

近接リスニングに最適なタマゴ型スピーカ TGA-1B1/b

ビフレストック株式会社

茶谷 郁夫 瓜生 勝 高田 寛太郎

久しぶりにドキドキしています

最近のハイレゾリューション音源は、久しぶりにオーディオの楽しみが蘇ってきた感じがします。このドキドキした感じは、はるか昔、中学、高校時代の自作アンプでオーディオを楽しんでいた時以来です。もちろん再生はレコードと真空管アンプそしてFMステレオ。

ハイエンドオーディオの世界ではいまだにアナログが主流です。ここにハイレゾが入ってきた。人間の聴覚の検知限は素晴らしく、はるかに測定器の能力を超えています。そこでデジタル音源をもっともっと良くしようと努力してきた結果、アナログにぐっと近づき、それを超える緻密さ、生々しさを兼ね備えたハイレゾリューションが広まり始めたようです。

デジタル音源の良さはいろいろありますが、私たちはステレオ信号のセパレーション、信号の安定性、何よりも時間精度の高さにあると思っています。それが素晴らしい音場を作り上げてくれる。

今多くの方は、小型、軽量、簡単、便利、それをパーソナルに楽しみたい。そこで、ヘッドフォン、イヤホンが必需品となり、非常に多くの商品が出ています。ただ、音が頭の中で鳴っており、頭外に大切な音場が広がらない。そこで、優れた小型スピーカが必要となってきます。

今回ご紹介する TGA-1B1/b タマゴ型スピーカはこの再生音場の3D(三次元)情報を、しっかりと、安定して、目の前に広げてお聞きいただく為の、強力なツールです。

ご自身の机の上やリビングルームに設置し是非ご確認ください。

第1報では

すでに2010年のJASジャーナル1月号で概略報告させていただきましたので、今回はMK IIに向けての改良点と、今時代は近接音場を楽しむ流れにあるのでその為の特徴をご説明します。

前回は1、タマゴ型キャビネットの振動特性とその優位性、2、凸振動板の優位点、3、放射特性、指向特性の優位性、4、時間精度の大切さ、等を説明いたしました。

今回は、最大の改良点である振動板に使用した塗料のお話、現時点でのマーケットの方向、そして再度、タマゴの形状をどのようにして決めたか、他のスピーカにはないユニットの特徴等を説明させていただきます。

Sound Tuning Varnish Coat 振動板

スピーカの振動板に用いられる材料には、高弾性、高内部損失および低密度の物性が要求されます。低音～高音まで広い領域を一つのスピーカで再生するフルレンジスピーカでは、高音域再生における振動板の分割振動で生ずる再生周波数特性のピークディップが音質に大きく影響しま

す。ピークディップの大小は主に振動板材料の内部損失によるもので、内部損失の調整が重要な音質調整の技術となります。これは振動板のダンピング材と称される高分子材料を主成分とする軟質材料を、含浸あるいは塗布することで行います。

今回は新規高分子材料、「環状高分子材料：スライドリングマテリアル」を主成分とするダンピング材「Sound Tuning Varnish」を開発し、振動板の内部損失の調整を行いました。

環状高分子材料：スライドリングマテリアル

これまでの高分子材料は図1に示した様に高分子鎖間が化学的に架橋し、結合点が固定化されていますが、これに対して環状高分子材料は、図2に示した八字環状分子の各々のリングの中心を高分子鎖が貫き、二つの高分子鎖がリングによって架橋されます。

八字リングによる架橋は高分子鎖が直接結合しておらず、架橋点が固定されることなく伸縮の負荷に対して自由に動くことが出来る構造です。この特異な構造が、これまでの高分子材料とは異なる力学特性を示し、微小振幅、高周波数振動における内部損失の増加に寄与しているものと推測しています。

