも採用している方法である。

ウーファとツイータの振動板の位置も当然合わせてある。寸法関係は第6図を参照していただきたい。

このシステムのリスニング・ポジションでの周波数特性を第8図に示す。定在波の影響もあるから参考程度ということになるが、低域は40 Hzまで十分に再生でき、リスニング・ポジションでの音圧は通常のソースで90 dBまではとれる。ライヴな部屋なら12畳くらい、日本間でも8畳までなら、十分に実用になると思う。

残念ながらもいちばん確かめたい位相特性は測定できないので、ツイータ保護のための2段フィルタの影響がどんな程度あるのか、全体としてどの程度の位相回転に抑えられたのかはわからない。

手持のシステムすべてのネットワークを6dB/oct化

とにかく音を聴いてみるしかないので、聴き馴れたソースから試聴をした結果を要約すると、

1. 周波数特性どおりのスムーズな音色。
2. 間接音がタツプリと出る。
3. 弦、合唱といったソースの分解能が特に優れている。
4. 低音が底を這う感じで伝わる。
5. 部屋中の空気が動く感じで、身体全体が音で包まれる。

など、従来のシステムにない良さが感じられた。弦の音、合唱の雰囲気がいので、ライヴ録音の再生には圧倒的なリアリティがあり、ミディゴンも真音である。

これに刺激されてミニゴン、ミディゴンのネットワークをすべて6dB/octにしてしまった。ミッド・バス、ミッド・ハイにホーンを使ったミディゴンのネットワークを6dB/octにする意味は、ユニットごとの時間のずれまでは直せないが、クロスオーバーでの位相回転を最少にとどめることで、位相回転の要素を可能な限り減らそう、というねらいであった。

ミニゴン、ミディゴンとも現用のネ



▲ネットワークの完成

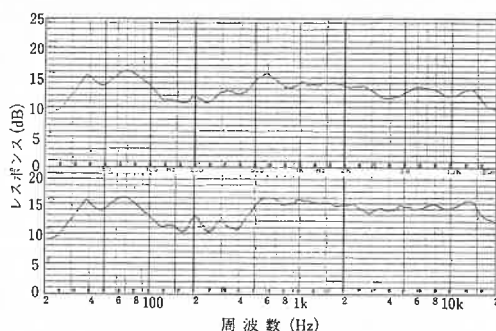
ットワークは、タンゴのリッツ線コイルを使った巨大なもので、減衰特性は12dB/octであるが、これをごく普通の1.0φの単線コイルを使った6dB/octにしたわけで、常識的に見れば、はなはだしいグレード・ダウンの暴挙、ということになる。

新しい考え方を確かめる時、初めから上等なパーツを使った最高をねらってやる方法もあるが、今回のように従来の常識と逆行した方向を確かめるためには、その原理がパーツの性能を上げまくるくらいよさが出なければ、その理論はアヤシイと考えるべきだからである。

今回の実験の結果は明白であった(第9図)。

そして、物量的には比較にならないプアなネットワークに、音を出したトタンから單配が上がってしまったのだ。

この改造でミニゴン、ミディゴン、2つのシステムの音は、新型2ウェイシステムに大幅に近づいた。ミニゴンはもともとウーファとツイータの振動板位置を合わせてあるから、これ以上の改善は当面望めない。問題はミディゴンである。この改造で音質は一段とキメ細くなり、間接音も豊かになったが、新型2ウェイの持つ全身を包み込むような分厚いハーモニーと比べると、何か足りない。ここまで来ると、残った問題である各ユニットの振動板位置を揃えてみたくなるのは人情である。しかし、ホーン・ユニットではこれはまず絶望的である。つまりここまでやることは、ミディゴンをクビにすることを意味する。



<第8図> FW100×2+FW502のf特

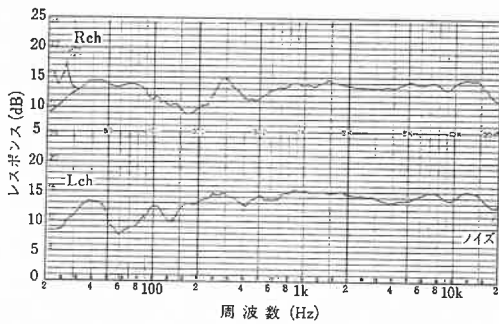
迷いに迷った末、新型2ウェイをミディゴンの中低音以上の代りに使ってみて、やはり振動板位置合わせをやるべきと判断するに至った。この辺の音の変化は、好き・嫌いの領域ではなく、“正しい”か“誤り”として聴えるから、一度聴いた正しい音から、誤った音に戻る気がなくなる。そういう抜き差ししない変化が、位相をフラットにすることの効果のように筆者には思えて来た。

