

Japan
Audio
Society

JAS

journal

2007

Vol. 47

No

4

特集：最近のスピーカー・システム

特集にあたって

“心地よい音”スピーカー『SS-AR1』

TAD Reference One について

ダイヤトーンスピーカーシステム DS-MA1

ウッドコーン スピーカー SX-WD500

ギターアコースティック・スピーカー D-TK10

呼吸球スピーカーに夢を賭けた男

(ドイツMBL社のメレツキー氏 & 写真によるMBL工場訪問)

大林 國彦

実籾 勝

斉藤 天伸

原 宏造

北岩 公彦・尾形 知昭

山本 晋吾・竹村 和紀

小野 祐司・久本 禎俊

辻 一郎

森 芳久

連載：テープ録音機物語

その24 第二次大戦後の欧州(1)

メンバーズプラザ

自薦ソフト紹介(音楽ソフト)

自薦ソフト紹介(ビデオソフト)

JAS インフォメーション

平成19年3月度理事会報告

事務局からのお知らせ

阿部 美春

大林 國彦

大林 國彦



社団
法人

日本オーディオ協会



12月6日
音の日

Japan Audio Society **JAS** journal

(通巻379号)

2007 Vol.47 No.4 (4月号)

発行人：鹿井 信雄

社団法人 日本オーディオ協会

〒101-0045 東京都中央区築地 2-8-9

電話：03-3546-1206 FAX：03-3546-1207

Internet URL

<http://www.jas-audio.or.jp>

C O N T E N T S

特集 最近のスピーカーシステム

- | | |
|---|----------------------------|
| 3 特集にあたって | 大林 國彦 |
| 5 “心地よい音”スピーカー 『SS-AR1』 | 実初 勝 |
| 10 TAD Reference One について | 斉藤 天伸 |
| 16 ダイアトーンスピーカーシステム DS-MA1 | 原 宏造 |
| 22 ウッドコーン スピーカー SX-WD500 | 北岩 公彦・尾形 知昭
山本 晋吾・竹村 和紀 |
| 29 ギターアコースティック・スピーカー D-TK10 | 小野 祐司・久本 禎俊
辻 一郎 |
| 36 呼吸球スピーカーに夢を賭けた男
(ドイツMBL社のメレツキー氏 & 写真によるMBL工場訪問) | 森 芳久 |

連載

- | | |
|----------------------------------|-------|
| 41 テープ録音機物語 その24
第二次大戦後の欧州(1) | 阿部 美春 |
|----------------------------------|-------|

メンバーズプラザ

- | | |
|---------------------|-------|
| 47 自薦ソフト紹介 (音楽ソフト) | 大林 國彦 |
| 48 自薦ソフト紹介 (ビデオソフト) | 大林 國彦 |

JAS インフォメーション

- | |
|-------------------|
| 49 平成19年3月度 理事会報告 |
| 50 事務局からのお知らせ |

4月特集号をお届けするにあたって

寒暖が定まらない毎日ですが桜も咲き、日本オーディオ協会の事業も平成19年度を迎えました。

平成18年度には協会事業活動の対象を広く一般の人達に置き、音楽等のコンテンツに込められた良い音に接して人間性を豊かにすることを願い、ホームページによる情報提供、視聴体験機会の提供、青少年向けのイベント、「音の日」行事等を行いました。会員の皆様のご理解とご協力に感謝いたします。

平成19年度は、「日々に進化するオーディオ・ビジュアル動向の情報提供」「メモリーオーディオからホームオーディオ、カーオーディオへのステップアップ促進」「放送のデジタル化で普及が期待されるサラウンド・サウンドの啓蒙」などを課題として、視聴体験機会の提供、青少年向けのイベント、関連団体との連携活動等を推進してまいります。本年度も会員の皆様のご支援・ご鞭撻と、一人でも多くの仲間を新会員として御勧誘いただきますことをお願い申し上げます。

さて、4月特集号は特集テーマを「最近のスピーカー・システム」として御寄稿いただきました。オーディオシステムの要となるスピーカーの音に対する思い・情熱と、長年にわたって培ったノウハウの上に新しい発想を入れ込んだ力作スピーカーが紹介されています。是非、機会をとらえてご試聴いただきたいと思います。

編集委員長

編集委員会委員

- (委員長) 藤本 正熙 (委員) 伊藤 博史 ((株)D&M デノン)・大林 國彦・蔭山 恵 (松下電器産業 (株))
 北村 幸市 ((社)日本レコード協会)・高田 寛太郎 (アムトランス株)・豊島 政実 (四日市大学)
 長谷川義謹 (パイオニア (株))・瀧崎 公男 (日本放送協会)・森 芳久・山崎 芳男 (早稲田大学)

特集にあたって

本誌編集委員 大林 國彦

再生システムにおけるスピーカー

オーディオシステムの構築を計画する場合、最初に検証するのがスピーカーシステムである。

最も再生品質（音質とも呼ぶ）に影響力があって、しかも、オーディオ機器の中で最も難問が山積しているのがスピーカーシステムであると考えられていることも影響しているのかも知れない。

更に、システムのグレードアップや、再生品質の変更や改善を計画し、検討をする時も、真先にスピーカーシステムを候補とするのが一般的のようである。即ち、如何なる音にするのか、再生品質の目標を定めてスピーカーシステム選定の検討をするのが普通のようなのである。

オーディオシステムを構成する各機器で、再生品質に影響を与える確率は、多くの諸条件が介在して一概に断定は困難であると思うが、スピーカーシステムの占める割合は、概して、数十%以上となる場合も有り得ることも経験的に承知しているところである。

一般的に、スピーカーシステムは比較的軽微な理論で成立していると言われているように、製品を構成する部品数は少数であり、再生品質に多大な影響を及ぼすことが可能な効果的な技術的革新は僅少のようであるために、スピーカーメーカー各社は、歴史的に培ってきた技術的要素と、感性を磨いて、新規の素材開発や、素材設計及び、製造ノウハウ等を活性化しながら、数多くの製品が内外メーカーによって市場導入され、技術的な訴求をした、新規製品が創出されているのが、スピーカーシステムの世界のようなのである。

スピーカーの再生キャラクター

最近の製品特長としての傾向は、再生帯域やその特性（f特）など、物理的な仕様はいずれも技術的な

進展で満足できる特性を維持している中で、技術的訴求の視点は、そのスピーカーシステムの再生品質に係わる、音の響きや音色などを含む再生音の特長（ここでは、再生キャラクターと呼ぶことにする）の主張に要約されるようになってきていると思われる。

例えば、振動板に新しい素材を採用して主張をしたり、エンクロージャーの素材や構造と、その製法から得られる音への効果などを特長にして訴求されている点にある。然し、音の特長の再生キャラクターなどはカタログなどの印刷資料での理解はかなり困難であり、実物での試聴を伴った検証を要するものとなる。

スピーカーの選定

実際にスピーカーシステムの導入に当っては、市場に数多くの多彩なスピーカーシステムが存在している中から、候補とする製品を自ら選択を行う作業が必要となる。

スピーカーシステムの選定の手段は、目標とする候補製品の再生品質について、オーディオ専門誌からの情報や専門店々頭、展示会のほか、メーカーのショールーム等で現物を見聞き検証して選定することが必要となる。

店頭や各種の展示会、ショールームなどでは、技術情報を納得の出来るまで時間を費やして検証し、候補を絞っていくことが望ましいと思われる。

その方法は、初めて現物を目の前にしての試聴などの検証では、再生品質の把握は難しい場合が多いのが普通で、予備的にスピーカーシステムに関する知識を可能な限り深く習得して対応することで、明確に理解が速まる可能性が大きいものであり、これらの情報を熟知しておくことが不可欠であり、大切である。

尚、スピーカーシステム以外に再生品質を左右す

る要素として、リスニング・ルームの音響設計でも音に変化があり、使用するアンプや、入力機器等々のオーディオ機材の適合化と、スピーカー・システムを含めた機器類の設置法に係わる各種の要件などに負うところも多く存在し、音造りに多くの付随するこれらの要件は避けては通れないことでもある。

これらについては、別の機会に譲りたいと思う。

スピーカー特集号の狙い

今月の特集は、「最近のスピーカー・システム」として、スピーカー・メーカー各社の最新のスピーカー・システムの技術を探ってみようとして企画したものである。

最近のスピーカー・システムの技術は、物理的な特性のみを追うのではなく、市場で要求される音造りに視点を置き、スピーカーのユニットとエンクロージャーの両面から、システム化のためのいくつかの課題を解消するべく研究を行い、製品化をしていることに特長があり、益々、技術の高度化を伴って、高度な再生品質を得る製品群となって市場で導入されているのである。

そこで、最新の主なメーカー各社のスピーカー・システムの動向をみることにする。寄せられた記事は次の通りである。

(1) 曲げ木加工をエンクロージャーに採用して、豊かな響きを創出しようとするソニーのハイエンドモデル SS-AR1 と「大人のコンポ」に採用されたスピーカー。

(2) プロの世界のモニター・スピーカーで好評の TAD (Technical Audio Devices) ブランドの高い技術を活用して、民生用のスピーカー・システムの市場導入を図ったパイオニアの音造り。

(3) かつて我が国のスピーカー界をリードしてきた DIATONE ブランドを復活させた三菱電機エンジニアリングの新しい DIATONE 技術。

(4) スピーカー・ユニットの特性改善を目的としたオブリ・コーンや音場創造の理想を狙う球形スピーカーや、無指向性スピーカー、美しい響きのウッド・コーンなど、常に新規技術を提案している日本ビクターの最新のウッド・コーン技術について。

(5) アコースティック・ギターとのコラボレーションでスピーカーのエンクロージャーを実現して、楽器の響きをスピーカー・システムに応用し、豊かな音楽の再現性を狙うオンキヨーの技術動向。

(6) スピーカーの振動板を特殊な円筒状にし、無指向性の、全く新しい発想のスピーカー・システムを製品化して市場導入を図ったドイツの MBL 社。

以上、最新の技術を開発したスピーカー・メーカー各社の技術を紹介していただき、我々が求める音の目標を定め検証するために参考になれば幸いであると思っている。御執筆いただいた各位に感謝する。

“心地よい音”スピーカー『SS-AR1』

ソニー株式会社

オーディオ事業本部 シニアプロダクトマネージャー

実朧 勝

スピーカーに込めた私たちの思い

心地よい音。それは、心に響く豊かな音。その音をじっくりくつろいで聴いていただきたい。上質な音楽を楽しんでいただきたい。また、音を楽しむだけでなく、持つ喜びを感じていただきたい。

これが、今回ご紹介させていただくスピーカーシステム SS-AR1 に込めた私たちの思いです。

今回はスピーカーをテーマにソニーのオーディオに対する取り組みの一部をご紹介したいと思います。

最近ホームシアターはフラットテレビ化、ハイビジョン化が進み、お客様も大画面で迫力ある AV をお楽しみいただく一方で、いわゆる 2 チャンネルのハイファイオーディオも趣味のオーディオとして大勢の根強いファンの方にお楽しみいただいています。

ソニーではこういったハイファイオーディオをお楽しみいただけるスピーカーの新商品を昨年秋から今春にかけて 3 モデル発売させていただきました。今回はハイエンドモデル SS-AR1 の音作りを中心にご紹介したいと思います。

ハイエンドスピーカー『SS-AR1』

昨年 12 月、ソニーからはおよそ 7 年ぶりにハイエンドスピーカーシステム『SS-AR1』を発売しました。このクラスのスピーカーの発売は 1999 年のスーパーオーディオ CD プレーヤーの 1 号機に合わせて出した『SS-1ED』以来です。

『SS-AR1』は、北海道の楓材などの厳選した素材を高度な技術を持つ日本の木工職人が加工した筐体と、ソニー独自の高音質回路などを組み合わせることで、ご家庭でゆったりと上質な音楽を楽しむ当社最高クラスの 3 ウェイ 4 スピーカーシステム

として発売しました。

今回の音作りのポイントは一言でいうと「心地よい音」の実現です。

「心地よい音」とはどんな音？これは人により様々かと思いますが、私たちはそのひとつに「ホール感」の実現を目指しました。コンサートホールに入った瞬間の開放感、独特の空気感、雰囲気を出したいと思ったのです。そのために素材、構造など様々なところで「こだわり」ました。



3 ウェイ 4 スピーカーシステム 『SS-AR1』

筆者プロフィール

実朧 勝 (みもみ まさる)



ソニー株式会社
オーディオ事業本部
統合商品企画 MK 部門
ホームオーディオ商品企画 MK 部
シニアプロダクトマネージャー

SS-AR1 でのこだわり

SS-AR1 の大きな特徴は【3つのこだわり】です。

1. 筐体（キャビネット）のこだわり

前面バッフル板に厚さ 50mm の北海道産の楓（かえで）材、側面部に曲げ板加工を施した北欧フィンランド産の樺材を使用し、筐体の高剛性を確保しました。これにより、音の響きを微細に渡るまで制御し、情緒豊かでリアリティある音質を実現しました。

2. スピーカーユニットのこだわり

トゥイーター・ミッドレンジ、ウーファーを新規開発し、クリアで伸びやかな高域、艶のある中域、立ち上がりがよく豊かな低域で音楽を再生します。

3. 日本の高度な木工技術へのこだわり

筐体を形成する木材を十分に生かすために、加工・組立・仕上げに至るまでのすべてを日本国内で行います。日本の高度な技術を持つ木工職人によって手作業で丁寧に加工することで実現する精密な筐体こそが高音質実現の要となっています。

以上3点です。この「こだわり」を中心にご説明したいと思います。

北海道の楓材、フィンランドの樺材

スピーカーの前面部、バッフル板は音の要です。SS-AR1 はこの部分に厚さ 50mm の楓材を採用しました。楓材はスピーカーの不要な振動を抑える強固さを持ち、なおかつ響きが自然です。その特性から楽器にもよく使われています。

今回は木材の専門家の協力を得て、北海道の自然にはぐくまれた楓材を厳選し、採用しました。伐採時期は 11 月に限定。この時期は木の成長がある程度止まるため、1 年間で一番締まっている時期です。この時期に買い付けた木は、工場ですライスして合板に加工されます。産地に加えて伐採する時期にもこだわることで理想の音に近づけています。