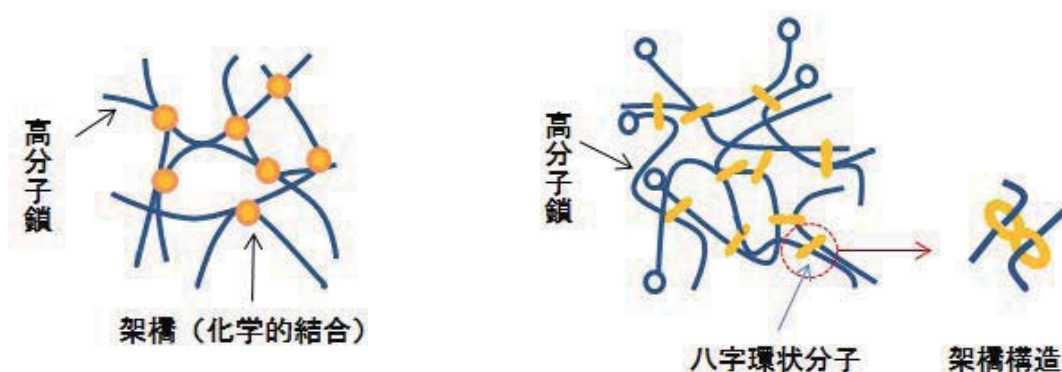


図1 従来高分子材料の架橋構造

図2 環状高分子材料の架橋構造

Sound Tuning Varnish の効果

Sound Tuning Varnish (以下、STV と略) を ABS 板 (長さ 100mm、幅 10mm、厚さ 1mm) に厚さ $20\mu\text{m}$ を塗布し、弾性率と内部損失 ($\tan\delta$) の周波数依存性を塗布前 ABS 板との比較測定を行い、結果を図3に示します。

弾性率の周波数依存性は比較的少ないが、内部損失は周波数 10kHz 前後から増加傾向が見られ、更に高い周波数領域で大きく増加する周波数依存性を有することが確認されています。

また STV を厚さ $10\mu\text{m}$ 程度塗布した振動板を使用したスピーカの試作を行い、再生周波数特性を未塗布のものと比較測定した結果、STV の高周波数領域での内部損失が増加する特性が反映され、10kHz 以上の高周波数領域において生ずる分割振動によるピークディップがより滑らかになりました (図4)。

実際の設計プロセスでは、振動板への STV の塗布厚は音質確認を行い決定しております。

なお STV は、東京大学から生まれたベンチャー企業、アドバンスト・ソフトマテリアル (株)、日産自動車 (株)、およびビフレステック (株) の3社の共同により開発したものです。

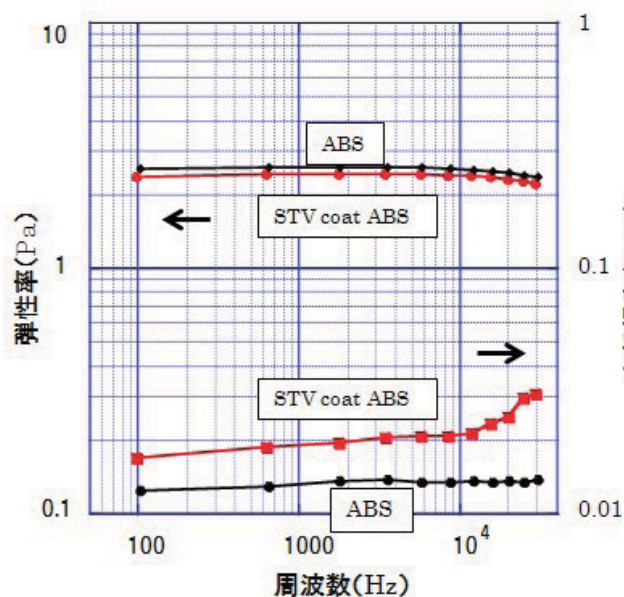


図3 弾性率、内部損失の周波数特性比較

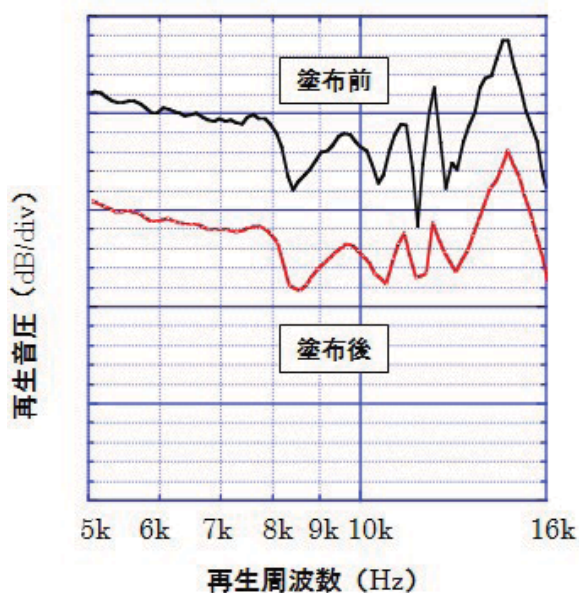


図4 スピーカ周波数特性比較

マーケットの動向

ここで少し視点を変え今のマーケットを見てみましょう。

ポータブルオーディオについては、図5にポータブルタイプのオーディオ機器の国内出荷推移を示します⁽³⁾。これを見ると、1998年以降、まずカセットタイプが激減。続いてポータブルCDの減少が続く。一方、1998年から2004年までコンスタントに年間300万台前後の需要があったポータブルMDも2005年以降急減しています。その後、デジタルオーディオプレーヤーが取って代わった事を示しています。