ミディゴンの位相フラット化というか、ミディゴンの低域に位相特性フラットを図った中高域をつけ加えることは、ミディゴンの下半身と上半身を切り離して、下半身だけを生かし、新しい上半身を接する大手術である。だいたいこれだけ大きなシステムの中高域を受け持たせられるような、強力でもしかも質の良いダイレクト・ラジエータが簡単には見つからない。

この際とにかく実験だけでもということで、ミディゴン誕生時にコンプレッション・ドライバ風に使ったパイオニアのPM-12Aを使ってみることにした。ツイータはTW-503で、この2つを3kHzで接なぎ、320Hz以上を受け持たせる。これなら振動板の位置合わせは簡単である。PM-12Aのスペックが、低域のクロスオーバーは500Hz以上となっているのが少々気がかりだが、周波数特性を見る限り300Hzまでレスポンスがあり、コーンを手で押してみても0.5m/mくらいのストロークは許せるサスペンションである。使って使えないことはなからう、と判断した。

TW-503は、PM-12Aとの能率差がほとんどないので、3kHz、6kHzの2段フィルタとした。ユニットの位置は目見当である。

あり合わせの板で小型の箱を作り、



＜第9図＞ ミニゴン 6dB/oct クロスのf特

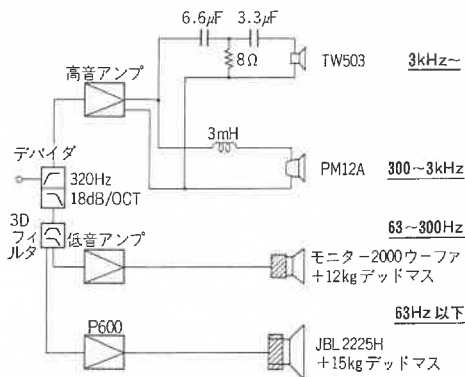
ミディゴンのミッドバス・ホーンの中に適当な大きさの木の台をおいて、ウーファとの位置を合わせてある。ウーファとのクロスオーバーは、320 Hz, 18 dB/oct のチャンネル・デバイダをそのまま使った。とりえず……ということである。したがって、システムの位相特性は 500 Hz くらいから上がフラット化され、ツイーターの領域ではユニットによる位相回転が起るというものだが、この点では新型2ウェイと大同小異、ミディゴンよりも格段に改善されているはずである。

念のためにリスニング・ポジションでの周波数特性を測定したのが第10図である。ネットワークの位相回転が少ないせいか、いい加減な接なぎ方なのに、f特上の凸凹は極めて少ない。

この実験用システムのブロック図を第11図に示す。

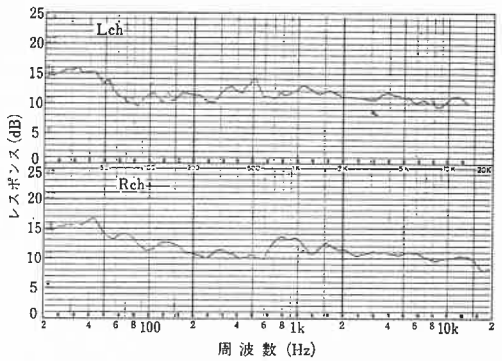
試聴結果の考察

デッド・マスによる低域の拡大、ネットワークでの位相回転の抑制、ユニットの振動板位置合わせ、と順にやって来てわかったことは、この3つともすべて音場感の再生に重大な関わり合いを持っている、ということであっ

