

【連載：「NH ラボセミナーより」第2回】

たまご形スピーカー

NH ラボ (株) 茶谷 郁夫

本連載第2回目は、たまご形スピーカーを中心に生い立ちから検討内容の説明、それと次回作への違いを簡単に述べる。連載の2回目としては責任重大、しかも1回目の記載内容は昔話と聞き流してはいけないのである。これは一緒にやっている我々への中島さんからのお告げとして記載しているのである。と同時にオーディオを愛する皆様への切なる願いであろう。

スピーカー屋のさがでどうしても音を聴いてしまう。音の細かい違いを大切にしてそれを積み上げる訓練をしてきたさがで聴いてしまう。そこではじめに“音楽を聴け”となる。

一応、不肖の弟子の一人として未だに音楽会に月一で行っている、努力はしているとの報告をさせていただく。

次に“閃いたら直ぐやれ”となる。これはもっと厳しい、もちろん格別おいしい寿司をご馳走になってしまっているのもこれも”遅い”とのお叱りと理解した。

さて最後の“背中を追い”が大変である。これには能力が必要となる。何時も思うのだが、中島さんと我々では何時までたっても年齢差30年が埋まらない。未だに我々は(定年すぎの初老年ですが)若造の仲間に入る。せめて三尺下がって師の影を踏まず程度である。

■ 自己紹介：

先ず私が何者なのかの紹介から始めさせていただく。ソニーに入社して卒業(退職)するまで32年間スピーカーの開発一筋でやってきた。最初の3年間の中島さんの下で純粋?研究をした。3年目にスキーで骨折し、その頃の会社の暗黙の内部ルールで配置転換、事故後は事業部での商品設計となった。はじめは3Wayスピーカーシステム SS-G7のユニット、キャビネットと吸音材の検討、そのときのユニットはBD(バランスドライブ)で、特性が良く音も明確だが、意外な事に特性が良いのに使える周波数範囲が狭い感じがした。その後は平面振動板をスイートスポット駆動した物で、これも特性がなかなか優れた物であった。平面振動板は優れた特徴を有したが、振動板に厚みが必要となり、低域は良いのだが高域に癖がある印象がした。ものすごい平面スピーカーのブームが起こったがその後だんだんと減り、最後にお店で言われた一言が印象的。“他と違うから良くない”。“はっ?”と言う感じだった。それまで何処へ持っていっても、「もっと特徴の有るものを作ったら?」、「らしさ」が感じられるものを」と言われてやってきたのだが…。最後に平面ウーファーとドームユニットを組み合わせたシステムも作り、苦勞していた。その後、振動板が軽く全面駆動しているコンデンサースピーカーにたどり着き、1本100万以上の商品までやらせてもらった。とにかく良い時代だった!

その後はそれまでどうしても出来なかった20kHz以上を再生するツイーターを開発することができるようになり、50kHz、100kHzのツイーター競争となった。このときに20kHz以上の音の効果も色々と確認した。そこで卒業。

卒業後も悠々自適などと言うことは無く、犬との散歩が主な仕事？も1年半で引退し、某アジアメーカーおよび国内の会社に拾ってもらった。この国内メーカーで中島さんと再会し、“温めていたたまご形スピーカーをトライさせてもらえる事になった。”ここからさらに10年ほど仕込まれているわけである。

■ 生態模倣：

たまご形自体は昔からあり、みな魅力を感じていたようだ。むかし（確か）ビクターがオーディオフェアで3wayのたまご形スピーカーを開発し出していたように記憶している。最近までフォスターの自作マニュアルの表紙にもたまご形スピーカーが出ていた。それがなぜ主流にならなかったと言え、作り難かったからだろう。私も長年温めていたので、そろそろ今までの殻を破って生み出したかったのが今から8年ほど前だ。たまご形は形状から、音響特性が素直で、軽くて強いキャビネットに出来る予測があった。