50mm 厚の楓（かえで）合板を採用した
フロントバッフル



伐採した北海道産 楓材

曲げ加工をした側板は北欧フィンランドの樺材です。独特の気品を持ち、濃密な響きや安定感をもたらす素材です。筐体全体を楓材でつくってしまうと窮屈で堅い印象のため、少し柔らかい材料、樺材を採用してバランスをとりました。

一般的には樺材自体はそれほど堅くないのですが、フィンランドという寒い国で育った樺材ですので非常に締まっていて、結果的には響きに北欧独特のきれいな空気感を出すことができました。

このような寒冷地で育った木材を組み合わせることで、筐体として十分な強度と木材独特の豊かな響きが得られると共に、側板の曲げ板加工は不要な定在波の低減、音の回折による波面の乱れの

低減に効果を発揮しています。さらに内部補強材の最適配置により不必要なひずみを排除しています。

新規開発のスピーカーユニット

SS-AR1は4ユニット3ウェイを採用したフロア型スピーカーです。

「心地よい音」の実現のために、スピーカーの要である「ユニット」についても、単に特性を追求するだけでなく、作品に込められた演奏者の思いをも感じられる情緒豊かでリアリティのある音を目指して開発しました。

ウーファーは、強力な磁気回路を装備したアルミ振動板を採用しました。開発当初は紙の振動板で検討を始めましたが、締まった低音が出ないことで、思い描いた空間表現が出来ずに悩んでいました。そんな中、様々なユニットを試す過程でこのアルミという素材に出会ったのです。とてもSNが良くスピードが速いのが特徴でした。このアルミ振動板を使うことで、頑強な筐体構造と相まって、力強く奥深い、それでいて、安定感あふれるクリアな低音を生み出すことに成功しました。

この振動板は表面を黒色アルマイト処理することでアルミ本来の特性であるピークが立ちやすいところを抑え、また外観上も魅力ある仕上げを実現しています。



アルミ振動板採用の20 cm径ウーファー

ミッドレンジは、振動板に一度切れ込みを入れた後に再び接着させるスライスコーンという振動板を採用しているのが特徴です。高域ピークを減少させ、滑らかでナチュラルな中高域を再生可能にしました。トゥイーターとのつながりも非常によくなっています。



スライスコーン振動板を採用した13 cm径ミッドレンジ

トゥイーターは、直径25 mmのソフトドームタイプを搭載しました。このトゥイーターは裏側に特徴があります。振動板後方にネオジウムマグネットを6個円周上に並べる構造を採用し、振動板の後ろだけでなく横側にも開いている状態を実現しました。振動板後方をストレスなく開放したこと、および磁気回路の最適設計や独自の振動板の形状により、クリアで伸びのある、抜けのよい高音を実現しています。結果としてすごく自然な、魅力的な音の再生を実現できました。



トゥイーターの裏側

ネオジウムマグネットを6個円周上に配置している

筐体の共振と響きを入念にコントロール

SS-AR1 では、共振と響きのコントロールを徹底的に行いました。

筐体の素材の吟味、構造の吟味、樺の合板を丁寧に曲げなめらかなラウンド形状に加工した側板。これらの素材や形状により、寒冷地で育った木材独特の豊かな響き、構造的な頑強さが得られるとともに、不要な定在波の低減、音の回析による波面の乱れの低減を実現しました。

ひとつ前の項目でツイーターの振動板後方の開放の話をしてきましたが、背圧の工夫は筐体の構造でも意識しています。実はウーファーとミッドレンジの間は2枚の24mmの板で仕切っています。この構造にすることで、ウーファー部分とミッドレンジ・ツイーター部分の独立した2つのスピーカーを設置しているような、贅沢な音の空間を生み出しました。

これにより、スピーカー下部に設置されたウーファーの影響を受けずに、ミッドレンジ、ツイーターが奏でる繊細な高域を保持できます。またバスレフポートをミッドレンジ・ツイーター部分のキャビネットの背面にも設けていることもゆとりある音の再現に寄与しています。



丁寧に曲げ、なめらかなラウンド形状に加工した側板

ウーファー部のポートは左右センターからずらして配置してウーファーユニットの背圧が等しくなるよう配置を検討しました。奥行き感のある音は、こ

ういったところも理由があるのです。



ウーファー部のポート

日本の高度な技術を持つ木工職人の匠の技

SS-AR1 は企画当初から、日本製にこだわっていました。筐体を形成する木材を十分に生かすために、加工・組立・仕上げに至るまでのすべてを日本国内で行おうというものです。日本の高度な技術を持つ木工職人によって手作業で丁寧に加工することで実現する精密な筐体こそが高音質実現の鍵と考えたのです。

厳選された素材と日本の卓越した技巧を持つ木工職人の伝統的技術の調和によって得られる豊かな音は「心地よさ」を生み、シンプルかつ精巧にできた筐体のデザインは持つ喜びを醸し出せたと思っています。

ピアノ塗装にこだわった理由

SS-AR1 はピアノ塗装仕上げを採用しています。音質面での効果はもちろんのこと、見た目の美しさも重要な価値と考えているためです。

私たちはSS-AR1 をオーディオルームやリビングルームなど、お客様がご家庭のどこにおいても上品な存在感を持たせるスピーカーにしたい、と考えました。そのために長年使っていただいても飽きのこない、シンプルかつエレガントなデザインを目指しました。仕上げをピアノ塗装にしたのもまさに同じ理由からです。また実はこのピアノ塗装は高温多湿

な日本において、木材を湿度や外界から守る意味で非常に重要な役割を果たすことにもなります。

ステップアップするオーディオの楽しみ

「『SS-AR1』の音を全ての人に聴いて欲しい」これが私の願いです。こんな世界があるんだと感じていただき、「高価なのですぐには買えない」という方でも「いつかは」という気持ちを持っていただければ幸いです。

手軽なところから始めて、徐々にステップアップしていく、これがオーディオ本来の楽しみなのではないかと思います。

今団塊の世代のオーディオ回帰の流れがある一方、音楽は携帯型オーディオで聴くことがほとんど、という方も増えています。こういった方にも、スピーカーを使って上質な音色を聴く楽しみを知っていただきたいと思っています。

ソニーではこの春“PURE HEART AUDIO (ピュア ハート オーディオ)”をテーマに大人のコンポ『System 501』を発売しました。このコンポは高音質の実現と筐体の小型化による設置のしやすさを兼ね備えたオーディオコンポーネントの新シリーズです。このシリーズではSS-K10EDというスピーカーがラインナップされています。「心地よい音」の実現という『SS-AR1』の思いは『System501』シリーズのスピーカーシステム『SS-K10ED』にも受け継がれています。

ソニーのスピーカーで、上質な音楽を心ゆくまでご堪能ください。



『System 501』シリーズの
スピーカー『SS-K10ED』

TAD Reference Oneについて

パイオニア株式会社
ホームエンタテインメントビジネスグループ
斉藤 天伸

はじめに

TAD (Technical Audio Devices) ブランドのプロ用ドライバユニットは、プロフェッショナルスタジオモニタースピーカーとして、世界の録音現場の第一線で揺るぎない地位を築いてきました。

1978年に米国で発売されて以来、四半世紀が経った現在でも、世界中の著名な録音スタジオに採用され、多くのトップアーティストからレコーディングおよびデジタル・リマスター用モニタースピーカーとして大変高い信頼と評価を集めています。

一方近年では、SACD、DVD-Audio などの高品位フォーマットの登場などにより、家庭内における再生環境が飛躍的に向上しています。厳しいプロの世界で培われ、評価されてきた TAD の圧倒的な性能の本領を、ホームユースにおいても発揮できる環境が整いつつあるといえます。

そうした時代背景に応えるべく、TAD ブランドでのコンシューマー用スピーカーシステム TAD Reference One を開発いたしました。そこに注ぎ込まれた技術の一端についてご紹介いたします。



写真1 TAD Reference One

筆者プロフィール

斉藤 天伸 (さいとう たかのぶ)



九州芸術工科大学

音響設計学科卒

パイオニア(株)入社。

以来、スピーカーの設計開発に従事。

2001～05年まで台湾に赴任。中華の味には少しうるさい。帰国と同時にTADコンシューマープロジェクトに参画し、現在に至る。

TADのDNA

“綿密な理論検討と正確な実験に裏打ちされた工学的なアプローチ”、TADの名に刻み込まれた設計思想です。基礎理論に忠実な最適設計を具現化するという目標に対しては、一切の妥協を廃してきました。例えば、当時の測定技術の未熟さや工作機械の精度の問題に突き当たったときには、その全てを新調し作り出すことから始めてきたほどです。

そのような成果の結集が、世界初のベリリウム振動板を採用したコンプレッションドライバーのTD-4001や、16インチウーファのTL-1601aといった、今なお世界最高水準といえるTADを代表するドライバーの開発に結びついたのでした。



写真2 TAD ドライバーユニット群

さらに、これらのドライバーユニットを用いた理想的なシステムとして、Exclusive model 2401 twin / 2402 を発表。ホーンシステムを用いた広帯域コンプレッションドライバー+ウーファーというシンプルな2wayによって新しい時代のモニターシステムに要求される性能を具体的に示しました。

TAD がプロフェッショナルの世界で評価された要因は、圧倒的な高性能と共に、それを支える高い精度と品質の安定性です。例えば、コンプレッションドライバーでは、部品や治具の精度をミクロン単位まで追い込み、さらに機械では測定できない微細な感覚を、熟練工によってひとつひとつ調整し作り上げています。

これにより、たとえ振動アッセンブリーを交換することになっても、それ以前と変わらぬ特性・音質を保証できるのです。

設計開発から生産・管理にいたるまで、全ての段階において、一切の妥協なく基本に忠実であることに徹する、それこそがTADのDNAです。

TAD Reference One の開発

TAD Reference One の開発に当たっては、これまで培ってきた、TAD の設計概念・生産技術をベースに、さらにコンシューマー用として家庭で再生される条件を考慮し、音像と音場を高次元で両立した世界最高峰のスピーカーを作ることを使命としました。



写真3 TAD システムのレコーディングスタジオへの導入例

音像と音場の高次元での両立

多くのスピーカーシステムは、広帯域再生のために複数のスピーカーユニットを用いたマルチウェイシステムとしています。その場合、多くは軸上特性に比べて、角度がずれた方向での特性パターンは乱れが生じています。これは、音源位置やクロスオーバーにおける指向特性が、ユニットごとに異なることに起因します。

実際の聴取環境において、聴取ポイントは必ずしも軸上に位置しているわけではなく、またリスナーの耳には直接音だけでなく、壁や床面からの反射や回折現象などによって生じる間接音も到達します。

軸上をずれた角度の特性バランスが、軸上特性のそれと大きく異なっていると、音像定位がふらついたり、音場空間の再現性が損なわれるといった影響を受けやすくなります。

明確で安定した音像の定位と、自然な音場空間の表現。TAD Reference One の開発ではこのふたつをより高次元で両立することを目指しました。

この目的に対する物理的な要求は以下のとおりです。

- ・1ポイントからの超広帯域再生
- ・その幅広い帯域内において、位相特性および指向減衰特性がスムーズであること

TAD プロでは、広帯域コンプレッションドライバー+ホーンという組み合わせによって、その目的を達しています。その広帯域再生思想を進化させ、さ

らにコンシューマー用システムとしてよりふさわしい手法として、直接放射型の同軸スピーカーを開発しました。この先進的な同軸スピーカーをCST(Coherent Source Transducer)ドライバーと呼んでいます。



写真4 CSTドライバー

CSTドライバーのミッドレンジ振動板は、トゥイーターの指向性パターンを制御し、クロスオーバー帯域におけるトゥイーターとミッドレンジの指向性パターンを一致するように綿密に設計されています。

理想的な指向特性を実現するために、一般的な16cm口径のコーンに比べて非常に浅形な形状となっています。一般的には、コーンを浅形にすると形状的な強度が弱くなり、特性の低下を招いてしまいます。しかし、蒸着ベリリウムという優れた材料を用いることで、この理想的な形状を成し得ることができました。

CSTドライバーは、大口径の振動板と、先進の設計手法により、250~100kHzという超広帯域再生能力を獲得しています。そして、その全帯域に渡って乱れることなくきれいに減衰する指向放射パターンを併せ持つことを可能にしました。

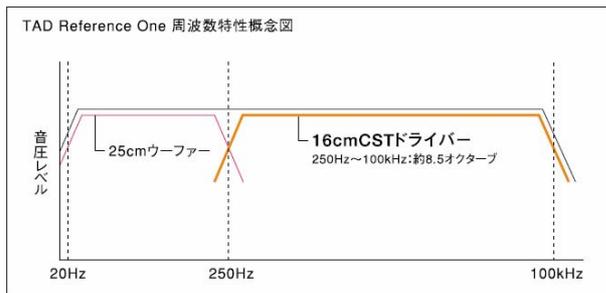


図1 分割周波数特性の概念図

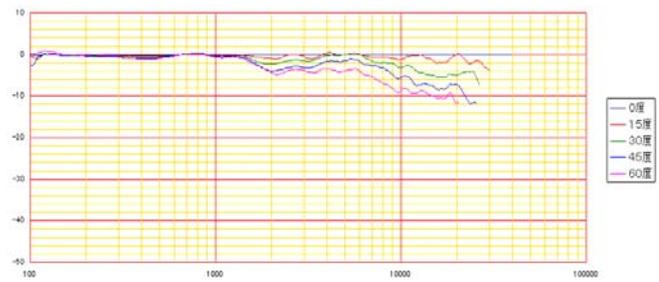


図2 CSTドライバーの0度を一定基準とした指向特性

理想を追求した振動板素材

CSTドライバーのミッドレンジとトゥイーターの振動板材料には共にベリリウムを使用しています。ベリリウムは振動板として実用可能な金属材料のなかで、最も軽量かつ高剛性という中高域用振動板に必要な性質を合わせ持つ優れた材料です。

Material	Density (g/m ³)	Young modulus (*E10N/m ²)	Velocity (m/s)	Inner loss (-)
Aluminum	27	7	5092	0.003
Titanium	44	11.9	5201	0.003
Beryllium	1.85	28	12302	0.005
Magnesium	1.78	4.5	5028	0.006
Boron Alloy	4.5	23	7149	0.005
Paper	0.2-0.8	0.03-0.6	1200-3750	0.02-0.1
Ceramic Carbon	1.4	3.5	5000	0.005
Ceramic Graphite	1.8	18	10000	0.01
Crystalized Diamond	34	90	16270	0.014