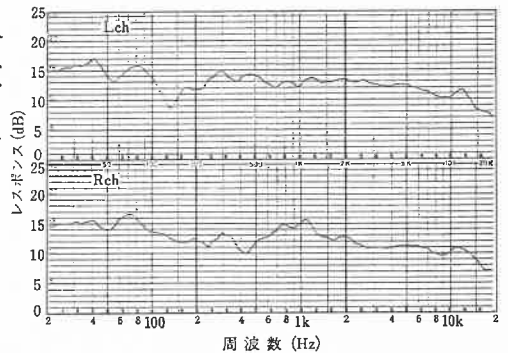


＜第11図＞ 大改造したミディゴンのユニット構成

＜第10図イ＞
ミディゴン (JBL 2225 H + 15 kg マス + モニター-2000ウーファ + 12 kg マス + JBL 2445 J, 2380 + P T-R7Ⅲ, 1k, 6 kHz, 6 dB/oct ネットワーク



＜第10図ロ＞
JBL 2245 H + 15 kg マス + モニター-2000 + 12 kg マス + PM12 A + TW 503, 3k, 6 dB/oct ネットワーク



た。

かんじんな位相特性がどうなっているのかを測定していないので、推測の話になってしまうのをお許し頂くとして、たぶん通常のスピーカ・システムに較べて格段に位相特性のよくなったであろう実験機の再生音は、単に「音場感が良い」というレベルから、さらに一歩進んで、楽器の位置と収音された会場の広さを正確に3次的に表現できる可能性を示した。ソースの収音条件がわからないままの感想だが、1969年のリヒターのライヴ盤や、1961~2年の一連のバイロイト・フェスティバルのライヴ盤など、あまり録音としては話題にならなかったものが、陶酔的なホール感を持っていることがわかった。おそらく収音面で受けた制約、つまり、マイクの数を最少限にして録音せざるを得なかったことが、極めて自然で正確な直接音と間接音のバランスと距離感を取録することにつながっているに違いない。

逆に、録音が話題になったソースの中には、オーケストラの音が示す音場感とまったく異なるソロ・パートの音がいっしょに鳴るために、聴いて

いて何とも不自然な印象を受けるものが少なくない。一般にレコード録音用として収音されたものは、さまざまな距離感の音が混然として鳴るものが多く、いま聴いている音はいったいコンサート・ホールのどこの場所なのか、現実にはない位置感の中で戸惑いだけが拡大する感じである。それでも直接音を主体に聴けば確かに「良い音」には違いない。今までこうしたあいまいな「自分の席」しかなかったことに気付いたといったら、いいすぎだろうか。

スピーカ・システムから出る低音が本物の低音のように伝わって来ない問題は、今までも何回か取り上げられて来たし、その中でも池田圭さんが提案した3Dウーファ方式と、最近のディレイ応用の効果チャンネル方式 (SFC) は有効な手段であった。筆者も3D方式は早くから採用しているが、これらの方式だけではかならずしも満足できなかった押しつけがましさのない低音、特に音と認識できできないような超低音が、位相を整えることによって実に自然に楽々と伝わるようになったのも、今回の収穫である。部屋中の空気が動く、といういい方がいちばんこの感じを現していると思うが、音そのものの温度が上がり、心持よいぬくも

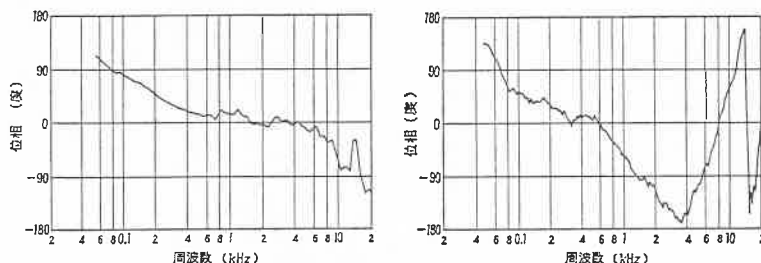
りと低い重心の音像が耳元まで楽音をやわらかく運んで来るのだ。

位相回転の多い・少ないを人間は聴き分けられるかという問題は、何までも何度も議論されて来たが、まだ確たる結論は得られていない。テクニクスがリニア・フェイズ・スピーカ・システムを発表した時に、トゥイータの位置をモータで前後させて、クロスオーバーの周波数の波形がすぐに変化するのをデモンストレーションしていたのを憶えている方もあるだろうが、スピーカの音自体は特別変わった評価がされないまま、現在では姿を消したままになっている。B&Wの801やJBLのL-250の音にしても、筆者が聴いた限りでは、通常のシステムとそれほど極端に異なるメリットはなかったのは何故だろうか。