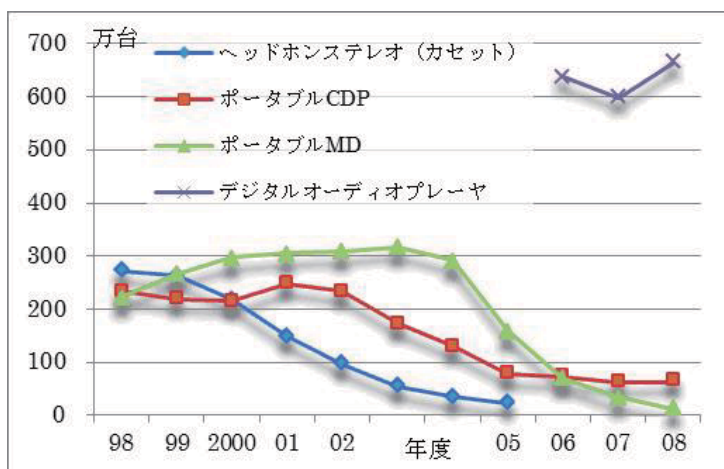


図5 ポータブルオーディオの国内出荷

音楽ソフトは、図6にCDと音楽ビデオの生産数量および有料配信数量の変化を、また図7はCDや音楽ビデオのパッケージ生産金額と有料配信売上金額を示します⁽⁴⁾。CDは毎年生産、販売とも低下傾向にあり、2000年に対して2010年では生産数量で約45%、生産金額で約56%減少しています。その理由は、違法コピーによる正規購入の減少、音楽CDから音楽ビデオへのシフト、音楽配信の利用などが主なものと考えられます。

2002年ころから音楽ビデオが加わり年々増加の傾向にありますが、生産金額ベースで見るとCDと音楽ビデオを合わせても減少傾向は変わりません。

また、2005年から統計データに加わった有料音楽配信を見ると、最初の数年は配信数が急激に伸び、配信当たりの単価は低いが、音楽ソフト全体の生産・販売金額減少を押しとどめているように見えたが、その後の伸びが止まり、ソフト全体としては再び下降傾向に入っているようです。

さてこのように厳しい市場環境ですが、ここにオーディオ的に楽しみなハイレゾリューション音源が登場してきました。PC音源、そしてネットワークオーディオ等で広がってきています。

何時でも何処でも音楽を楽しむ、生活の中に溶け込んだオーディオに、もう一度、高音質の楽しみをしっかりと届けるのがメーカーの使命です。

普通の若い人の中に、圧縮オーディオでは何か不満が有るといっている人が、今はいます。

そこに、安くて良い音のオーディオを復活させたい。

デジタルは何処でも安く、良いものが出来る。

そこにオーディオ的魅力を盛り込みたい。

美しい比率を大切にした、ビーナスシフトのタマゴ型

昔から音響的に優れた理想音源として、点音源あるいは無限大バッフルに取り付けられたピストン音源が有ります。これらはどちらも優れた音源特性を持っています。

点音源に近い球形は中心に焦点があり内部音が残ってしまいます。そこでまずその焦点を“1”偏心シフトし、2つとします。この時の球の半径は“0.618”です。この比率が黄金比です。しかしそれだけではまだ焦点が2つ出来てしまいますので今度は2つ目の球の大きさを“0.382”に寸法シフトします。これら2回のシフトをビーナスシフトと呼んでいます。これにより焦点がボヤケ、定在波も立ちにくく、キャビネットの共振も分散され、程良い響きを得ることができました。形と音の響きが美しい所から、ビーナスシフトと名づけました。