はじめに従来のコーン形ユニットをたまご形と長方形のキャビネットに入れて音を聴いてみた。たまご形のキャビネットでは高域の音が柔らかく、声がナチュラルで聴きやすい特徴がある。さらにステレオにすると音場感が広く豊かになる。回折効果により周波数特性が変わることは知っていた。ただ、どのスピーカーも同じように影響を受けるし、聴く位置（30度）では特性変化も小さいので、それほど大きな影響とは思っていなかった。

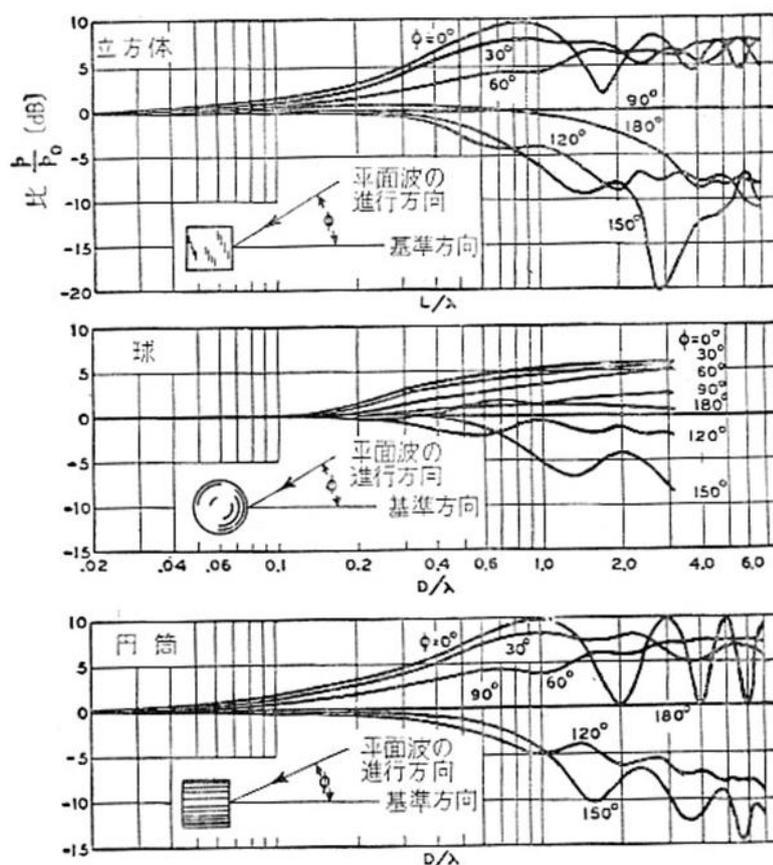


図 1. 回折効果による特性変化 (Muller, Black, Davis による)

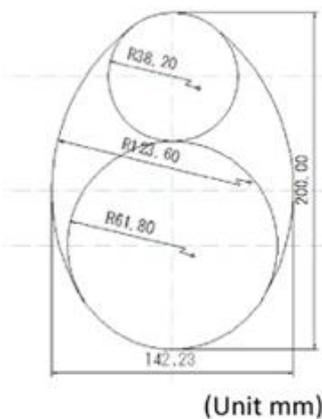
回折効果は低域からだんだんと影響を受け、最終的に 6dB アップの特性に落ち着く。しかしそこまでの間で 4~5dB もの特性変化を引き起こす。つまり、ほとんどスピーカーから出ているのと同じぐらいのエネルギーが回折効果として放射されているのだ。長方形キャビネットでは音が硬く高域に強いノイズのような“シッシ”という音がのる。