スピーカの位相特性自体が、直接測定できるものではなく、第12図のように同じスピーカでも補正の仕方次第でひどく違った特性になってしまう扱いにくいものなのだが、次のようなことはいえる。

1. 可聴帯域の中で急激な位相回転は起らない方がよい。
2. マルチスピーカ・システムでもシングル・コーン並の位相特性に近づける方がよい (300~5000 Hzは平坦)。
3. 音圧特性が ± 3 dB くらいで位相特性の良いもの・悪いものを聴き比べるとわかるが、単独ではほとんどわからない。

今回の実験機で試聴を繰返しているうちに、クロスオーバーで位相回転のあるシステムの音は、位相の進んでいる帯域の間接音が折り返し現象のように時間軸つまり、直接音にからみついて、音圧特性はフラットにもかかわらず、ピークがあるように聴えることがわかった。この現象は間接音の多いソースで、直接音自体も同じピッチで多数の音源のあるもの、つまり弦のユニゾンとか合唱などで顕著である。位相が遅れている帯域では逆に時間軸が間伸びをし、間接音が少なくなったディップと聴えるはずだが、直接音のディップと同様に変化して聴きとりにくい。位相回転が少なくなるほど、間接音のからみつきがなくなり、この間接音の量と時間ズレが、ホール空間(すなわち音場感)を正確に示すように



<第12図> 位相特性例 (ラ技刊: スピーカシステム, 山本武夫著より)

なる。ソースによっては高さ方向の距離感も感じさせてくれるものがある。

この実験中にたいへん興味あることになり気がついた。

たまたま手元にあった市販では評判のよい2ウェイ(もちろんリニア・フェイズでない)で、トゥイータはウーファと同一平面に取付けられたもの、いいかえればトゥイータがウーファの振動板よりも前に配置されている通常のシステムがあったので、これをFW100×2+TW503と切換えながら鳴らしてみたのだが、こういう比較法だと市販システムの音はトゥイータ帯域の音像がひどく近くに聴え、ウーファ帯域は逆に奥に引き込んで聴えるだけでなく、高域のエネルギー過剰という響き方に聴えてしまうのである。いわゆる「高域が浮き上がった」といわれる現象だ。

ところが同じスピーカの音だけを1日くらいの間をおいて聴いてみると、まったくF特どおりのフラットな音に聴えるのである。そこで、ふたたび位相特性のよいスピーカの音と比較すると、前日と同じような聴え方の差が起る。

幸いなことに、この市販システムのトゥイータは、15 m/mほどのスペーサを介して取付けられているので、このスペーサを取り除いてトゥイータの位置をウーファのボイスコイル側に約8 m/mほど押し込んでみると、何と高域の音像は20 mくらい一挙にステージの奥に下るイメージとなる。

注目して欲しいのは、この音像距離の変化が、位相特性のよいシステムとの比較をしながらやって初めて認識でき

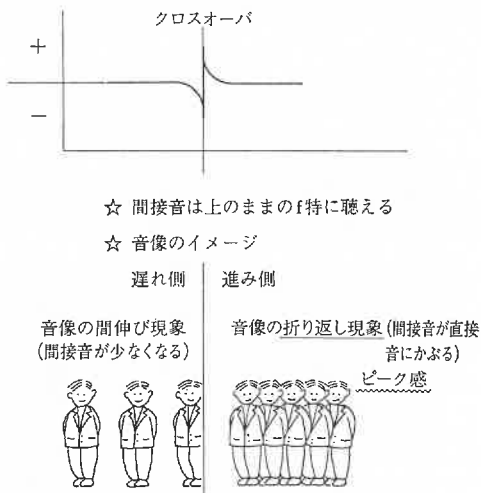
ることで、一つのシステムの中でトゥイータを前後しても、私にはわからなかったのである。

つまり、トゥイータの帯域が大きく位相回転を起こしている場合、その音からだけでは、位相回転をしていることを認識することは困難で、位相回転の少ないシステムの音と比較して初めてわかるものと思われる。これは通常、音程(ピッチ)を聴き分ける場合に、絶対音感を持っている人以外は、相対音感でしか音の高さがわからないことに似ている。