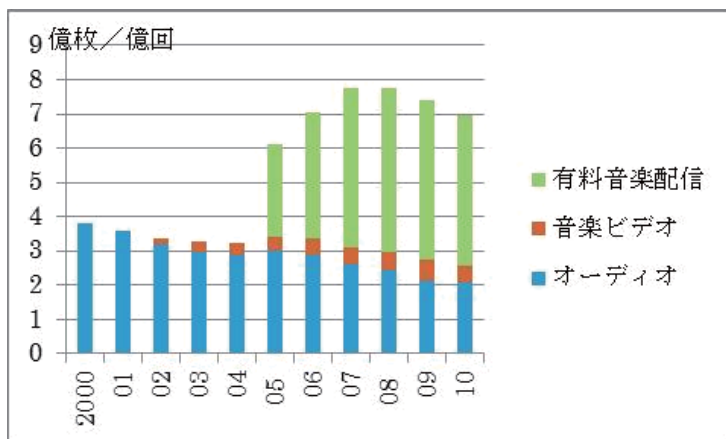


図6 音楽ソフトの国内生産数量と配信数量

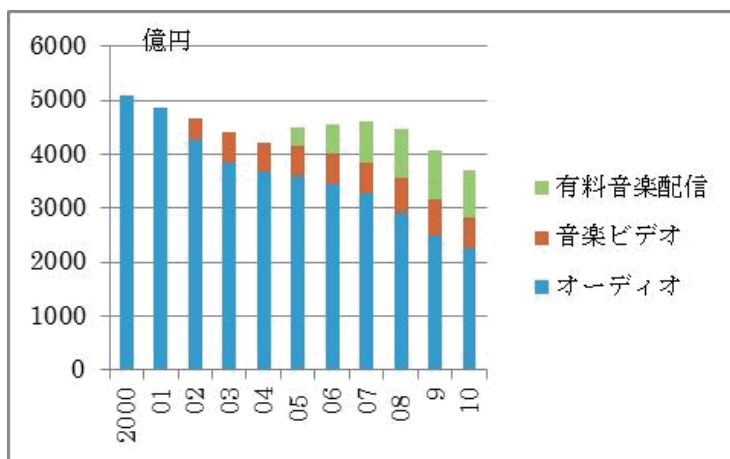


図7 音楽ソフトの国内生産金額と配信売上金額

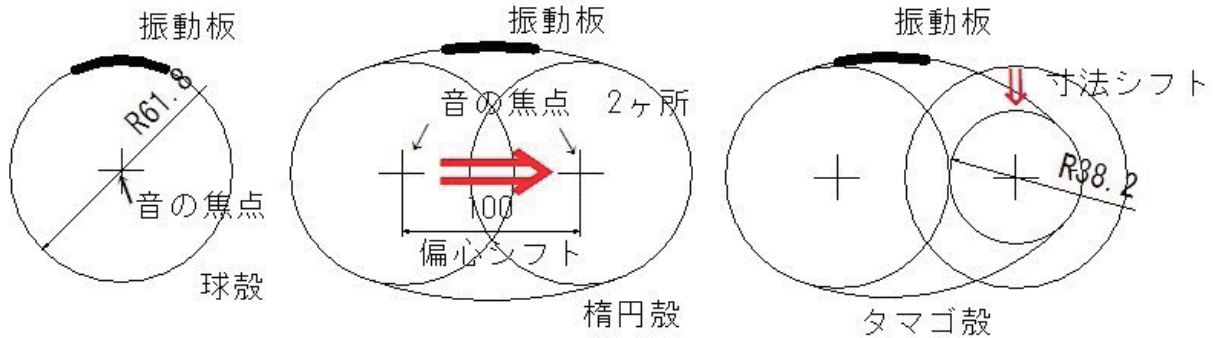


図8 ビーナスシフト

特別な駆動方式

一方無限大バッフルに取り付けられた、理想的なピストン振動板でも周波数特性を持ちます。つまり軸上はフラットな特性なのですが、指向特性は悪くなっていきます。理想的な振動をしているスピーカでもその大きさによって決まる周波数で指向特性が悪くなっていきます。60度方向で -10dB 落ちの周波数を限界周波数とすると、振動板の大きさで限界周波数は自動的に決まってしまう。TGA スピーカは 9cm 相当のユニットですので、通常の設計では 4.4kHz が限界周波数です。そこで特別な駆動を採用し、軸上特性だけでなく、60° 方向の指向性も改善しました。

図9に軸上特性 40kHz まで伸びている TGA ユニットを示します。この高域の伸びが今までにない透明感をこのスピーカに与えました。

図10は 6cm 相当のコーン型ですので限界周波数は 6.5kHz 程度です。計算通り指向性が悪化しています。また高域も頑張っているのですが 10dB 落ちで 15kHz 程度でしょうか。