図3 ベリリウムの物性

TADのベリリウム振動板の製法は蒸着法でパイオニアのオリジナル技術です。

蒸着法の優れている点は、材料の基本物性を保ちながら、金属としては異例なほどの内部損失を持つことです。共振を抑えるファクターである内部損失は、蒸着法によって霜柱状に生成される粒子の結合によって、より大きなものとなります。

これにより、蒸着ベリリウム振動板はスムーズな周波数レスポンスをもち、大変素直で澄んだ音を再生することができます。

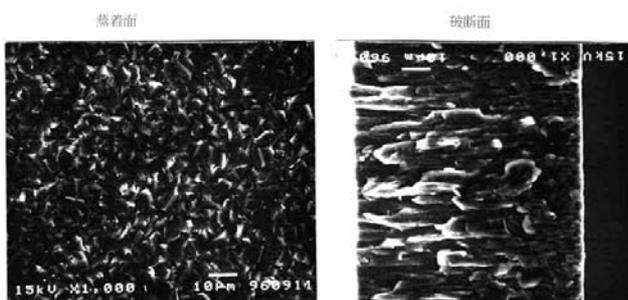


写真5 蒸着ベリリウムの拡大写真(左:表面、右:断面)



写真6 25cm ウーファー

パイオニアでは、蒸着ベリリウムダイアフラムの生産において、30余年にわたる実績を持っています。

この歴史の中で培った技術を集約させ、蒸着ベリリウムとしては世界最大級となる、口径16cmスピーカー用のコーン型振動板を開発しました。

また、CSTドライバーのトゥイーターには、HSDOM (Harmonized Synthetic Diaphragm Optimum Method) という振動板形状を最適化する技術を導入しました。有限要素法解析を駆使して、可聴帯域外で生じる分割振動のバランスを的確にコントロールすることにより、100kHzまでの超高音域再生を可能にしています。

トータルのリニアリティーを徹底追求

高性能なCSTドライバーに対して、低音域を支えるウーファーは、トータルのリニアリティーを徹底的に追求しました。大振幅のときでも動作が安定していて、しかも振幅が制限されることが無く、波形を正しく再生すること。そのために新規にショート・ボイスコイル/ロングギャップタイプのOFGMS (Optimized Field Geometry Magnet Structure) 磁気回路を開発しました。

ショート・ボイスコイル/ロングギャップは、磁束密度が一定の磁気ギャップの中に常にボイスコイルが位置するため、原理的にリニアリティーが非常に優れた磁気回路構造です。しかし実際には、磁路を形成する鉄材の磁気抵抗によって、ギャップ内に僅かながら磁束密度の勾配が生じてしまいます。

コンピュータによる磁気回路の解析を繰り返し、ボイスコイルの外に位置するプレートにスリットを設けることで、37mm厚みのロングギャップでありながらその間の磁束密度を均一化することに成功しました。(世界初。特許申請中)

この構造は磁性体の性質から生じる電流のひずみを減らす効果があり、歪を10dB以上改善しています。

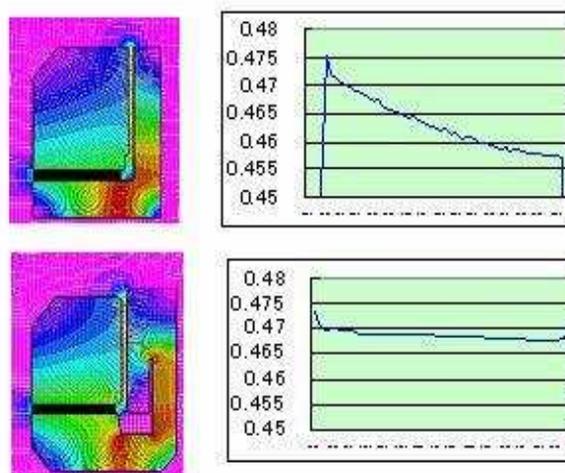


図4 磁気ギャップの磁束分布シミュレーション
(上:従来タイプ 下:OFGMS / 単位: Tesla)

OFGMS磁気回路によってもたらされる、30mmにもわたるリニアな駆動力に対応するために、サスペンションも開発しました。コンピュータ・シミュレーションによる応力解析によって、最適な形状・材質を算出し、これを対称配置としたデュアル・ダ

ンパーとしています。

エッジはサスペンションの一部であると同時に音質にも多いに影響を与えるパーツです。大振幅のときにも音崩れが無く安定な動作をする、TAD プロでも定評のあるコルゲーションエッジを採用。抜けの良い低域と同時に、滑らかな中域の再生を両立させています。

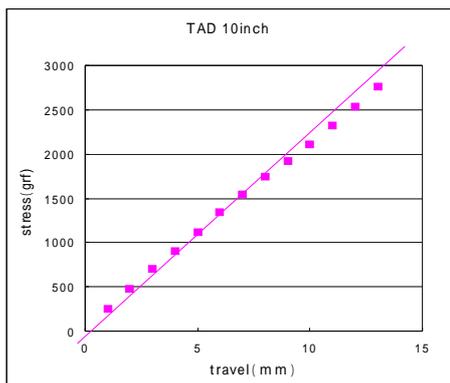


図5 サスペンションのリニアリティ特性

ゆるぎない安定性と高い制振効果

ドライブユニットの優れた性能を最大限に発揮するために、エンクロージャーは徹底的に無共振化を追及しました。航空機の翼や大型船舶の構造をヒントに、異質材料によるラミネート構造を巧みに使用し、全体の強度を極限にまで引き上げる構造が新 SILENT (Structurally Inert Laminated Enclosure Technology) エンクロージャーです。



図6 新 SILENT
エンクロージャー

厚さ 21mm の樺(バーチ)合板を骨組みとして強

固な枠組みを構成し、高周波加熱プレス成型した厚さ 50mm の側板と最大 137mm の CNC 加工合板を張りあわせて形成されています。

後方に向かって絞り込んだティアドロップ形状は、音波の回折が低減され音場表現に優れるとともに、エンクロージャーの不要共振と内部定在波の排除にも貢献しています。

さらにエンクロージャー全体を後方に 4 度傾け、150kg にもおよぶ総質量の重心位置を、スピーカーを支えるベースの中心付近に来るようにしました。これにより、強力なウーファースの駆動力の反作用を確実に受け止め、ゆるぎない安定性と高い制振性を得ることが可能となります。

このスラントレイアウトにより、すべてのドライバユニットからリスナーの試聴位置までの距離がほぼ等しくなるために、タイムアライメントがしっかりと取れることとなります。

工芸品としての美しさ

エンクロージャー部の仕上げには、立体的な奥行き感のある美しい斑を持つ、ポメラサペリの突き板を使用しています。

ポメラサペリは工芸的な価値を持つ家具や、特別仕様の高級ピアノなどにまれに使われる材料です。この希少な美しい空が出ている材料は、通常 40cm 程度の幅のものしか流通していません。TAD Reference One のエンクロージャーサイズに見合った大判のものを探し出すために、丸太の状態から材料をスライスし、側面は一枚ものの持つ美しさに仕上げることにこだわりました。



写真7 ポメラサペリの空

この大判の突板を、エンクロージャーの曲面に貼り合わせる外装加工は、非常に難易度の高いものでした。度重なる試行錯誤の結果、大型の専用プレス装置を開発しました。こうして、この大型で流麗な曲面を持つエンクロージャーにポメラサペリの美しい外装を身にまとうことが出来ました。

このポメラサペリを保護し、さらに奥行きのある空の美しさを引き出すために、入念なポリエステル下地塗装とクリア鏡面仕上げを施しました。塗装工程は全 20 工程以上におよび、熟練した職人により丁寧に時間をかけ、およそ 3 週間かけて仕上げられます。

おわりに

「基本に忠実な技術こそ本物の技術であり、技術志向に傾くことなく、常に音質を最重視する技術こそ本物の技術である」 ---- Bart N. Locanthi。

TAD プロジェクト創世記の技術顧問であった故・Locanthi 氏の言葉はパイオニアの開発陣の中に常に生きつづけています。

技術のための技術ではなく、音質追求のための基本の積み重ねの検証結果として、21 世紀時代のコンシューマー向けスピーカーの“Reference”となるものを世の中に提示したい。その想いを具現化したものが TAD Reference One なのです。

TAD Reference One の仕様

形式 : 3ウェイ位相反転式フロア型

ドライブユニット :

ウーファー : 25cm コーン型×2

ミッド/トゥイーター : 16cm コーン型/3.5cm
ドーム型

再生周波数帯域 : 21Hz~100kHz

クロスオーバー周波数 : 250Hz, 2kHz

出力音圧レベル : 90dB (2.83V, 1m)

最大出力音圧 : 115dB

インピーダンス : 4u1

適合アンプ出力 : 50W~300W

外形寸法 : 554(W)×1293(H)×698(D)mm

質量 : 150kg (1台)

ダイヤトーンスピーカーシステム DS-MA1

三菱電機エンジニアリング株式会社

音響システム部

原 宏造

1. はじめに

DIATONEスピーカーの高性能モデルDS-MA1形を開発し2005年12月より受注を開始しております。

DS-MA1形は「緻密かつダイナミックな音の再生」をテーマに、DIATONEの保有する素材技術、音響技術の全てを投入して信号系の高品位化に対応させるべく開発を行い、広帯域、低ひずみ特性が格段に優れた高性能スピーカーシステムを実現しています。DS-MA1形スピーカーシステムに搭載された主な技術は以下が挙げられます。

B4Cピュアボロン振動板の進化

磁気回路ひずみ低減技術 ADMC ネオジウム
マグネットバージョン

フロントロードダイレクタラジエーション方式
キャビネットへの楽器用材料の投入による
響の余韻の美しさの実現

インシュレータを用いたキャビネット設置に
よるシステム全体の振動モードの安定化

本稿ではこれらそれぞれの技術について述べていきます。

2. B4Cピュアボロン振動板

スピーカーの振動板に要求される物性は特に中高音用振動板材料として、質量が小さく比弾性率 E/ρ (E : ヤング率, ρ : 密度) が高く、さらに不要な共振音を抑えるための適度な内部損失が必要です。

DIATONEの高性能スピーカーでは、結晶ダイヤモンドに次ぐ比弾性率 (E/ρ) を持つB4C (炭化ホウ素) に着目し、B4Cは非常に高融点であることから成形に難点のあったこの素材をプラズマ溶射法により振動板を形成する方法を採用しました(写真1)。



写真1 溶射風景

このB4Cピュアボロン振動板は、従来の金属材料では得ることの出来ない高い比弾性率と適度な内部損失を有しており、高性能スピーカーに搭載を開始して以来、各機種に使用し展開してまいりましたが今回DS-MA1への使用にあたって設備を一新し、新たな環境の下で条件の最適化を追求した製造を行っています。

筆者プロフィール

原 宏造 (はら こうぞう)



1975年 三菱電機(株)入社。
初年度よりスピーカー設計業務
に従事。
現在三菱電機エンジニアリング
(株)音響システム部

2.1 振動板製造工程

プラズマ溶射法によるB4Cピュアボロン振動板の製造は2つのステップがあります。

B4C粉のプラズマ溶射

不活性ガス雰囲気中での高温焼成

写真1で示した溶射作業によって成形されたB4C振動板の電子顕微鏡写真を写真2(a)、(b)に示します。

(a)は溶射直後の状態で高温プラズマで溶融したB4C粉が金型に吹き付けられて堆積しB4C粒子と粒子の間の一部が融着しているものの層状で隙間が多いことがうかがえます。

(b)は状態(a)の振動板を不活性ガス雰囲気中での高温焼成した後のもので、隣接する粒子の焼結が進み結合力が向上している上、空孔も減少していることが分かります。これにより比弾性率を素材の理論値に近くすることが可能になっているのです。

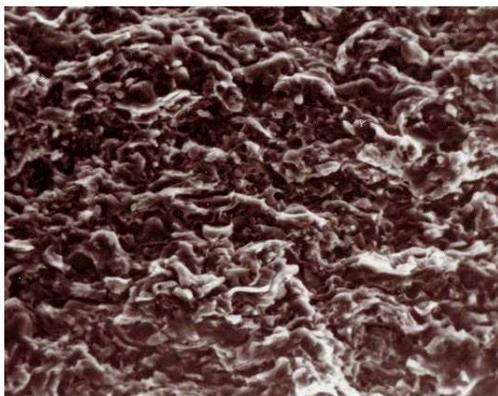


写真 2a ボロン焼成前写真

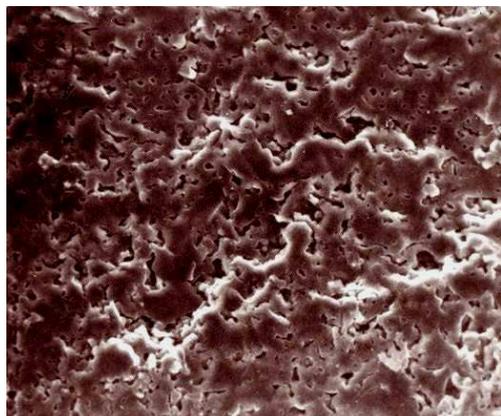


写真 2b ボロン焼成後写真

前記のように、振動板に要求される物性の一つに、

不要共振を抑える内部損失があります。適度な内部損失を持たせると、スピーカーへの印加音声信号に起因する共振がすばやく減衰し、音質を悪くする要因を取り除くことができます。

今回のプラズマ溶射法によるB4C振動板は、溶射用素材として粉状のものをを用いること、この粉をプラズマで溶融して吹き付け成膜させる製造法により、できあがった成形体がソリッドではなく空孔を有する構造となります。

この特長のため、従来の金属系単一素材や他のセラミック振動板では得られなかった大きな内部損失を実現できます。

2.2 高音用リング形状振動板

SACD (Super Audio CD) やDVDオーディオ等のメディアは信号系の高品位化が進み、スピーカー側では全帯域における低ひずみ化とともに高域伸長が要求されています。

DS-MA1形の開発においてはこれまでのドーム形に換えて、駆動点から2方向に振動板を分けて異なる面積を駆動するようリング形状に構成して強度を維持する振動板を創出しました。

この構造の主たる目的は高周波数帯域を拡大することにあります。つまり、振動板のピストン振動帯域を確保すると同時に、二つに分かれ面積の異なる内側と外側の振動部で起こる分割振動を周波数軸上で分散させて、ピストン振動帯域からのスムーズな繋がりを実現して広帯域化を図ることを目指しています。