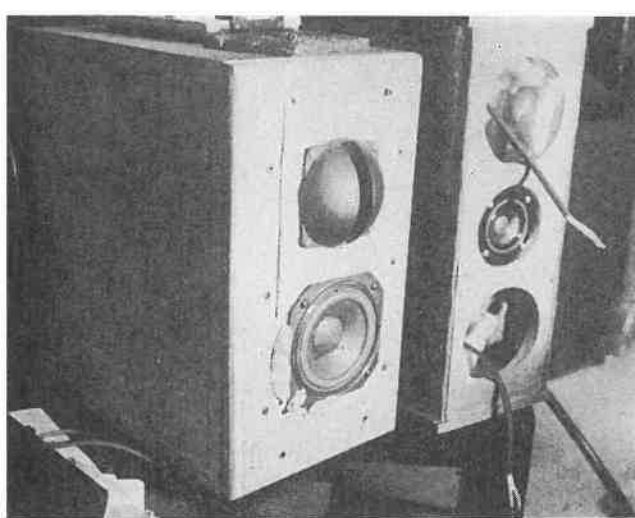
音圧周波数特性の違いと異り、位相はいわば虚数部の変化であり、同じように繰返し体験をしても、メモリーができていくのではないかと考える。

同じ位相回転でもクロスオーバーの狭い帯域で起る急激な変化は、その帯域にある間接音が直接音にまつわりつく現象——音圧特性がフラットでもピーク感の存在——として聴き分けることができる。

試聴の繰返しでわかったことをまとめてみると、



<第13図> 位相回転と音のイメージ



▲FW100とPM12Aの組み合わせ例

1. 各ユニットの振動板の位置は、揃えた方がよい。たとえクロスオーバーで位相回転があっても、全体の音像は揃えた方が正確になる。
2. 位置合わせの精度は1m/mオーダーで効く。ただしどこがよいかを決めるのはシングル・コーン等との比較しかない。単独では分りにくい。
3. ホーン・ユニットは振動板位置合せだけでは音像が決らない。コーン同志かコーンとドームの組み合わせが音像を決める上では有利である。

今回の実験では、トゥイータにホーン型、ハイル・ドライバ、コーン型の3種の形式のユニットを使ったが、ホーン型とハイル・ドライバは、コーン型に比べるとやや音色にキャラクタが感じられて、コーン型同志の組み合わせほどにはリアルな音場感が得られなかった。これは推測だが、ユニットからの音の波面の拡がり方が、駆動方式の違いで異なるものと思われる。感覚的にもウーファとトゥイータが同じ形状・方式で統一されている方が具合がよさそうだ。

他のコンポーネントの影響

筆者がここ2~3年実験してきた体験から、間接音の正確な再生には、従来の音の鮮度を高める手法の中にも見逃かせない要素が少なくないことを感じている。この中でもアンプのクオリティはウェイトが大きく、±電源と増幅段ごとに電源トランスまですべてを独立させる方法や、配線材、振動防止などが性能に大きく影響することがわかっている。

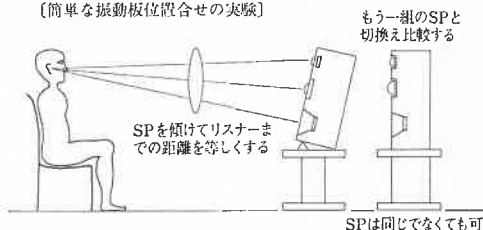
スピーカ・ケーブル、信号ケーブルについても同様で、アース回路も含めて、信号径路の中に非金属介在物=半

◀第14図▶
使用できそうな
ユニット

150~200Hz		3kHz	
出来れば6dB/oct		6dB/oct	
●ウーファ 何でも可 20 ↓ 30cm デッドマス付 30 ↓ 50#密閉箱	●スコーカ P610BD 4A70 10F10 UP103 FW100 FW120 etc	●トゥイータ TW503 FT55D FT38D TW25 TW503	