私が温めていた証拠の写真を二つ、セラミックと無垢材のたまご形スピーカーである。(写真1) 今から 30 年ほどだろうか。この時代に私が学んだ事の一つに「音はデータだけでは分からないはなはだ感覚的なものである」と言うことがある。そのためだんだんと技術者から感覚人間になっていった。「音を聴いて何が原因で何処を直せば良いのか」判るように訓練していった。昔のたまご形スピーカーはどちらも 2 Way。商品として出すにはその完成度を 120%にしなければいけない(注: 120%にしておけば量産になって少し性能が落ちても、お客様が認めてくれる範囲に入る。だから 120%)。そのため可聴帯域を分割し良い所取りの 2 Way。そこで一言、中島さんのお告げ「一つ(フルレンジ)でやったら? 形も見た目にも美しいほうが良い。黄金分割比を使用しよう!」。確かに昔の物はとてつもなくセンスの悪い形である。機能は有るが美が無い。

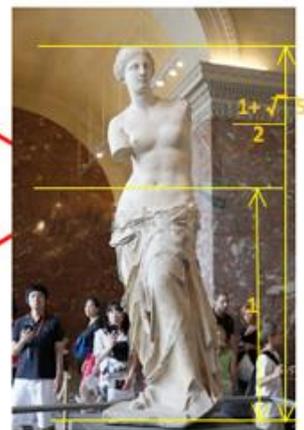
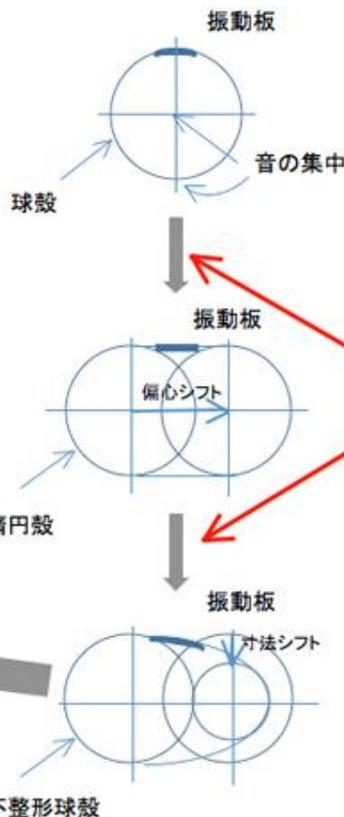


写真 1. 昔のたまご形スピーカーの 2 体
2 way たまご形スピーカー試作
セラミック(左)と木削り出し(右)

黄金比に基づくたまご形



黄金分割とキャビネットの基本寸法



ビーナスシフト

図 2. 黄金分割とビーナスシフト

「ユニット一つでやるにも、フルレンジはなかなか難しいですよ！」どうするか？

今の主流派小型のスピーカーで家庭用の音量で楽しめる物。束縛条件を逆手にとってその範囲で何とかすると決める。最初はその当時流行の 5.5cm サイズも考えたが、せめて 8cm はないと声の暖かさが出ない。最初の試作は実は 8cm 相当。その後音を聴いてもう少し声のエネルギーが欲しくなり次の試作でこっそりと 9cm 相当にサイズアップした。

はじめの試作はなんと数 kHz までしか出なかった。そこで昔やった平面振動板の駆動点の比率と、さらに日立さんが最後のほうにやられていた多点駆動を思い出し、追加で一工夫した。結果、20kHz まで何とか出るようになった（その後の改良版では-10dB で 40kHz も実現）。大きさはこだわって恐竜の卵サイズにしたが、実はこれが私の顔の大きさにそっくり。人間の顔も口が有り、そこから出た音がスムーズに広がっていく構造になっている。違いは胸の共鳴体が無いことぐらいだ。その後エレファントバードと言うダチョウ？の大形が最近（12 世紀ごろ）までいたことを知った。そのサイズは高さで 2 倍ほどの大きさとのことで、その後ウーファアの試作に活かした。

■ 付帯音:

このスピーカーは S/N が良いと言うと、何が違うかいぶかしがられる。来た信号を出しているだけだから歪みがあっても、「N（ノイズ）とは何か？」と。これは追加される不要な付帯音のことである。スピーカーの振動が色々な付帯音を作り、もとにない音で邪魔をする。窪みを取り回折を削減し音響的付帯音を減らしたが、振動対策はまだ不足だ。（吊るす方法は後々紹介する）キャビネットが振動し、その振動が伝達して床をゆすり、音が伝搬して壁をゆする。キャビネット内部でも空気が共鳴し共鳴した音が振動板を通して外に漏れ出る。

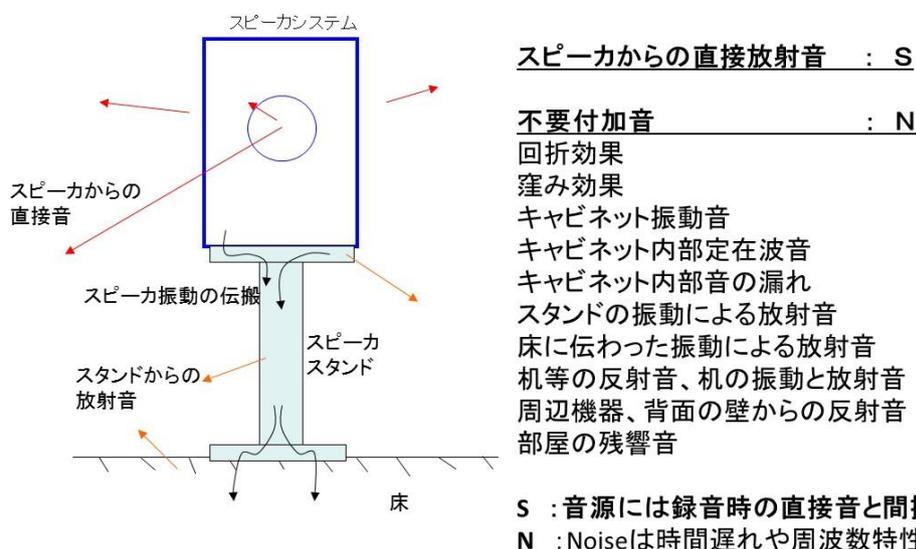


図 3. 直接放射音 S と不要付帯音 N

キャビネットの振動とキャビネット内部の空気振動を考慮してたまご形とする。はじめ球を考えたが球の焦点に音がかたまるのがいけない。球の次は楕円体だがこれも焦点が 2 つあり気になる。ここでビーナスシフトという黄金律を再度適用し理想のたまご形を作る。（図 2）

曲面振動の良さは実は振動板にも当てはまる。たまごの殻の一部を振動板そのものにする。振動板も曲面にすると同じように不要な鳴きが少なく、鳴いてもすぐ収まる。そこにさらに制振効果のあるワニスバイオリンのニスにあやかって塗布した。仕上げのお願いである。曲面の振動に対する論文があり、強くなりそして静かになるとの確証を得た。曲面振動は鳴き難く収まりやすい特徴がある。

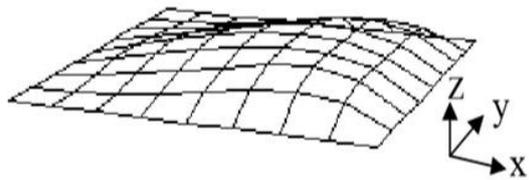


Fig.5 Optimized geometry of the plate (exaggerated vertical scale).

音響出力低減を目的とした振動板の
曲面形状最適設計とロバスト解の検討

横浜国立大学 金田 章 他

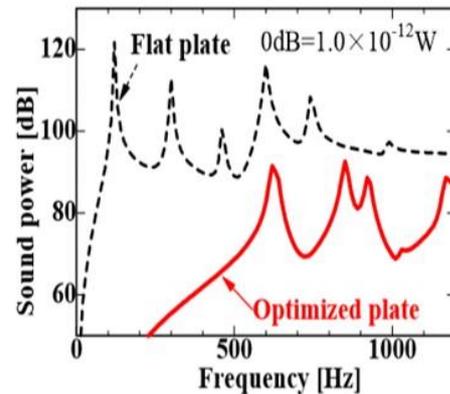


Fig.6 Sound power response for the optimized plate compared to the original flat plate.