このリング形状の効果を確認するために、従来のドーム形振動板とリング形振動板の振動解析と音放射解析を実施しました。

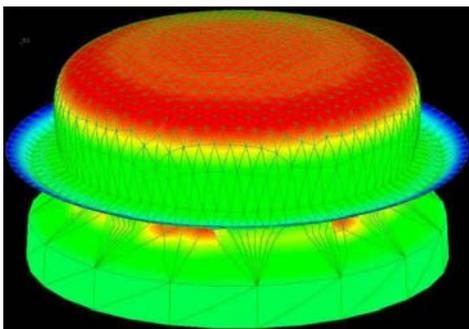
解析は第一段階で振動解析を実施し固有値と固有モードを求め、第二段階で振動解析結果を境界条件とする音放射解析を行い、それぞれのスピーカーモデルの正面軸上音圧周波数特性を算出しました。

振動固有値解析結果から特徴的な共振モードを図1に示します。同図(a)と(b)はドーム形振動

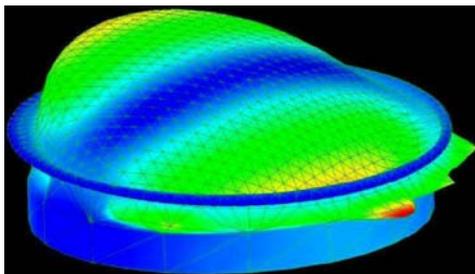
板モデルのものであり、(a)は41.2kHzの固有モードで、振動板の外周部で振幅が小さく固有モードの節が軸対称となるモードが形成されています(図では、変位の振幅を誇大表示しているため、本来は球形ドームとなるはずの赤色部分は平らな形状となり、さらに、振動板外周径が減少するモードなのでボイスコイルポビン上部は収縮しています)。

図1(b)のモードは、ドーム形状の振動板全体が53.5kHzで二つに割れる非軸対称振動です。

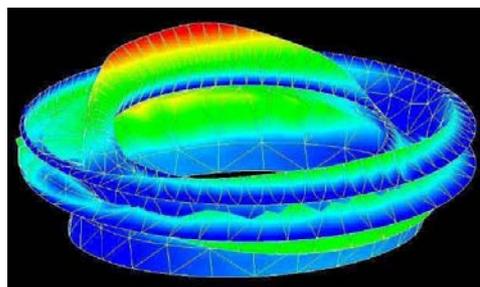
一方、リング形振動板では、振動板の内周部と外周部における軸対称モードはみられず、図1(c)に示すようなモードが高周波数帯域で観測されました。これは77.7kHzの共振モードであり、内側斜面が大きく2分される非軸対称モードとして出現しています。



(a) ドーム形振動板モデル (41.2kHz)



(b) ドーム形振動板モデル (53.5kHz)



(c) リング形振動板モデル (77.7kHz)

図1(a),(b),(c) 固有値解析結果

リング形とドーム形振動系を有するスピーカーの音圧周波数特性の計算結果を図2に示します。図において緩やかな特性変動のほか10dB以上の顕著なピークとなる変動も存在することがわかります。

ドーム形振動板の特性においては、40数kHzに30dBを越す大きなピークがあります。これは、前記の固有地解析結果と対照してみると、41.2kHzの固有モードに起因するものと推定されます。また、50数kHzに20dB弱のピークがみられ、これは、53.5kHz固有モードに対応しているものと推定されます。

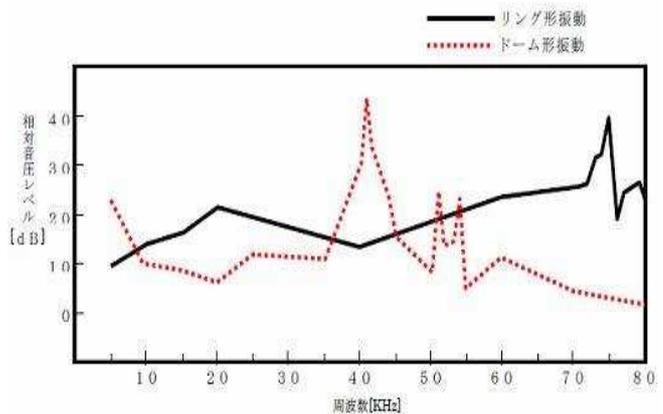


図2 音圧周波数特性計算結果

これらの結果から、軸対称共振(分割振動)は大きなピークを形成し、非軸対称分割振動は軸対称ほどのピークとはならないと言えます。この事実是一次や二次のごく低次の固有モードに関して言うことで、今注目している高周波帯域で起こる非軸対称モードは大きな特性変動とはならないことも読み取れます。

次に、リング形振動板の特性においては、75kHz付近に10dBを超える音圧変動が見られ、前記の固有モードの結果からこの変動は77.7kHzの共振に対応するものと推定されます。それ以下の周波数では大きなピークは存在しておらず、これはドーム形振動板にあった軸対称振動がリング形では無かったことを示しています。

実際の音圧特性のレベルは80kHz以上で低下しており、図1(c)の共振モードは帯域上限を決めるハ

イカットピーク的なモードと予想されます。つまり、リング形振動板は、大きなピークを形成する軸対称分割振動の発生は無く、ドーム形状にしていれば40kHz過ぎであった共振を約2倍にできたことが確認できました。

3. 磁気回路の低ひずみ化 (ADMC)

ADMC (Advanced Magnet Circuit) とは、磁気回路において発生するひずみを低減することを目的とするもので、直流磁界の磁気ギャップ上下における磁束密度の減衰を磁気回路構成部品の形状を工夫することによって極力上下対称にすること、さらにボイスコイルに印加される交流信号によって派生する交流磁界の中心位置を上下対称になるように導電体リングの導電率や体積等を各ユニットの受持ち周波数帯域において解析して最適解を求めるものです。

DIATONEの高級機種には、直流磁界解析に加え、ボイスコイル電流が作り出す交流磁束が重畳された状態を解析する交流磁界解析を行って交流磁束の発生量を抑制する形状としたADMCは上記したB4Cピュアボロン振動板とともに搭載されてきました。

ADMCの基本はボイスコイルから発生する交流磁束の中心をプレートの厚さ方向の中心に位置させ、ギャップ部の正方向の磁束と負方向の磁束との相殺度合いを極力大きくするとともに、ポールピースの上下に交流磁束抑制のための導電体リングを装着して交流磁束の発生量を抑え込むものです。

DS-MA1の開発において三つのユニットの磁気回路は高いエネルギーを得るべくすべてネオジウム磁石を採用して内磁形として新規設計しています。設計における思想は、必要以上の小型化を狙わず磁路を十分に確保してマグネットの持つエネルギーを損なうことなくギャップ部に回るように配慮すること。導電体リングについては量産性よりも性能重視で寸法を細かく変化させることを徹底しました。

3.1 ウーファー用ADMC

円板形状のネオジウム磁石を使用した内磁形でポ

ルピース形状と導電体リングの形状を変化させて検討しています。

評価は磁束分布の対称性の評価と2次ひずみ含有率 ($B_g / 2B_gDC$) によりました。図3に2次ひずみ含有率の計算結果を示します。従来タイプと比較して、使用帯域内で4~9dBの2次ひずみ改善効果が得られています。

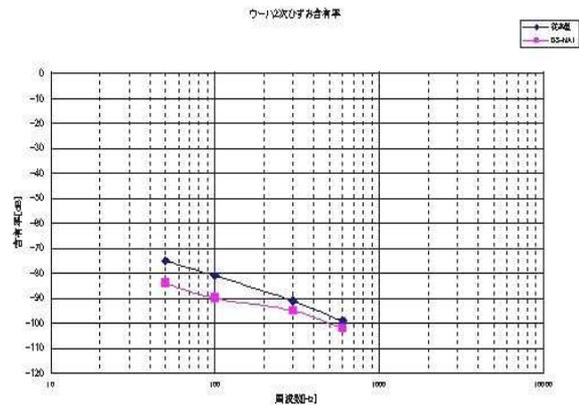


図3 ウーファー2次ひずみ含有率

3.2 スコーカー用ADMC

内周に空間を有するリング形円板ネオジウム磁石を使用する内磁形磁気回路です。スコーカーは、ウーファーとは異なり大振幅が不要となることに鑑み、導電体リングの寸法変化による2次ひずみ含有率に着目して検討しました。図4に2次ひずみ計算結果を示します。上側と下側導電体リングの寸法を検討した結果、従来型に比してなんと13~21dBもの2次ひずみ改善効果が得られています。

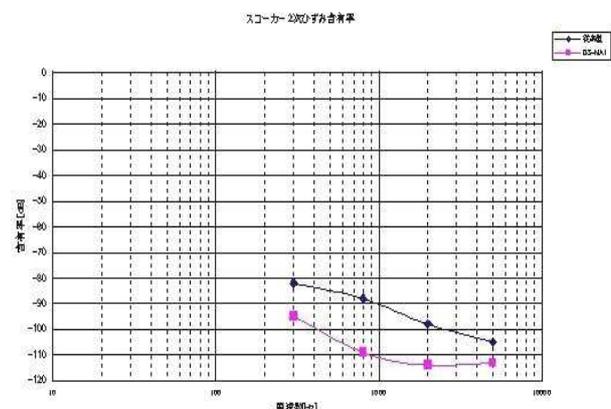


図4 スコーカー2次ひずみ含有率

3.3 ツィーター用磁気回路

一般的に交流磁束の発生量は高域に行くに従って減少します。従って高域用ユニットにおいてはとにかく高い磁束密度と、そのギャップにおける上下対称性を求めればよく、この点に鑑みポールピース形状を検討しました。また、なるべく小型で高い磁束密度を得るため、三菱電機株先端技術総合研究所と共同開発したリングと平板の二重磁石構造としています。図5に直流磁界解析の結果の一例を示します。

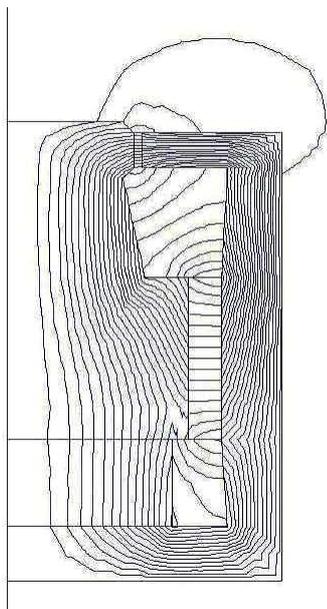


図5 直流磁界解析結果

4 .フロント・ロード・ダイレクト・ラジエーション方式

DS-MA1形のスクーカーおよびツィーターには振動板の振動を効率的に空気の振動に伝えるため、直接放射方式のユニットでありながらインピーダンスマッチングを図るフロント・ロードを設けました。

ホーン形スピーカーのような振動板に対するコンプレッションをかけるほどのものではなく、その意味でホーン長も短めの設定ができます。材質はスクーカー用はカエデ積層合板を、ツィーター用は砲金としています。

このようなフロント・ロードを設けることにより結果として、小音量時の明瞭さが増し、また大音量

時にも音がくずれたりしにくいという効果が得られました。

図6および図7にフロント・ロードを含むユニットの断面斜視図を示します。

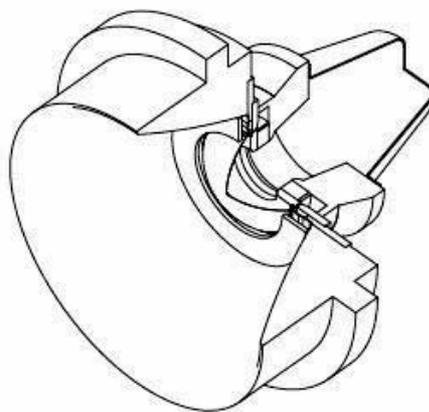


図6 スクーカー断面斜視図

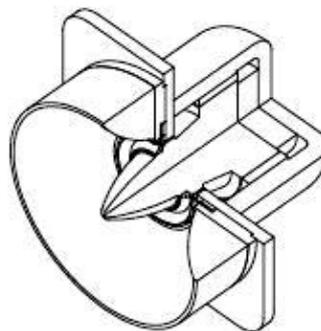


図7 ツィーター断面斜視図

5 . 楽器用材料のキャビネットへの採用

DA-MA1には響きの余韻を美しく再現する目的でキャビネットのバツフル板および裏板に楽器用材料であるスプルス材を用いています。

この素材の持つ振動減衰能の高さとその波形の美しさは現存するあらゆる木材の中で最も優秀なものといえるでしょう。図8にテストピースでの振動減衰波形を示します。

DS-MA1はこのようなキャビネット素材を平面材として使用し面構成で従来同様にキャビネットを構築しています(図9)。

これはDIATONEがこれまでに培ってきた音質設

計のノウハウを最も活かすことの出来る形態だからです。

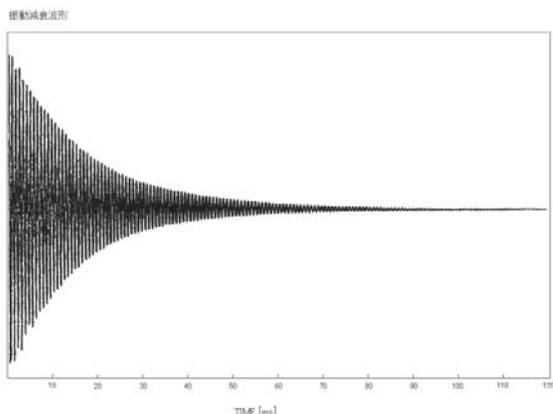


図8 振動減衰波形

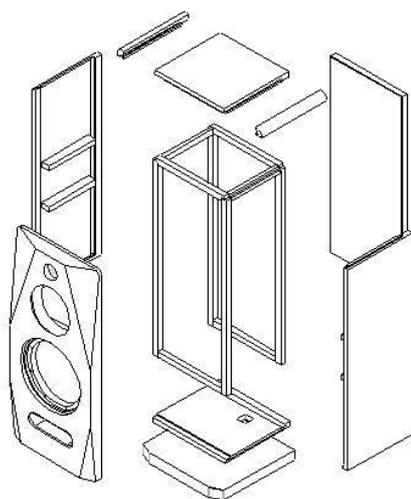


図9 木材構成図

6. インシュレータを用いたシステムのセッティング

DS-MA1はシステムのセッティングにおいて、底面を床面に密着させることのないよう砲金削り出しのインシュレータを用意しました。このインシュレータは上側にピンを持ち、これがスピーカー本体底面に用意された凹部に接触するよう設計されています。従って、スピーカー本体はピンコンタクト状態で設置されることとなり振動の床面からの影響を受けにくくし、システム底面をスピーカー自身の重量で拘束することから解放されてよりナチュラルな響きが得られます。