◀第15図▶

【簡単な振動板位置合せの実験】



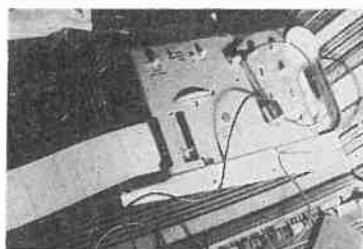
SPは同じでなくても可

導体的要素を持つ結晶粒界ができるだけ少ないことが望ましい。

レコード・プレーヤ、カートリッジ、CDプレーヤ等についても同様なケアが必要で、中でもカートリッジのあり方は、アナログ全盛時代の設計理論がこの面からは間違っていたといいたくなるくらい、正確な信号をピックアップしてくれるものが少ない。これらの重大な問題は、今回の主旨から若干はずれるので、いずれ別の機会にレポートすることにする。

新しいシステムの可能性

大ゲサではなく、今回の実験機から出た音に、筆者はすっかり取りつかれてしまった。ミディゴンの上半身は結線をはずしたまま、バラック作りのオール・コーンに主役をゆずろうとしている。スピーカ・システムとの取組みはオーディオ・ライフの中で半分以上のエネルギーをさく、いわば主役であり、それだけに見た目の豪華さを否定し切れないものではある。日本中のほとんどのマニアが、象の鼻のようなホーン・ユニットと格闘し、中には屋根をつき破って低音までホーン化しているのを見るにつけ、オーディオは音だ



▲使用したテクニクスSH8000

けに非ずの感を強くするのだが、出て来る音がほんとうによいかどうかは保証の限りではない。

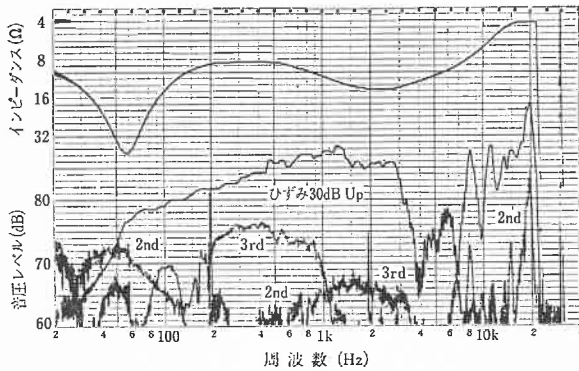
音圧周波数特性をほぼ平坦にすることは今日でも大してむずかしいことではなくなったにもかかわらず、出て来る音は時としてピーキーであったり、梅雨空のような暗く重く、ドロンとしていたりするのは、先に述べたもう一つの重大な問題が抜けていたためではないか、と思う。

今日の実験で使ったトゥイータは、僅か1.9K円の見るからに貧弱なものだが、出て来る音は、『鬼太鼓II』の太棹三味線など、何kgという巨大なマグネットを抱えたホーン・トゥイータでも及ばないほど鮮烈なものである。重さはわずか300gなのに。

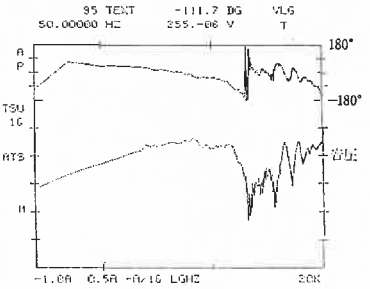
従来、スピーカ・システムの設計手順は、ウーファからトゥイータまで特性のよい帯域を使って、3~4ウェイにまとめる、お互いのユニットの音はオーバラップしないようにシャープに切る、というのが定石であった。ウーファは大口徑のものを、できるだけ大きな箱に入れるのも常識であった。

今回の実験の結果は、こうした定石や常識を否定するものばかりである。ユニットの選定はミッド・レンジ用を中心に、トゥイータとウーファはできるだけ可聴帯域の外でつなぐ。具体的にいえば150Hz~5kHzを1ユニットで固めたい。当然フルレンジ・ユニットの中から探すことになる。

この条件を満たすユニットは簡単には見つからないが、もしメーカーが新しく設計するならばそうむずかしいこ



◁第16図▶
FW100×2+TW
503 システムの無
響室特性



◁第18図▶
インパルス・レス
ポンスでのf特と
位相特性

らもない。いや、直接音の質を下げないノウハウは従来の努力の蓄積の中にいくらかも残っているから、必要な時に必要なだけそれを活用すればよいだけのことである。

最後になったが、読者諸氏が手軽に実験することのできる3ウェイ・システムの例を第14図に挙げておこう。ネットワークはいじらずに振動板の位置合わせ実験だけをやってみたい方は、スピーカー・システムを7~8度後に傾けるだけでも確認はでき(第15図)、もう1組通常のシステムを用意して瞬間切換えをすればよい。