図 4. 曲面振動

■ デザイン：

私はめったに喧嘩しないが、デザイナーと喧嘩したことがある（告白）。負ける喧嘩はしないようにと教わっているし、弱いからである。

何処の会社でも同じと思うが某社でもデザイナーは強い。それなりにうんちくを傾け形の美しさを強調する。ほんとかね？といつも思う。

今から3年ほど前、秋葉原の老舗オーディオ店でスウェーデンの工具デザインの考え方を聞いた。そこでは、デザインとは機能美の追求で形だけの物はデザインではない。ふと合点が行った。昔関わった多くのデザインは形の追及どまりであった。スピーカーの場合音を良くするための機能美の追求が必要なのだ。だから機能に関係しないところは幾らでも妥協すべきである。音を悪くするような機能を損なう所は闘うべきなのである。

■ 形が音を決める：

オーディオ商品は響きを扱う。したがって形が響きの質を決めてしまう。もちろん材質も大切。重量も大切、色も大切なのである。「えっ！色や表面処理は関係ない」と言いたいが振動と空気の立場で考えて欲しい。大つかみには振動体と空気とのインピーダンスマッチングで放射効率が決まる。ところがバイオリンとニスの関係のように（もっとも最近ではニスの役割は低いと言う説もあるようだ）表面処理で音の艶が違って来る。つまり表面処理で決まる。だからつや消しなのか光沢なのかは設計者に決めさせて欲しい。色でも違う。「そこまで言うては言いすぎでしょう！」と言われるが塗料に入っている白の材料と、黒の材料は違う。したがって白は白い音がするし、黒は黒い音がする、材料が違えば響きが違うのである。

特に形の違いは大きい。本当は、すべてのオーディオ商品は四角い箱に入れてはいけないのかもしれない。四角い箱に入った音の良い楽器があれば考え直すが、鉄で囲まれた機器を木の箱に変更し更に曲面仕上げとすれば、響きがずっと柔らかくなり暖かくなり親しみやすくなる。これは請け負う。オーディオ機器の基本としては電源の安定化とノイズの低さと振動の少なさ、であるが響きの良さを生かすには形が大切。これは理屈ではなく感覚なのである。

■ 内部音圧：

「キャビネット内部の音がどの程度漏れてくるか」を考えた事がありますか？

キャビネットを丈夫にすると音が良くなる。でも肝心の振動板は薄くて軽くて丈夫が良いと言われている。これでは遮音が取れない。低域ではほとんど遮音が取れていない。これは予想外でしょう！板の遮音量の評価は透過損失のグラフとして出てくるが、キャビネットのように小さなサイズでは低域で少し違ってくる。空気圧で駆動された板には横波が発生し、横波の伝播は周波数の平方根に比例して小さくなる。したがって周波数が下がると共振が起こり、遮音が悪くなる。更に周波数が下がると駆動する波長が長くなり、板の曲げ剛性が効いてくる。構造体としてしっかり組み上げると曲げ剛性が効いてきて、更に遮音が良くなり良い箱となる。