7. 最後に

以上、6年ぶりに開発したDS-MA1の特長を紹介してまいりました。

DS-MA1は三菱電機エンジニアリング(株)が販売するDIATONEスピーカーです。弊社からお客様へ直接販売の形態とさせていただいております。

東京 九段下にある弊社本社の1F試聴室(写真10)でご試聴いただけます。お一人様2時間を目安に試聴室を占有できるよう対応させていただきます。愛聴盤をお持ちいただければ、ご自宅のシステムとの比較も可能かと存じます。お待ちしております。



図10 本社試聴室

(試聴室所在地)

三菱電機エンジニアリング(株) e-PLAZA内
〒102-0073 東京都千代田区九段北1-13-5
日本地所第一ビル 1F

(交通手段)

東京メトロ 東西線 九段下駅 7番出口徒歩0分
半蔵門線・都営新宿線 九段下駅 3番出口徒歩1分

電話 03-3288-1754 FAX 03-3288-1575

e-mail DIATONE@www.mee.co.jp

URL <http://diatone.mee.co.jp>

ウッドコーン スピーカー SX-WD500

日本ビクター株式会社

北岩 公彦・尾形 知昭・山本 晋吾・竹村 和紀

1. 開発の背景

1.1 当社の振動板開発に対するアプローチ

振動板素材に求められる物性としては下記のものがあります。

- ・剛性が高いこと
- ・適度な内部損失を持つこと
- ・軽量であること

このうちで軽量高剛性であることで伝播速度(音速)が高まり、より高い周波数まで分割振動無く信号を伝えることができます。しかしながら、均一素材では伝播速度と内部損失は反比例し、伝播速度の高い素材ほど鋭い高域共振を持ちます。また、分割振動域の音色も音質へ大きな影響をもっています。その為2way, 3way のシステムでは受け持ち帯域によって振動板の材質を変えるのが一般的です。

- ・高域再生用には伝播速度が高く、軽い素材を使用して再生帯域を拡大する
- ・低域再生用には内部損失の大きな素材を使用して、可聴帯域内の共振音を抑える

当社では現在、振動板の開発に対して2方向の異なるアプローチを取っています。

オブリコーン

当社 SX-L シリーズで採用している手法です。振動板の形状を非対称形とすることで高域共振を分散することを狙いとしています。振動板素材にはアルミニウムを使用し伝播速度を高めながら、高域特性を滑らかにすることを実現しています。

ウッドコーン

自然な減衰特性をもつ無垢の木材(カバ材)を振動板に採用。木材は弦楽器など楽器の筐体部分に使用されているように、自然な音響特性、音色を持っています。



写真1 オブリコーンスピーカー

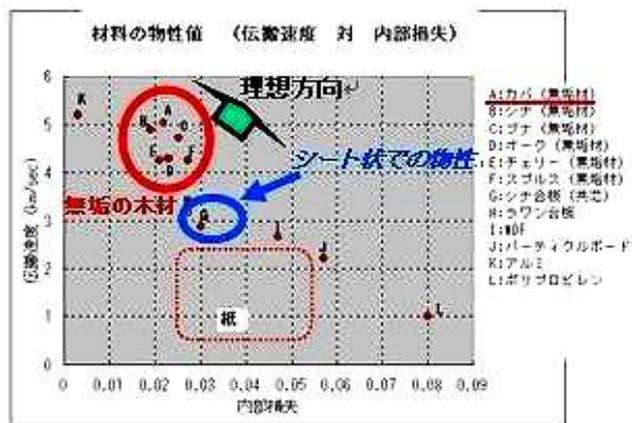


図1 物性値からカバ材を選定



図2 ウッドコーンの成形工程

1.2 ウッドコーン商品開発のこれまでの流れ

ウッドコーンは2003年発売のシステムコンボ [EX-A1]に最初に搭載しました。

このときに採用した8.5cmフルレンジスピーカーは、小口径の制約の中で、ウッドコーンの良さである自然な明るさ、躍動感にあふれた伸びやかさを感じさせるものでした。

その後、口径を11cmに拡大し2way化したモデル[SX-WD5]で単コン展開を行っています。2way

構成としたことで分割振動帯域の音色の支配力が減少し、ウッドコーンの楽器的な側面（響きの艶やかさ）よりも物性面での良さを生かしたスピーカーとなり、変換機としての能力は向上していると思いません。

これらの単コンモデルは低域の余裕や、周波数レンジの拡大など Hi-Fi 的な部分での改善面は大きなものがありましたが、EX-A1 の持つウッドコーンらしさが表現仕切れないところもありました。

フルレンジスピーカーの場合、高域再生に分割振動域を使うので、特に伝播速度と内部損失、自然な減衰特性の程よい調整が必要です。このことがかえってウッドコーンの良さを最大限生かせる構成であったともいえます。



図3 ウッドコーンの商品展開

1.3 SX-WD500 開発の狙い

SX-WD500 を商品化するに当たり目標に置いたことは、Hi-Fi スピーカーとしての性能を追求する一方で、ウッドコーンの音色を今まで以上に魅力的に聞かせるスピーカーを作ることでした。そのためには、振動板の強度と質量のバランスを再検討する必要がありますと考えました。

低域を今まで以上に充実させるために口径を拡大した 14.5cm ウーファーを開発するとともに、技術開発の重点課題として、振動板の軽量化を徹底することを挙げて取り組みました。そして、スピーカー

ユニット、キャビネット、スタンドの調和を取りながら全体をチューニングして商品として仕上げました。具体的な内容を次章から述べます。



写真2 SX-WD500 外観

2. ユニットの開発

ユニットを開発するに当たって、設計の第一目標としたのが、振動系の軽量化です。

ウッドコーン振動板は温かみがあり、かつ深みのある音色が特徴である反面、振動板の質量が一つの課題でありました。これは無垢の木材を使用しているために、薄くし過ぎると振動板が変形してしまい、ある程度の厚み（剛性）が必要となるからです。そこで変形の起かない剛性を持たせながらの軽量化を行い、ウッドコーンの持つ魅力を最大限引き出すことをポイントにおいて開発を進めました。

2.1 14.5cm ウーファー

ウッドコーンの 14.5cm ユニットの開発は既に車載用として開発が行われておりました。そのユニットをベースとし、SX-WD500 用のユニットとして新規開発を行いました。開発は軽量化を行うことでユニットの効率を高めることを狙いとし、設計目標はユニット効率を 92dB (6 /1W・0.5m) としました。

2.1.1 振動板の開発

先に開発されていた車載用スピーカーの振動板は使用環境がホームユースより過酷であるために、無垢の木材では変形が起きやすく、振動板を厚くして

剛性を高める必要があります(カバ材 0.5t 使用)。

しかし家庭においては車内と比べて、比較的使用環境が安定しているために、更なる軽量化が望めません。そこで振動板の厚みを再度検討しました。検討を行った厚みは、0.5t、0.45t、0.4t の3種類です。

表1に各厚みの振動板質量とユニットに組んだ時の能率を示します。また参考までに弊社のアルミオブリコーンの振動板質量も示します。

	厚み	質量	質量比	能率
カバ材	0.5t	5.7g	1	89.2dB
カバ材	0.45t	4.2g	0.74	90.4dB
カバ材	0.4t	3.5g	0.61	91.3dB
アルミ	0.1t	2.8g	0.49	-

表1 厚みと質量比較と能率

表1から振動板の厚みを薄くする事で、軽量化が図れると同時に、スピーカーユニットとしての能率も上がっています。それぞれの振動板にて、音質検討及び、環境試験を行った結果、振動板の厚みを0.4tに決定しました。これにより従来の14.5cm ウッドコーンに対して約40%の軽量化を実現しております。

2.1.2 EPDM ラバーエッジの採用

SX-WD500以前のウッドコーンユニットには、エッジの材質として全てブチルゴムを採用しておりました。これは粘りある低音を再生させる事を目的としていたためですが、弊社のSX-Lシリーズで採用実績のあるEPDM (Ethylene Propylene Diene Terpolymer) 発泡ゴムと比較すると質量の面で大きくなってしまいます。これは、EPDM発泡ゴムには内部に気泡が多く存在していることから、低密度の状態を作り出せるためです。

このEPDM発泡ゴムを使い、また厚みをコントロールすることで、更なる軽量化を行いました。表2にエッジの材質による質量を示します。

	厚み	質量	有効質量
ブチルゴム	0.4t	5.9g	2.95g
EPDM (L シリーズ)	0.6t	3.02g	1.51g
EPDM(SX-WD500)	0.4t	2.5g	1.25g

表2 エッジの材質による質量比較

質量のうち振動系質量として効いてくるのが、約50%ですから、材質の変更と厚みの改善で従来のブチルゴムエッジと比べて、約58%の軽量化を実現しました。

2.1.3 アルニコ内磁型磁気回路の採用

先にも述べました通りウッドコーンの特徴の一つである深みのある音色を最大限引き出す事を目的として、SX-WD500では磁気回路にアルニコマグネットを採用しております。

内磁型磁気回路の中には、不要な響きを抑えるために吸音フェルトを入れ、ウッドコーンの音色を損なわないように、徹底的な配慮をしました。

フェライトマグネットを使用して防磁設計を行う場合、キャンセルマグネットを取り付けて強制的に漏洩磁束を抑え込みます。この時磁気回路内に磁気歪を生じます。アルニコ内磁型磁気回路にする事で、完全に磁気回路が閉塞し磁気歪が発生しにくい磁気回路構成とすることが出来ます。音質の面でも、深みを持たせながら、かつ歪感の少ない透明感のある音色を奏でることが出来るようになりました。ウーファーユニットの断面図を図4に示します。

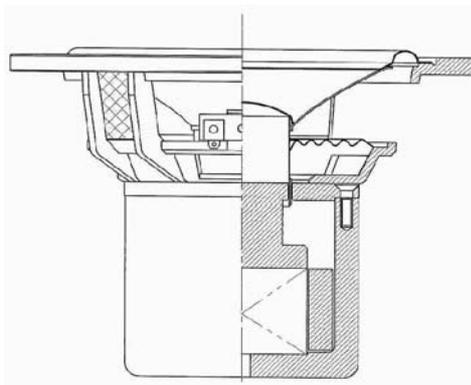


図4 ウーファー断面図

このように可能な限りの軽量化を行った、ウーファ特性図を図5に示します。図5からも分かるように振動系の徹底的な軽量化を図ることにより、最終的なユニットの能率は約93dB(6 /1W・0.5m)を実現しております。

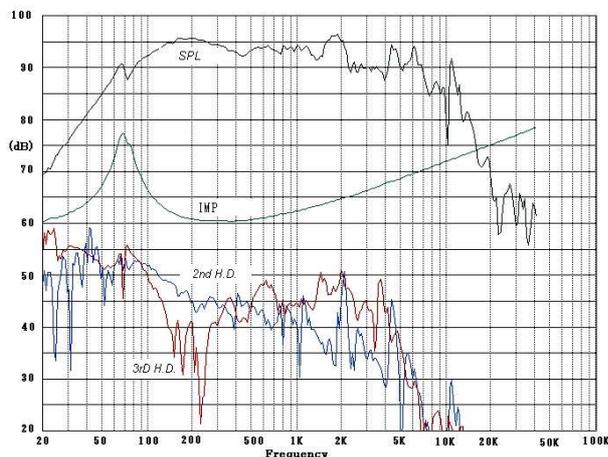


図5 ウーファ特性図(6 /1W・0.5m)

2.2 2.0cm ツィーター

ウッドコーンの2.0cm ツィーターは、以前のウッドコーンシリーズからも採用しております。しかしSX-WD500を開発するにあたって、再度設計検討を行いました。新規設計の基本的な考え方はウーファと同様に、振動系の軽量化を設計目標にしました。但しウーファと違い、能率を高めるための軽量化ではなく、ツィーター帯域の音楽ソースの細かなニュアンスの表現力を、今まで以上に高めることにあります。

2.2.1 ダイアフラムの開発

以前のウッドコーンツィーターには0.28tのカバ材シートを1枚使用しておりました。これは剛性の面から見て、これ以上薄くしてしまうとダイアフラムが変形してしまうため、剛性を持たせた中での限界の薄さでした。しかしSX-WD500では軽量化のために、更に薄いダイアフラムの開発を行いました。

木材が変形してしまうのには、表面と裏面の収縮率が違うことが原因の一つにあります。そのために

スピーカーキャビネットに突き板を用いる場合、キャビネットの外側と内側に同じ突き板を貼る事がありますが、これは突き板の響きを効果的に利用するという目的だけでなく、収縮率を合わせて木材を安定させるという目的もあります。このことに着目して、2枚の薄いカバ材を貼り合わせることで軽量化と剛性とを両立させる検討を行いました。表3にダイアフラムの厚さと質量を示します。

	厚さ	質量	質量比
カバ	0.28t (1枚)	0.14g	1
カバ	0.1t × 2枚貼り	0.1g	0.71
アルミ	0.035t	0.05g	0.38

表3 ダイアフラムの厚さと質量

2枚貼りの方向については、木目を直行させて貼るクロス貼りと、同じ方向で貼り合わせる並行貼りとの2種類を検討しました。その結果、並行貼りの方がダイアフラムとして形状が安定している事が分かりました。

最終的には2枚貼り(並行貼り)にする事で、ダイアフラムの質量を約30%軽量化することに成功し、また、環境試験の結果でも品質上問題なく、十分商品化出来る事が確認できました。

2.2.2 ネオジウム磁気回路&銅キャップ

ツィーターの磁気回路には、磁束密度を最優先に考え、強力な磁力を持つネオジウムマグネットを採用しております。これにより、1.6Tと非常に高い磁束密度を得ることが出来ました。また磁気回路に銅キャップを取り付けることにより磁気回路で発生する磁気歪を抑え、よりクリアな音楽再生を実現します。