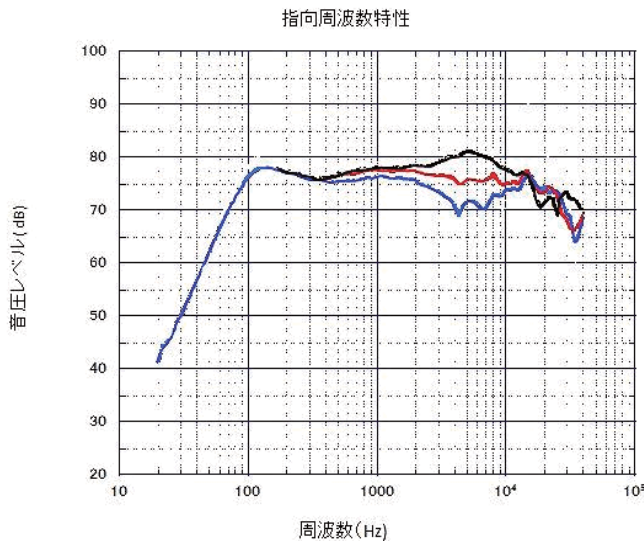


図9 TGA スピーカの指向周波数特性

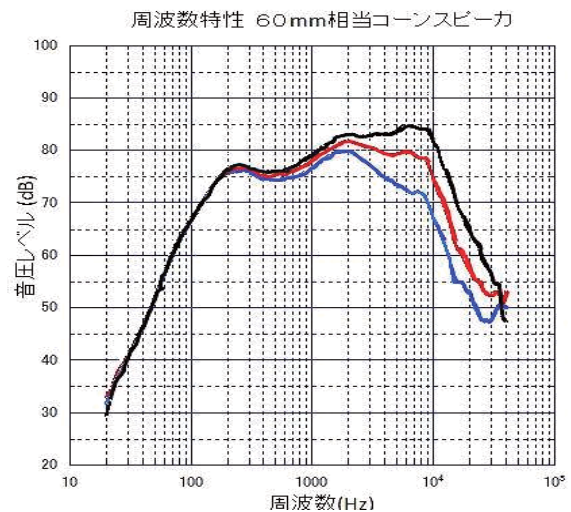


図10 コーンスピーカの指向周波数特性

CD 全盛の中にあって、もっとアナログ的な聞きやすい、のびやかな音が求められ、20kHz 以上の音楽信号が有る時と無い時で音場感、立ち上がり感が違うという人が有り、わたくしたちも実験をしたり、研究発表を聞いたりしました。そこで得られた結論は、人の聴覚は、時と場合で変化すること。必要とあれば感度も上がるし、帯域も広くなることを確信しました。意味のある情報の場合は帯域を広げ、感度を上げて聴こうとします。

SACD、DVD オーディオの提供したハイレゾリューションオーディオの世界は、よりアナログ的な聞きやすさと、それ以上の録音現場に近い音の追求の結果です。

その素晴らしい音源が手に入り始めたこと、デジタルによる、各信号の安定性、時間的精度の高さが、生々しい音と音場感の再現を可能にしてくれました。

近接リスニング

簡単、便利、好きな曲を持ち運びできるという楽しさを一度経験してしまうと、もう後戻りできません。ヘッドフォンの音が、またなかなか良い。ヘッドフォンは耳のすぐ近くで音を再生するので、再生する音圧も小さくてすむし、何より部屋の影響を全く受けません。ですから音が生々しく、質も高く聞くことができます。ただし、頭の中に音像ができてしまうのが、問題です。

SACD 誕生の時がそうでしたが、それまでの CD に比較し音場が良く再現出来ることが特徴でした。今、オーディオの新しい波として広がりつつあるハイレゾリューションも、音源の忠実度、質の高さと同時に音場の再現性の高さが得られる事に有ります。これらによるプレゼンス（臨場感）の良さが特徴と感じています。ドキッと生々しい音源に出会うことが多くなりました。

スピーカによる再生音も、これからは今までのような大型システムでなく、気楽に、便利に楽しめる小型システムを近接して使用することが増えるように思います。また、それほど大きな音は出さずに、むしろ小さな音で楽しめるスピーカが求められていると思います。もちろん安くて、高性能で可愛い物が。

近接リスニングの時にスピーカに求められる条件はどんなものでしょうか？

- 1、小形で指向特性が広く、何より放射音の特性がスムーズなこと。
- 2、3Way より 2Way、出来ればフルレンジが良い。
- 3、スピーカユニット以外からの余計な付帯音が少なく、S/N の良いこと。