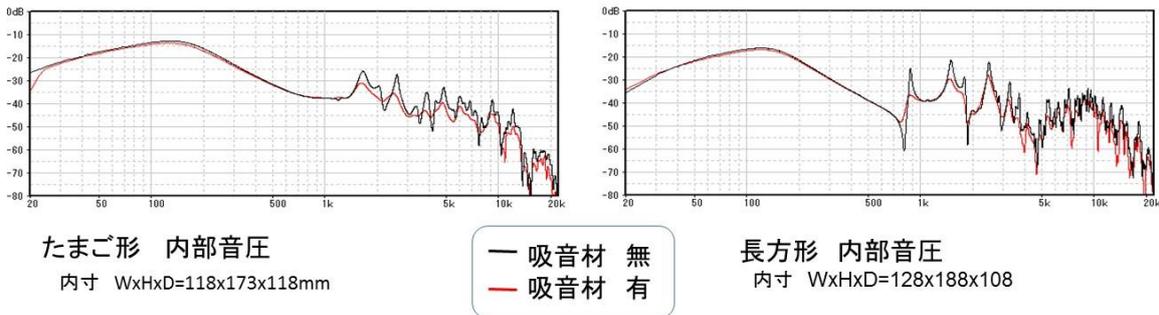


図 5. 内部音圧 たまご形と長方形

内部の音がどのような物か音圧測定と録音を試みた。セミナーではキャビネット内への漏れ音と内部定在波の音を聴いてもらった。長方形の箱は内部も「四角い音？」がする。角が強く硬い音だ。定在波は響きが長く強いエコーとして聴こえる。箱鳴きも箱の内部の鳴きもどちらも良い響きにしておく必要があるということを感じた。漏れ音の測定は、音のある空間にスピーカーを置きキャビネット内部に付けたマイクで拾う。図 6 ではどちらもコーン紙振動板の場合である。長方形 BOX の中高域での遮音の悪さが目立つ。

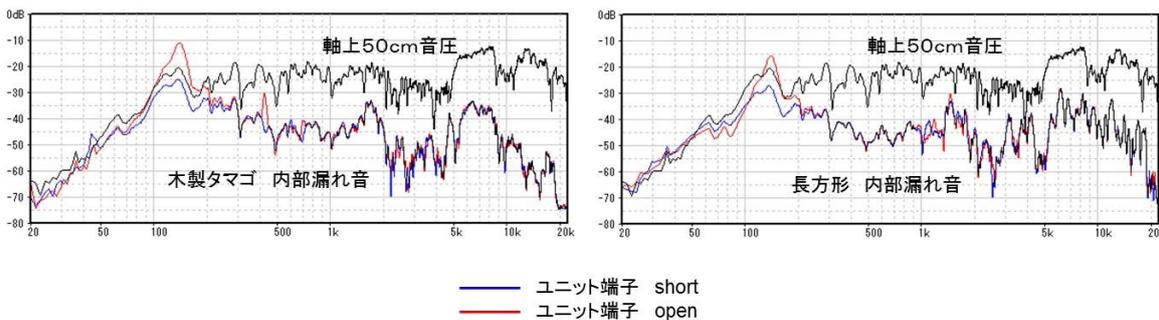


図 6. 外部の音と内部に漏れてくる音

■ 音の放射：

凸振動板にしてたまご形キャビネットにすることで放射特性がきれいになる。指向性は左右120度まで良好。放射音をレーザードップラー測定で見ると図7のようにスムーズである。長方形キャビネットではバッフル面の角部の影響とコーン振動板の影響が波面の乱れとして見える。たまご形の方がずっときれいに同心円状に音が広がっていくのが分かる。