図6 ツィーター磁気回路部品

ツイーターの断面図を図7に、特性図を図8に示します。ユニット単品での能率は約92dB/1W・0.5mとなります。音質については質量が小さくなった事で、開発の狙いであった細かなニュアンスの表現力が向上し、ツイーター帯域の柔らかい表現力を実現することが出来ました。

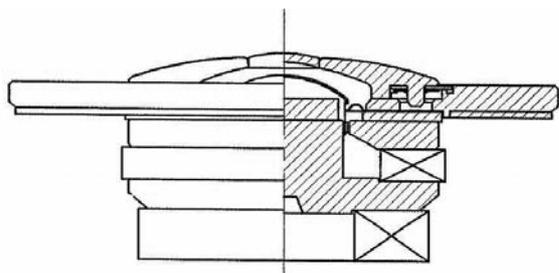


図7 ツイーター断面図

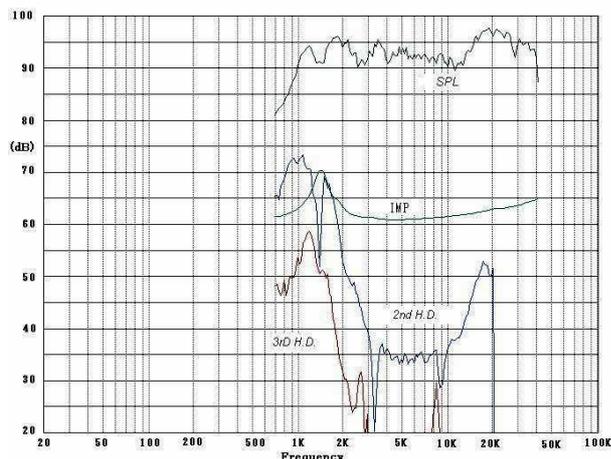


図8 ツイーター特性図 (6 /1W・0.5m)

3. システム設計

SX-WD500はユニット設計において、振動系の軽量化を徹底的に行い音響変換機としての性能を向上させる一方で、ウッドコーンの音色を今まで以上に魅力的に聞かせる事を設計の主旨としております。言い換えればユニットの分割振動によって発生する音色の特徴(歪み)以外の歪みを徹底的に抑えることとなります。その取り組みについて述べます。

3.1 ネットワーク

回路構成としては、ウーファー側ツイーター側のフィルタ遮断特性をそれぞれ -12dB/oct とし、クロ

スオーバー周波数を4.2kHzに設定しています。使用しているコンデンサーについてはウーファー&ツイーター共にフィルムコンデンサーを使用し、使う素子についても聴感上、歪感の少ない素子を厳選して使用しております。

素子をマウントするネットワークボードは、ウーファー回路とツイーター回路を完全に分離し、また距離を離すことで、各コイルによる相互干渉を低減させています。

ネットワーク端子はネットワークボードにダイレクトに取り付け、構造も真鍮削り出しのワンピースとする事で、スピーカーケーブルからネットワークの間での電氣的なロスを徹底的に抑えるように設計いたしました。

3.2 総合特性

SX-WD500の総合特性を図9に示します。ユニットの軽量化により、総合特性で能率87dB/w・mを実現し、ウッドコーンの魅力を最大限引き出したシステムとして完成させることが出来ました。

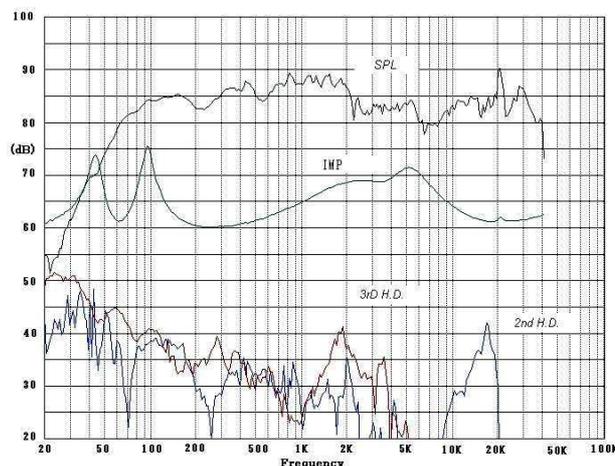


図9 SX-WD500 総合特性 (6 /1W・1m)

4. キャビネットの開発

ウッドコーンシリーズのフラッグシップモデルとして、高音質に寄与しながら、高品位な形状・仕上げのキャビネット設計を目指しました。

高音質

ディフラクションを考慮したキャビネット形状を基本とする。適切な強度を持たせながらも、キャビネット材料の心地良い響きを活かし、音楽の魅力を引き出す。

高品位

自然材を使用した表面材を光沢塗装で仕上げること、趣味性の高い高品位な外観とする。

4.1 具体的内容

ユニットを保持し、性能を発揮するための強度が必要なフロントバッフル板には 21mm のパーティクルボードを用いています。左右側板はディフラクションを考慮したラウンド形状とし、曲面部の平滑性を出すために 18mm の MDF を用いています。振動を背面に分散させる為、各部の板厚を調整し音質確認を行いながら設定しました。

底面部は 18mm の MDF と台座部 30mm の MDF を加えた 48mm の厚さで強度と質量を持たせ、真鍮削り出しの大型フットと合わせて、低域の安定度・明瞭感を大幅にアップさせました。

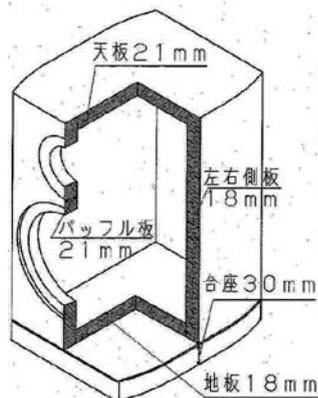


図10 キャビネット板厚分布

表面材と裏捨て貼り材には、音響特性に優れた自然材の突板を使用しています。自然材の美しい響き（弦楽器のような自然な音色の再現）と、キャビネットの強度アップを狙ったものです。フロントバッフル表面材には弦楽器などの胴体部に使用されてい

るホワイトシカモア突板を使い、その他表面材と裏捨て貼り材にはメイプル突板を使用しました。表面の全光沢塗装は、塗装・研磨・乾燥などを 20 工程以上繰り返して行い、手間とこだわりを持って仕上げました。

サランボードは強度があるアルミリングをモールド部品と組み合わせて使用。サランネットは音の抜けの良い素材を選んでいきます。

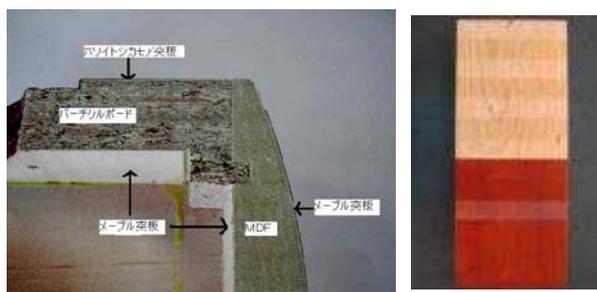


図11 キャビネット断面写真 図12 塗装工程

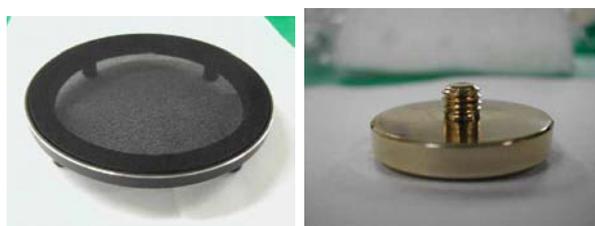


図13 サランボード 図14 真鍮削り出しフット

5. スピーカースタンド LS-M5

今回、ウッドコーン搭載のフラッグシップモデル SX-WD500 を開発していく中で、スピーカースタンドについても新規に開発する必要があると考えました。

最終的には汎用性を考慮し、現行商品も取り付けられるように対応いたしました。基本的には SX-WD500 と組み合わせた時に最適となるように並行して設計検討を行い、音質や外観デザインを決定しております。

LS-M5 は 3 本の支柱による堅牢な構造とし、そのうちの前面の支柱で低音の反射が最適になるよう調

整しました。また底板には3つのウェイト(570g/pcs、3個で1.71kg)を取り付けた安定感ある作りとなっており、それにより重心の低い低音が出せるような構造にしております。



図15 LS-M5 構造
(天板を取って)

図16 LS-M5 構造



図17 底面とウェイトの構造

外觀につきましても、メインカラーをSX-WD500の台座部と同じ色に設定し、また、前面の支柱にはSX-WD500の側面と同じく突板(メープル)全光沢仕上げを施すことにより、SX-WD500の美しい音質やたたずまいを損なうことなく、高品位な雰囲気をさらに高めるデザインに仕上げることができました。



図18 SX-WD500と
LS-M5

6. 最後に

振動板を中心としたユニット開発とウツドの響きにこだわった音作りを行うことで、本機は木材が持つ心地よい響き、自然な減衰特性というウツドコーンの特長を最大限生かしたスピーカーになったのではないかと思います。今後も理論と感性が調和した商品開発を続けて行きたいと思ひます。

筆者プロフィール

北岩 公彦(きたいわ きみひこ)

九州芸術工科大学大学院芸術工学研究科卒。1988年日本ビクター(株)入社。入社以来スピーカーユニット、スピーカーシステムの設計開発に従事。主に単コンスピーカーの商品開発を担当。

尾形 知昭(おがた ともあき)

芝浦工業大学大学院工学研究科電気工学専攻卒。1999年日本ビクター(株)入社。スピーカー設計部門に所属し、現在に至る。趣味は音楽鑑賞、映画鑑賞。また自分でもトロンボーンを吹き、吹奏楽、オーケストラ等に参加して、日々音楽を楽しんでいる。

山本 晋吾(やまもと しんご)

群馬県立伊勢崎工業高校電気科卒。1985年日本ビクター(株)入社。オーディオ製品製造職場、オーディオ製品試作職場を経て、現在はスピーカー技術部に所属。単コンスピーカーの商品開発を担当。

竹村 和紀(たけむら かずのり)

武蔵工業大学電子通信工学科卒。1993年日本ビクター(株)入社。ミニコンボ、ホームシアター等のスピーカーの商品開発を担当したのち、2006年から単コンスピーカーの商品開発を担当。



左から北岩さん、尾形さん、山本さん、竹村さん

ギターアコースティック・スピーカー D-TK10

オンキヨー株式会社
小野 祐司・久本 禎俊・辻 一郎

1. 演奏者が伝えたい音

2006年10月5日、東京・代々木上原「MUSICASA」。ギタリストの吉田次郎氏が、坂井紅介氏（ベーシスト）古川昌義氏（ギタリスト）を迎え、アコースティック楽器だけのコンサートが開かれました。

三人が織りなす超絶なテクニックから生み出されるアコースティックサウンドはクラシック専用のホールに満ち溢れ、演奏者の気持ちがストレートに伝わる感動的なコンサートでした。このコンサートで使われていたスピーカーシステムはPA用ではなく、民生用のものが選択されました。

このシステムを愛用されている吉田氏はコンサートの中で次のようなコメントを残されています。

「...ここにある三つの楽器は大小の違いこそあれ、アコースティック楽器として同じ作りをしています。ここにあるスピーカーも同じ作りでできています。...演奏者にとってベストの音はこの辺り（サウンドホール近くの演奏者の耳の近く）の音ですが、このスピーカーはその音とほぼ同じ音を皆さんに届けてくれる...。」

世界中で活躍する演奏家を選んだスピーカーシステムは、ここで紹介するD-TK10でした。そして、前述のコメントは演奏家という立場からいただける最高の評価と言えるでしょう。創り出した音をそれに最も近い音で客席に届けること「演奏者が伝えたい音」を伝える大切な役割をD-TK10が担い、コンサートは大成功に終わりました。

勿論、D-TK10はPAシステムとして使われることを想定して開発・製品化された訳ではありません。そのシステムが演奏者にこういった形で受け入れて戴けたのは、開発コンセプトが前述の要求に合致したからでしょう。



ギターアコースティック・スピーカー D-TK10



コンサート本番の様子
(右から吉田氏、坂井氏、古川氏)



リハーサル中の吉田氏
(二組のD-TK10のうち、一組を客席に向け
もう一組を演奏者に向けたモニターとして使用)

2. D-TK10 に求めたもの

2003年、当時の商品企画担当者から一つの発案がありました。

「楽器の響きをスピーカーに取り入れられないだろうか？」

同じように木でできた「箱」であっても、弦楽器に代表される楽器のボディーとオーディオスピーカーシステムのキャビネットでは、外観形状もさることながら、その構造が大きく異なることは周知の事実です。

楽器の場合は、弦の響きを増幅するためにうまくボディーを鳴らすことが最重要であるのに対して、スピーカーのキャビネットはできるだけ鳴らさずに、ユニットから出る音を忠実に伝えることが重視されていました。キャビネットを鳴らすということは従来のオーディオの発想からはタブーとされていたところがあり、開発にあたり社内でも様々な意見がありました。

しかし、楽器の響きをスピーカーシステムに応用できれば、市場で中心となっている小型システムでも、大型システムが持つような豊かな音を実現できるのではないかと。「驚くほど響きの豊かなものを小型システムで実現しよう」という開発者たちの意欲は膨らみ、開発はスタートしました。

また、D-TK10の開発時期は、弊社のスピーカー製品の歴史の中で一つの転機となった製品の開発時期と重なります。

D-302E 従来の設計から飛躍的に進化した16cm ウーファーと4cm リングツイーターの二つのユニットを備えたこの2ウェイシステムは、システムコンポの組み合わせ製品という枠を超え、後に単品システムとして海外でも高い評価を得ることになります。そして、ここで生まれたユニットをそのままスケールダウンしたものを新たに開発することが早い段階で決定しました。

響きをうまくコントロールしたキャビネットに高性能なユニットを組み合わせた小型システム—開発者たちは、このシステムで自分が本当に音楽を楽し

める道具の実現を目指し、それは「ボーカルや楽器などの発音体の構造がわかるようなシステムを作ること」につながりました。



D-302E

3. アコースティックギターと同じ構造を取り入れたキャビネット

D-TK10の構成要素の中で真っ先に目を引くのは、特異な形状を持つキャビネットです。

楽器の発音部をスピーカーユニット、ボディーをキャビネットに置き換えて考えると、「楽器の響きをスピーカーシステムにいかに取り入れるか」という命題は「楽器の構造をスピーカーキャビネット設計にいかに取り入れるか」と自然に解釈されました。