TGA スピーカはこのために生まれたかのようなスピーカです。

前報告したように指向性は 90° から 120° と広く、放射音のパターンも大変綺麗です。

コーン形のくぼみによる特性の乱れが無い。キャビネットバッフル角部の音の回折などの影響が無い。またフルレンジユニットですから音は 9cm 相当の 1つのユニットから出てくる。すべての帯域が一つのユニットから出てくるので、どの周波数でも再生される音の時間がそろっている。このことが、あたかもホログラムを見ているかのような、安定した、素晴らしい音場を目の前に展開してくれます。

更にキャビネットの影響も説明しておきましょう。タマゴ形状が軽量で強く、共振が少なく、共振の Q が低いことは前回説明しました。つまり箱鳴きが少なく、鳴いたとしても直ぐに鳴きが収まる。しかも、箱鳴きが全周に分散放射されるので、試聴方向への影響が少ない。

今回のユニットはフルレンジユニットで、しかも 40kHz 程度まで伸びています。このことが

音場の再現性向上だけでなく、音の立ち上がりが高く細かい音が再現できるため、従来のスピーカが苦手としていた、ピアノの音、シンバルやトライアングル、マリンバ等のアタック音の再生に特に優れています。

このスピーカは非常に S/N に優れています。余計な付帯音が少ない、キャビネットの響きが押さえられており、振動板が丈夫でキャビネット内部音の漏れが少ない。そのために小さな音の再生に優れています。

デザインの方向

スピーカデザインの方向を見てみると、4つあります。1、音響的に突き詰めたデザイン、2、デザイナーが素敵と考えるデザイン、3、従来からある色々な形のデザイン、4、家庭に持ち込んだ時に、家庭内の家具に溶け込み邪魔をしないデザイン。

2、はデザインの的に素晴らしくなる可能性がありますが、音響的には犠牲になる場合が多い。3、はほとんどのスピーカがこのデザインで、音響的な要求とデザイナーの要求が混在しています。4、は主に奥様がたの意見を入れたもので、落ち着いたデザインは魅力です。

今回の TGA スピーカは徹底的な音響特性重視で設計を進めました。

大きなダイナミックな音は苦手ですが、小さな音の再現に優れていますので、その方向にダイナミックレンジが広がっています。

デザインはビーナスシフトを利用したタマゴ型です。何億年もかけて作り上げられたタマゴ形の中でも飛び切り素敵な形を、音と共に目指しました。今後も何時までも変わることなくご愛用いただけると信じております。



写真1 TGA-1B1/b

良い音の大切さ

“王サウルの憂鬱を、ダビデが豎琴を演奏して治した” そうですから、昔から音楽治療はされていたようです。シュタイナーは幼児がピアノに触れることも、オーディオに触れることも、悪影響が有るとしている。音楽を伝える“音”がいかに大切かが理解できる。

良い音は人により違うと言う。ここに絶対的基準を求めれば“自然さ”がこれに当たると思う。

参考文献

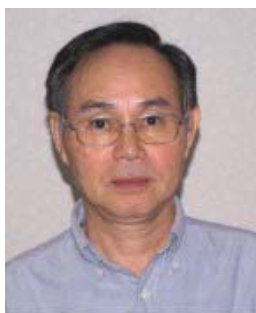
- 1) 伊藤 耕三、高分子論文集 Vol.65, No.7, pp445-457 (Jul., 2008)
- 2) アドバンスト・ソフトマテリアル(株) ホームページ <http://www.asmi.jp/>
- 3) (社)電子情報技術産業協会 (JEITA) 統計 <http://www.jeita.or.jp/japanese/stat/>
- 4) (社)日本レコード協会、各種統計 <http://www.riaj.or.jp/data/index.html>

筆者プロフィール



茶谷 郁夫

1947年生まれ。1972年 早稲田大学 理工学部卒業。
同年 SONY 入社。2006年ビフレストック(株)入社。
一貫してスピーカの開発設計に従事。
趣味は園芸、木工、読書、スピーカ創り。



瓜生 勝

1947年生まれ。1972年 東京理科大学卒。
同年ソニー入社。高分子材料、音響材料の研究開発。
趣味はテニス、陶芸。



高田 寛太郎

1948年生まれ。1972年 東京工業大学卒。同年ソニー入社。
音響・振動解析、マイク、ヘッドフォン、スピーカ、業務用オーディオ機器の研究開発。2008年よりビフレストック(株)。
趣味はドライブと水泳。