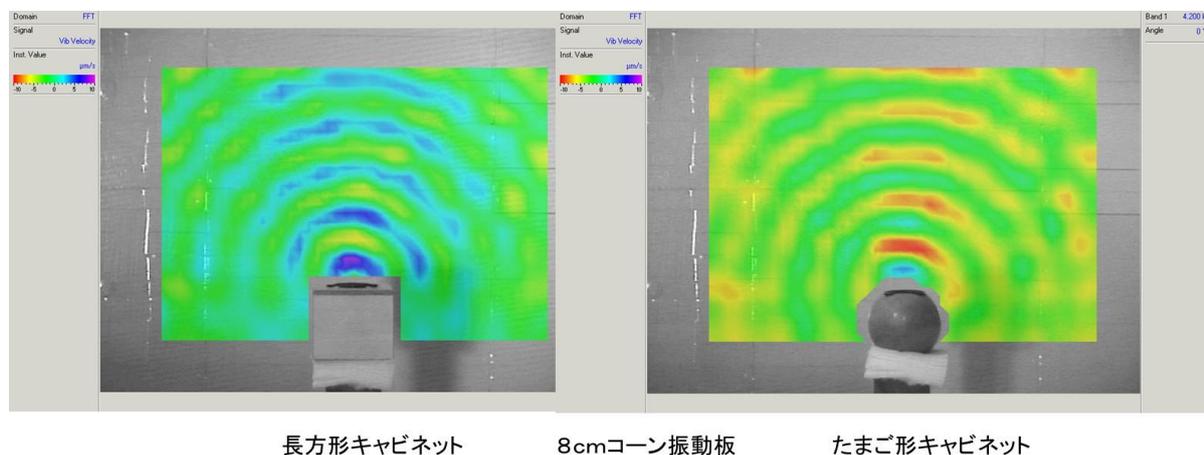


図7. 放射音の伝搬特性

■ 耳の機能：

今から3年ほど前に輸入オーディオショーで今年は各社調子が良くないと感じたことがある。良いと感じるブースはどうやら正統派の木箱に納めたスピーカーの場合であった。この場合、私はきっと好みで選択していたに違いない。また最近凄いなと感じることが少なくなった。調整する人材が不足しているように感じることもある。

別の話であるが、家族で電気屋に行き冷やかしてTVの画質を見ていた。家族は4Kがずっと良いと言う。私には違いが感じられない。何のことはない目が悪くなったせいであった。もう8Kだろうがなんだろうが楽しめなくなった自分に愕然とした。音はまだ分かるという自信があるのだが。

中島さんに10数年前に超高域の有りなし比較の試聴に参加していただいた。80歳過ぎと思う。そのときの感想が凄い。20kHz以上ありで低音の音まで変わると言われたのである。この事とその後の経験でも、静かに音を聴かれ細かい事は言わないが、良い方向かを指示くださる。また自分の経験を考えてもどうやら耳の周波数特性劣化と判別能力は別であり耳が悪くなった分だけ何処かの感覚感度を上げ補正しているようだ。それまで生きてきた経験を生かして普通に聴こえるように調整しているらしいということだ。オーディオはご老人でも楽しめる。Hi-Resをご老人でも楽しめる物にまで仕上げていくのは、老人の仕事かもしれない。TVで4K、8Kと解像度を上げても目の悪くなったご老人には楽しめない。一方音はどうだろうか。耳が悪くなったご老人でも違いが分かり楽しめるような気がする。耳の機能は周波数特性や感度だけではない。音楽を楽しむように進化した人間は情緒的な感性が高いのである。したがってHi-Resの良さは判るのである。

最近思う、年寄りになり目が見にくく、意見が通り難く、声が聴こえにくくなるのは、見猿、言わ猿、聞か猿にしてくれているのである。

■ ご要望？

新たまご形スピーカー発売の顛末はこうである。初代たまご形スピーカーはおかげさまで好評をいただきそのユニークな特徴は他では出せない特別な物であると認めていただいた。もっと大きさに言うと、このスピーカーのような形でないと言場は出てこない。よく富士通テンのスピーカーと比較されるが基本の考え方は一緒である。ただ違いとして振動板を特別な形とした。ここは挑戦である。振動板の形状をキャビネットのたまご形の一部と同じにして出来るだけスムーズに音が放射できるようにした。キャビネットの一部が振動している、この状態を作りたかった。

これはたぶん世界で唯一つであろう。そして私は出来るだけシンプルに作りたかった。出来れば安く作りたかった。世界で唯一つだから世界一良いとは言わない。その事のメリットとデメリットがあり、良いかどうかは作り手の意思と聴き手の満足にあるから。