スピーカーキャビネットと同じく木で形作られる楽器の一つとしてアコースティックギターに着目し、製造工程の見学や技術的な相談を快く引き受けてくださったのが(株)高峰楽器製作所(以下、高峰楽器)でした。手づくりと機械加工がうまく融合した木工・塗装技術の高さ、「ものづくり」に対するこだわり、音に対する情熱...最高のパートナーとの出会いでした。

ギターという楽器はどのような可能性を持っているのか...。私達は高峰楽器に提供していただいた未塗装のギターにスピーカーユニットを取り付けて聴いてみることから始めました。出てきた音は...何を聴いてもギターっぽい音! ギターの胴全体が鳴る音量感はあるものの、オーディオ用システムとしてはひどいものでした。「本当に使い物になるのか?」居

合わせた全員がその難しさを予感しました。

楽器という垣根を越えてスピーカーシステムとして成立させるために必要な要素は何なのか。そして、楽器の持つ響きを生み出している要素は何なのか。その要素を取り入れようといろいろな試作を繰り返しましたが、良い試聴結果が得られない日々が続きました。

ギターの胴の構造は至って単純です。正面から見たときの形状を決定している枠組みが曲げ板で作られ、これの両側（表裏に当たる）に、力木と呼ばれる補強材で張力をかけられた薄板が、ライニングと呼ばれる貼りしろとなる部材を介して貼り合わされています。これらの構成要素の中で薄板と同じく響きに大きく影響を与えるのが力木で、その位置、本数、形状で全く違う音のものになります。



アコースティックギターの力木配置例

一方で、薄い板で作られた箱は、スピーカーユニットという重量物を取り付けるのに十分な強度を持っているとは言えません。また、スピーカーユニットの振幅はギターの弦の振幅と比べられないくらい

大きいため、背圧でもかなり揺らされます。かといって単純に板厚を上げることで強度を上げて、今度は響きが犠牲になります。

「必要な強度と響きを両立したい。」当然の要望でした。そこで、ギターの胴の中で比較的強度がある曲げ木の部分に内側から補強材を貼り合わせた上でスピーカーユニットを取り付け、胴の表板、裏板がキャビネットの側板に相当するような構造を考案しました。これならば、力木をうまく配置することで、音の拡がり、響きを思い通りにコントロールできます。こうして、開発着手から1年余りを費やして、製品の基本設計ができ上がりました。この設計に基づいた試作第一弾は、製品の可能性を十二分に示してくれました。

キャビネットの材質は響きを重視してマホガニーに決定し、側板には単板を、胴部は前面から後面、底面に至るまでは複雑な曲げが要求されるため、合板としました。キャビネットの試作は塗装も含めて約1ヶ月半の時間を要しましたが、力木配置の違う数種類の試作を高峰楽器に依頼し、ディバイディング・ネットワークや吸音材の変更とともに自前で作った力木を追加したりしながら測定・試聴を繰り返しました。

出来上がった試作機を高峰楽器に持ち込み、音を出した瞬間、同席した人全員に驚きの様子が見られました。本物のギターの音がすると...

しかし、音楽のジャンルによって得意、不得意があることが判ってきました。レーザードップラー法による速度分布測定の結果、キャビネットの側板が特定の周波数で共振して独特の音色の発生要因になっていることがわかりました。また、力木の配置によって音が異なっていましたが、振動モードの測定によって、特定周波数の共振を分散させることが可能ともわかりました。

音楽のジャンルの得意、不得意を減らすために板厚の選択にも苦労しました。板厚が厚めのものでオーディオシステムとしてある程度のレベルまで作り込めたと判断したのに対して、ギターの音にこだ

わりを持つ高峰楽器の方々からは、板厚を薄くした試作機の方が魅力的だったというコメントが...

スピーカーシステムとしての完成度は高まっていますが、楽器の持つ音の魅力を置き忘れてしまっていたのです。

もともと一般的なキャビネットと比べて板厚は圧倒的に薄く、前述の「薄い」「厚い」も3mmと4mmの違いでした。もっと響かせたい、でも強度不足でキャビネット自体が妙な音付けをしてしまっはいけない...。製品に対する欲であり、「こだわり」でした。製品日程が決まっている中で、板厚をさらに4mmから3.5mmに変更し、試聴を繰り返しながら強度と響きを両立する方法を探りました。

側板は大きな曲面で張りを持たせることで強度をアップさせ、キャビネットは一切平行面を無くし、完全に定在波を起こさないように配慮しました。

最終的には、前段階の試作に対してわずか1本の力木の追加と吸音材の配置変更で、十分な強度を確保すると同時に、課題としていた響きや音の艶を引き出すことができました。



D-TK10の力木配置

また、このシステムはバスレフ型ですが、バスレフダクトを構成している台座部はギターの指盤の材料に使われるローズウツの集成材からの切削品に象嵌で ONKYO ロゴが施されたものです。デザイン担当者と高峰楽器の製造担当で製造方法から相談して作り上げたもので、ここにも高峰楽器のものづくりに対する「こだわり」が込められています。



ローズウツ集成材(左)からの切削による台座部



キャビネット製造工程

(曲げ加工された胴部の内側に補助板材とライニング(貼りしろ)が接着され(上)、その両側に力木が貼り付けられチューニングを施された側板(下)が接着される)

こうして高峰楽器が持つ匠の木工技術と弊社のスピーカー技術をうまく融合させながら、アコースティックギターと同じ構造を持つスピーカーキャビネ

ットが誕生しました。

4. ピストン動作の追求

この製品の一番の特徴はキャビネットにあります。自社で開発・設計・生産を行っているユニットにも当然「こだわり」が込められています。

前述の通り、D-TK10の開発時期は、弊社のスピーカーユニット開発においても新しい設計指針に基づいて次のステージに進む過渡期でした。

ピストン動作の追求 入力された音楽信号に対して振動板がピストン動作するという当たり前の動作をいかに広い周波数範囲で実現することができるかを最重要課題として掲げ、ウーファー、ツイーターの新規開発を進めました。



大型磁気回路を搭載したウーファー

ウーファーはコーン型振動板の中央部にボイスコイルを置き、その上にダストキャップが接着されたものが一般的ですが、この場合、ボイスコイルからエッジまでの距離が長いいため振動板は変形しやすく、周波数が高くなるにつれて分割振動が起こってしまう上に、ダストキャップでも同様のことが起こり、結果として入力された信号に対して不要な音が付加されてしまうことになります。

弊社では数年前から A-OMF と呼ぶ多層構造の振動板を用いたスピーカーを製品に展開してきましたが、これを応用し、ダストキャップ部も含めた振動

板全面を強度のある素材で一体成型してしまう手法で変形しにくい振動板を形成することを考えました。

ボイスコイルをはめ込む部分も同時に成型してしまい、ボイスコイルと振動板との接着強度も確保したこの振動板は A-OMF MONOCOQUE と名付けられ、弊社製品に搭載するウーファーユニットのスタンダードとなりました。

さらに、D-302E の開発で確立した振動板中心と外周のほぼ中央を駆動するバランスドライブ方式により、10cm 口径でありながら、大入力でも崩れないピストン動作領域を拡大しています。



A-OMF MONOCOQUE 振動板の構成
(PEN/天然繊維/アラミド繊維と異なる素材を
組み合わせた3層構造)

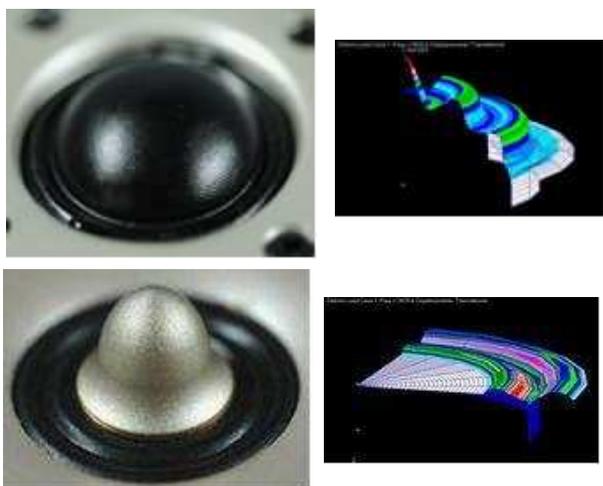


リング型ツイーター

また、ツイーターはドーム型（もしくは逆ドーム型）の振動板を持ったものが一般的です。この形状

の振動板ではドームの外周をボイスコイルが駆動することになりますが、駆動部から離れたドーム中央部が駆動力に追従できずに変形し、分割振動を起こすことになります。

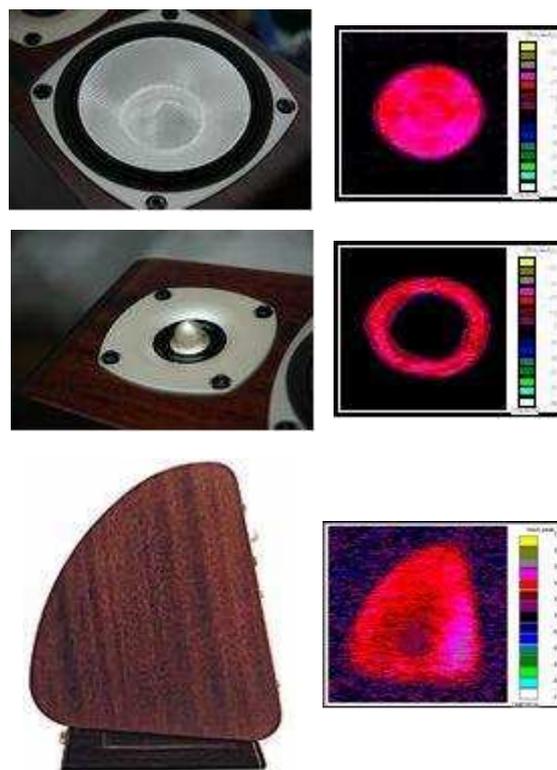
駆動部に近いところにだけ振動板を置けば、入力信号に対する忠実な動作を実現できるリング型ツイーターは、この考え方から必然的に生まれました。ボイスコイルの内側と外側に同じ幅の振動板を持ったツイーターは、従来のソフトドームツイーターと同じ材料を使いながら、ドーム型ツイーターとは比較にならない広いピストン動作領域を実現しました。



ドーム型振動板(上)とリング型振動板(下)の比較
(右側は同周波数での振動姿態のシミュレーション結果。ドーム型では同心円状に節と腹が連続する分割振動が顕著に見られることがわかる)

ウーファー、ツイーターともに、形状設計はコンピュータシミュレーションを用いて行われました。レーザードップラー法による速度分布測定の結果、シミュレーションにより最適設計されたスピーカーユニットは振動板全体が一体となって振動している様子を視覚的に確認することができ、ユニットの完成度に対する自信をさらに高めることができました。

なお、D-TK10の詳しい情報については、弊社WEBサイトでもご紹介しておりますので、ぜひご覧ください。 http://www.jp.onkyo.com/d_tk10/



レーザードップラー法による速度分布測定結果
(上)ウーファー / (中)ツイーター / (下)キャビネット側面)

5 . D-TK10 発売

2005年12月5日。ギターと同じ構造を持つ世界初のギターアコースティック・スピーカーD-TK10は発売されました。

その背面には、『Takamine』の銘が誇らしく付けられています。この高峰楽器とのコラボレーションは、ただ単にスピーカーシステムの新たな切り口を見つけるためだけではなく、どこにも無いオリジナリティーに溢れたスピーカーシステムを作り上げることでした。

目指したものは楽器の響きを取り入れたまさに目の前で演奏しているかのような息遣いを感じさせる生々しい音です。冒頭で紹介しました演奏家から認められたのは、まさにこの部分ではないかと思えます。

これまでの国産のスピーカーシステムの多くが、「振動板以外の部分、つまりキャビネットの振動を

徹底して抑える」ことに注力し、キャビネットの補強を幾重にも施していました。ところが振動というのは、そういう補強によって完全に収まる訳ではなく、むしろ補強のために取り付けられた部材が、新たな不要振動源と化してしまう例が少なくありません。

過度に補強を施したキャビネットを用いたスピーカーシステムは、伸びやかさを失い、聴いていても楽しさが感じられない抑圧的で暗い音色となってしまう。また、こうした不要な振動は、たとえ測定できないような微弱なレベルであっても、同様に低いレベルで含まれ音色を決定づける倍音成分を著しく害してしまいます。

D-TK10は、不要な振動を完全に取り去ることができないのであれば、美しい響きとして積極的に利用しようという、独創的な発想から生まれました。

そして、市場に数多く存在するスピーカー製品の中でも「Only One」であると自負する本製品をぜひ一度お聴きいただき、音楽の持つダイナミズムの素晴らしさを、実際に体感していただけたらと考えます。

また、D-TK10の開発過程によって習得したキャビネットの設計手法は、スピーカーユニットにおける新技術とともに、以後の弊社製スピーカーシステムの、新たな方向性確立に大きく寄与したことも付け加えさせていただきます。

現在D-TK10はアメリカ、ヨーロッパ等でも発売しておりますが、各地で評判を呼び「Popular Science」誌(米)が選ぶHome Entertainmentのカテゴリーで「2006 Best of What's New Award」にノミネートされました。

ギターの本場であるアメリカでこのスピーカーシステムが認められたことは大変光栄なことで、この製品に携わった方々、並びに高峰楽器関係者の方々に、この場をお借りして感謝の意を表したいと思います。

筆者プロフィール

小野 祐司(おの ゆうし)



1986年大阪府立大学工学部
材料工学科卒業。
同年オンキヨー(株)入社。
音響技術研究所にて振動板、ユニット、
スピーカーシステム等の開発を行う。
現在、開発センター第三開発課課長。

久本 禎俊(ひさもと さだとし)



1997年九州芸術工科大学大学院
芸術工学研究科博士前期課程
芸術工学専攻修了。
同年オンキヨー(株)入社。
開発センターのアンプ開発部門から
2003年より長年の希望であったスピー
カー開発部門である第三開発課へ異動。現在、スピーカース
ステムの開発を行う。主幹技師。

辻 一郎(つじ いちろう)