※

編集部を通じて位相特性の測定をやってくれるところを探していたところ、オンキョーの由井さんが引受けてくださり、原稿のメ切りにデータが間に合ったのでFW100+TW503システムの特性を第16~18図に示しておく。

カタログ・データを参考に机上で設計したため、音圧特性はヒドイものである。ウーファは3kHz止まり、トゥイータは軸上はほぼ平らであることがわかったわけで、この組み合わせで音圧特性を整えるには第19図のネットワークが必要になる。ただし、位相特性はかなりよく、クロスオーバを改めればさらにより特性が得られよう。

低域の無響室特性は教科書どおり、 f_0 から 12dB/oct 下りとなっているが、インパルス応答から展開された低域は f_0 以下も傾斜は 6dB/oct のままである。リスニング・ルームのデータと合わせ、この辺は専門家の御意見を伺いたいところである。

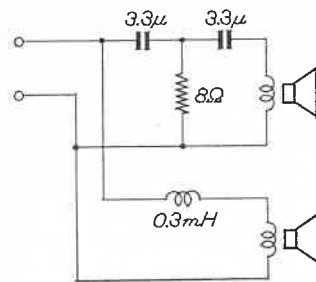
の入口に立ったつもりである。これからもう一度少しづつこのルートに登って、2チャンネル・ステレオの世界が一望できるところまで行きたいものだ。

ま と め

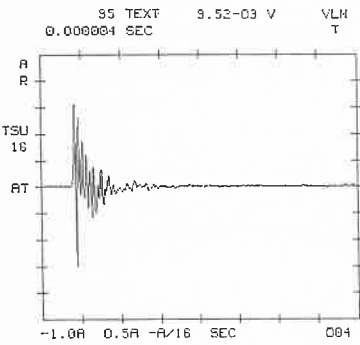
今回の実験は、スピーカ・システムでは定説となっている問題、 f_0 と低域再生限界、小口径ウーファでの低音再生、バフル効果、そして認知ができないのではないかとされていた位相回転の差などについて、少なくとも現象的には定説に逆らう状態を体験することができた。

従来私たちは直接音を高い鮮度で再生することがハイファイの究極と考え、莫大な時間とコストを注ぎ込んで来たわけだが、その結果は周知のとおりであって、投入エネルギーとは比較にならないほどの成果しか得られない。分解能は高まって、間接音を手に入れようという試みは失敗だったのではないだろうか？

オール・コーンの3ウェイ・システムなどからよい音が出るわけがない、という思い込みから放たれて、位相フラット化の世界に入るといことは、直接音重視から間接音の正確な再生への道を歩み始めることであって、そのために直接音が犠牲になる部分はいく



◁第19図▶ 改良型ネットワーク



◁第17図▶ インパルス・レスポンス

とではない。5kHz から 6dB/oct で使えるトゥイータも探すとなると意外に少ない。それもコーン型などと注文をつけたら、ダイアトーンの TW-25 くらいしか見当たらないが、メーカーならこれも話は別だ。150Hz のクロスオーバはフル・レンジにはあまり問題のないものだし、デッド・マス付のウーファと小型キャビネットは、スペース・ファクタと低音のクオリティを両立させてくれる。

一つだけ気掛りなことは、今日のソースが、あまりにも音場、つまり正確な間接音情報の収音に無関心なことである。従来のシステムでは聴き分けられない空間情報が、スピーカ・システムがこのような方向に進むと問題になる。生の音楽体験にない無気味な音場感は、聴き手をひどく不安にするからだ。かといって、新しいスピーカ・システムの音が、通常の録音を従来システムにより悪い音で再生することは決してないことは保証しておく。

従来の方式で登りつめたと思った頂上で、眼前にそびえ立つ位相フラットの別の頂きをかい間見た思いで、私は自分のスピーカの歴史を一気に30年も遡って、位相フラットの新しいルート