出来上がった物が世界で唯一つのスピーカーである事は自信を持って言える。なかなか好評である。今後とも継続を望む声も多く、NH ラボでやる事を決断した。今度の物は今までとはっきり違いがある。感度が 3dB ほど高く高域は 20kHz 止まりである。全体に低いほうにシフトし可聴帯域をより充実させた。低域を 50Hz からとしパワフルさを追加した。感度アップと合わせて、結構鳴るスピーカーにした。一回り大きな物の要求もあるがフルレンジで 20kHz を死守すると 13cm が限度。いずれやりたいサイズでは有る。今回は可聴帯域に限定し、もし不足するようであれば低域と高域の追加で逃げる。聴こえない高域を他から出す事は確認済みで問題ない。サブウーファーは良いものがないか探しているがなかなか難しい。音色が違うのである。これも今後の課題である。

最近ヘッドフォンの人気が高いようだが、ここでご忠告。ヘッドフォンでは音場が出ない。また定位情報もスピーカー再生と違って来る。また可聴帯域以上の高周波成分での脳の活性化もヘッドフォンだけでは良くなかったと報告されている。

是非スピーカーを使用して、部屋の問題、音漏れの問題、個人の楽しみ等課題はあるが、気楽に小さな音量で音場豊かな音楽を響かせてほしい。このスピーカーは小音量での分解能が相当に良い。スピーカーから離れても放射特性が広いため音圧が下がらずどこの位置でも楽しめる。それでいて近くで聴くことも可能で、仕事場の PC デスクの隣にステレオセッティングしその音場に首を突っ込んで生々しい質のニュアンスと雰囲気を楽しんで欲しい。

くれぐれも誤解の無いように。ヘッドフォンが良いと言っているわけではない。音場感以外は歪み感、低音感、質感などどれをとってもスピーカーに勝る。だいたい、試聴環境の影響を受けない。試聴環境は「貴方の耳そのものですから！」。ですから両方使用していただきたい。



ド 木目



白



黒

写真 2. 木製吊りスタンド使用時
38

例えば木でスタンドを作ると多くの人が良いと言う。これはオーディオ的に良い音になるからである。一方金属の塊でスタンドを作るとまた多くの人が良いという。しっかりと細かい音まで分かる。これはオーディオ的に良い音であると同時に生々しい。余計な音が少ないと言う意味でHi-Fi的に良い音だと思う。私も木のスタンドは好きである。でも鮮度を考えるとHi-FiはHi-Res（ハイレゾリューション）につながるように思う。両方共良い音なのであるがHi-Resは好みと音楽性を別にして、少なくとも良い方向の音“良い音”なのである。日本オーディオ協会のHi-Resの考え方が海外でも賛同を得たと聞く。その時も“良い音とは別です”と言ったのだろうか？これからオーディオ業界はHi-Res一色で世界に乗り出していくわけですから、その時“Hi-Resは音が良いからこれからの主力になる”と言ってほしかったのは私だけではないだろう。

■ 次世代へ：

さて次回は次世代の風間道子にバトンタッチして、試聴室のお話を紹介する予定である。よろしく！

■ 最後に：

中島さんが94歳で会社設立されたのは、ギネス級ですよ！

参考文献

- ・ Muller, Black, Davis “The Diffraction Produced by Cylindrical and Cubical Obstracles and Square Plates” JASA 1938 vol10 No1
- ・ 横浜国立大学 金田 章 他 “音響出力低減を目的とした振動板の曲面形状最適設計とロバスト解の検討” Transactions of JSCEA, Paper No.20020008

筆者プロフィール

茶谷 郁夫（ちやたに いくお）

1947年生まれ。1972年早稲田大学理工学部卒業。同年ソニー（株）入社。2006年ビフレストック（株）入社。2015年NHラボ（株）入社。現在に至る。

スピーカーひとすじ。趣味は園芸、木工、読書、スピーカー創り。