1982年甲南大学理学部
応用物理学科卒業。
同年オンキヨー(株)入社。
営業部、営業技術部、エージェンシーな
どを経て現在は宣伝販促課に所属。広告
関係はもとより試聴会などのイベント
では講師を担当する。

呼吸球スピーカーに夢を賭けた男

ドイツ MBL 社のメレツキー氏
&

MBL の工場を訪ねて (写真による工場訪問)

本誌編集委員

森 芳久

一枚の名刺が生んだアイデア

1979 年、ベルリンに小さなオーディオ・メーカーが産声をあげた。その名は MBL Akustikgerate GmbH (MBL 音響機器株式会社)。ヴォルフガング・メレツキー氏の長年のオーディオへの情熱が珍しい形状のスピーカーとなって誕生製品化されたのであった。

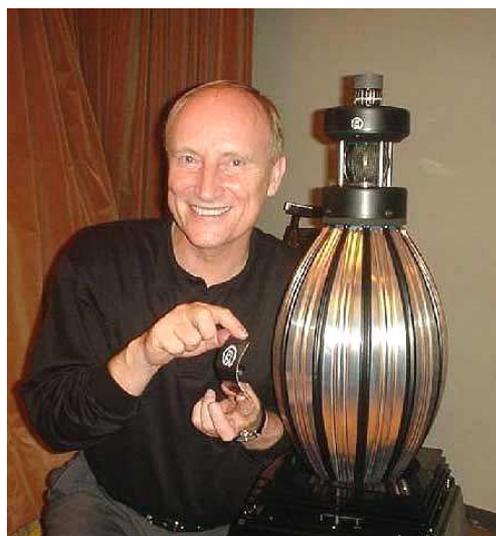
社名の MBL とはもちろんメレツキー氏自身の名前と会社の所在地ベルリンから組み合わせたものであり、彼のベルリン子としての自信が伝わってくる。

このメレツキー氏、根っからの音楽ファン、オーディオファン、そして車マニアでもある。また技術者としても、専門高等学校で機械工学を専攻、さらに大学で電気工学学位を取得したメカと電気の両刀使いである。

若き日、高級テープヘッド・メーカーのボーゲン社で最年少のチーフ・エンジニアに抜擢されたことが彼の優れた能力を証明している。その後、プラスチック会社を自分で興した彼はそこでも成功を収める。

そんなある日、彼は新しい取引先の名刺を手にしてビジネス・ミーティングの結果を反芻していた。何気なくその名刺を手で曲げているうちに、突然彼の頭に新しいスピーカーの構想が湧き上がった。

「この名刺のように、短冊状のコーン紙をラグビーボールのように張り合わせ、それを長手方向の上下から圧力を加えれば、ボールは周辺方向に膨らみ、周囲の空気を 360°方向に満遍なく放射することができる。この閃きが彼の人生を変えることになった (写真 1)。



(写真 1) メレツキー氏が何気なく名刺を曲げたことから呼吸球スピーカーの構造が閃いた。

理想の呼吸球スピーカー

楽器などから発せられる音は点音源として全方向に一樣に放射される。当然これを再現するスピーカーも全方向に音を放射することが理想である。球体が膨らんだり萎んだりする、いわゆる呼吸球というものがある。球体がスピーカーとして理想であるということは古くから音響理論の世界では言われてきていた。だが、問題はどのようにしてこの呼吸球を実現するかということである。

擬似的に呼吸球を作るためには、球体に多数のスピーカーユニットを幾何学的に取り付けることで実現できるが、理想に近づけるためには無数のスピーカーユニットが必要となる。既にこのようなアイデアのスピーカーは古くから存在し、中でも日本ビクターの製品などに優れたものが見受けられている。

成功の鍵はドイツ魂

メレツキー氏はこの名刺の閃きに、持ち前のメカと電気技術を駆使して試作を開始した。何事もそうであるように、アイデアと現実のもの造りには大きな隔たりがあるものだ。彼の優れた電気と機械技術、加えて専門のプラスチック成型設備を持ってしても失敗の連続であった。ようやく動作するものができても、その音は彼の耳には到底納得するものではなかった。だが、彼には努力と勤勉というドイツ人魂があった。

失敗には検証、専門分野以外のことには猛勉強と研究を繰り返した。問題を見つけてはそれを潰す。何事も先例のないことであり大変な作業であった。幸い、ベルリン工科大学教授のシュテンベルグ博士とフリッツ博士の協力が得られ共同研究が開始された。

新しい流体力学や航空宇宙技術の導入で、ようやく目指す音が再現でき、信頼性も高まり製品として完成した。高熱になるボイスコイルの接着部には自動車のブレーキ用接着剤を用いるなど、自動車マニアの発想が生かされているのも面白い。

他と一線を画すユニークな形状

型番101として登場したこのスピーカーの構造は、他のスピーカーとは全く異なった外観で、一度見たら忘れることのできないユニークなデザインである。

現在ではさらに細部に改良が加えられ、音質も一段と煮詰められた101Eに発展、さらに小型の姉妹機121などラインナップも充実している(写真2a、2b)。

構造は提灯形した風船のようなユニットで構成され、上からツイーター、スコーカー、ウーファーとなり(写真3)、さらに下部のボックスにはコーン・タイプのサブ・ウーファーが装着されている。

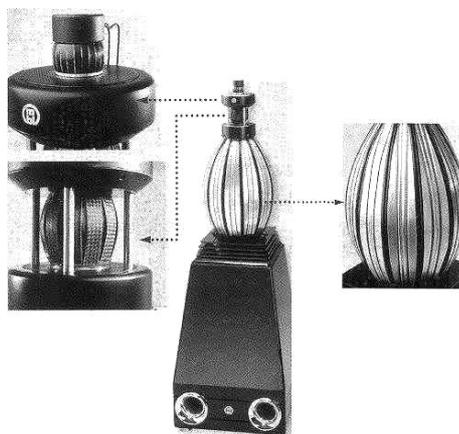
サブ・ウーファーのように超低音域では指向性はほとんど問題にならないために、呼吸球である必要はないが、ツイーター、スコーカー、ウーファーは全て同じ原理で駆動される。このため、水平面上で



(写真2a) フラグシップ・モデル101E。ブラックとシルバー仕様がある。価格5,757,500円/組。



(写真2b) 中級機121。ツイーターとスコーカーが呼吸球式ユニットの3Way。鮮やかなレッドとブラック仕様が用意されている。価格1,470,000円/組。



(写真3) 101のユニット構造。上部からツイーター、スコーカー、ウーファーと呼吸ユニットで構成、下部にコーン型サブ・ウーファーが収められている。

は360°方向に均一に音を放射し、さらに上下面に対してもかなりの広範囲に音を放射することができる。

家庭をコンサートホールに

厳密には呼吸球とは言えないが、実用上かなり呼吸球に近い。事実、このスピーカーのホログラフィックなサウンド・イメージは他のスピーカーにはない魅力である。メレツキー氏はこの方式をRadialstrahler (全面放射型)と呼んでいるが、まさにこれがMBLスピーカーの真骨頂なのである。

良くも悪くもこの特徴的なデザインは好き嫌いをはっきりさせるが、この音の魅力について多くの人が賞賛していることは間違いない。音楽ホールでのあの心地よい響きが目の前で再現されるようである。

「家庭に居ながらコンサート会場を持ち込む」これこそが、コンサート・ゴアアのメレツキー氏が人生を賭けた夢であったのだろう。

そして今、MBLはスピーカーのみならず、アンプ、プリアンプ、CDプレーヤー、DAコンバーター、さらにはSACDプレーヤー、フォノ・アンプまで手がけており、ハイエンド・オーディオ・メーカーとして確固たる地位を築いている。

さらなるチャレンジ

今年1月のラスベガスのCESでは予ねてから噂のあった、超大型スピーカー・システムのベールが剥がされた(写真4)。

試作コード「ゴリアテ(聖書に登場する巨人戦士)」と呼ばれた文字通りの巨人である。確かに大きい。ちょうど101Eの上にもう一つの101Eを上下逆さまにしてつなげたものだ。サブ・ウーファー部は独立させ、これもダブルとなって隣にセットされる。こちらはアンプ内臓のアクティブ・サブ・ウーファーである。正式型番は101X。

このXはExtreme(超)の意味であるが、確かに納得の型番である。これだけ大型のスピーカー、なるほど、部屋が許せばオーケストラがフルメンバ

ーでやって来てもビクともしないのかも知れない。メレツキー氏の夢、どこまでも壮大だ。



(写真4) 超大型スピーカー101X

今年1月にラスベガスのCESでベールを脱いだ超大型スピーカー101X (Extreme)。メレツキー氏の次の夢へのチャレンジだ。

MBL101Eの主な特性

システム構成:	4ウェイ
周波数帯域:	20~40,000Hz
インピーダンス:	4Ω
音圧レベル:	81dB/W/m(2.83V/2p)Max:106dB
クロスオーバー:	110Hz, 600Hz, 3500Hz, Linkwitz-Riley,4次フィルター
音源センター:	109cm
入力:	:320W/500W, ピークパワー2.2kW
サブ・ウーファー:	:30cm コードライバー (MBL)
ウーファー:	:全面放射型 TT100 (MBL)
スクーカー:	:全面放射型 MT50 (MBL)
ツイーター:	:全面放射型 HT37 (MBL)
仕上げ:	:鏡面ピアノ,またはサテン・ブラック
大きさ:	:400×400×1800mm (W×D×H)
重量:	:80kg (1台)

§ MBLの工場を訪ねて §
 (写真による工場訪問)



市内から1時間足らずのドライブで旧東ベルリンの郊外の美しい自然に恵まれた工場に着く。



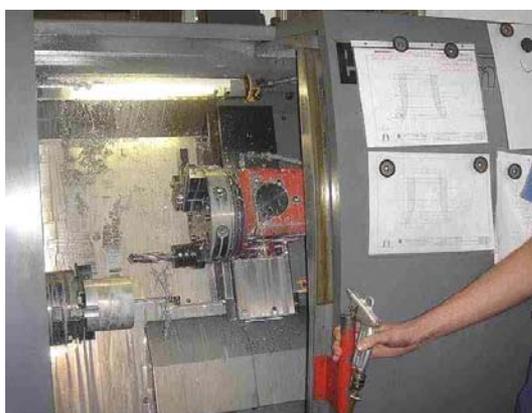
精密加工が要求されるバスレフ・ポートやスピーカーの磁気回路の切削加工にもメレツキー氏の目がひかっている。(写真(左下)(上))



MBLではほとんど全ての機械部品は自社生産しており、工場内の一角はまるで機械工場のようなものである。これも音質と精度にこだわるメレツキー氏の思い入れであるが、機械いじりが本人の趣味でもあることが見て取れる。



音の秘密を握るウーファのダイアフラムはアルミニウムとマグネシウムの合金製。熟練工によって一枚一枚が手作業プレスで作られ、裏に特殊なダンブ材が貼られて完成する。





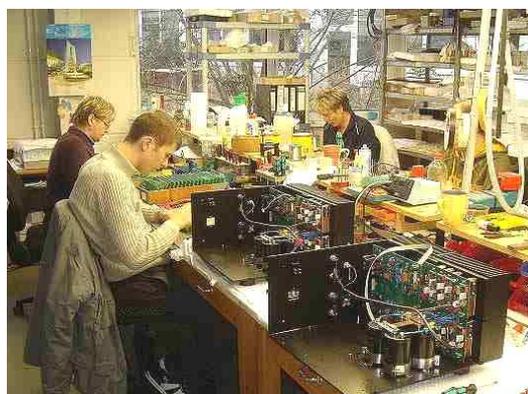
ツイーターとスクーカーのダイヤフラムは軽量高剛性のカーボン・ファイバーを用い、ウーファーとの音のつながりを重視してチューニングが施されている。



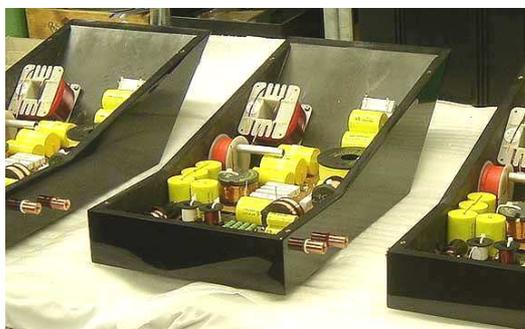
出来上がって最終測定とリスニングテストを待つ 101E。



サブ・ウーファーは直径 30cm、ボイスコイルの直径も 10cm と大きく、またリニアな最大振幅も 14mm (P-P) と余裕を持っている。



工場にはベルトコンベヤーなど一切なく、まるで実験室のような趣である。



ネットワークも吟味された部品を使い、独立したケースに収められ音響フィードバックを排している。



ベルリン市内にある本社の試聴室。
最新の 101X がインストール。

「テープ録音機物語」

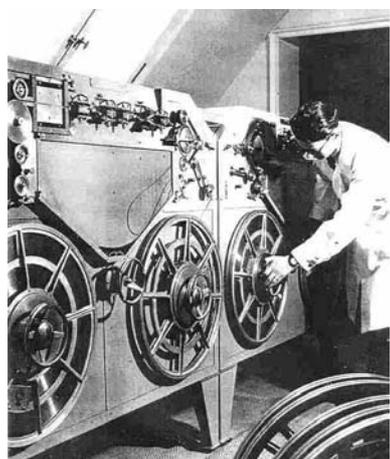
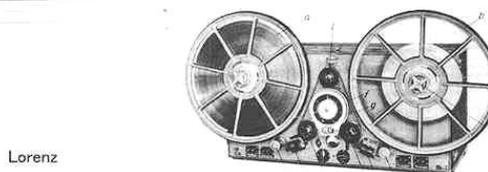
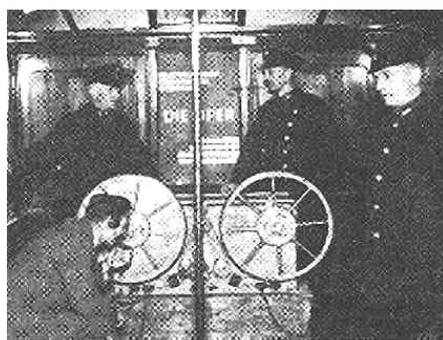
連載

その24 第二次大戦後の欧州(1)

あべ よしはる
阿部 美春

1. 二次大戦下の欧州 (1)(195)

1930年代、ヨーロッパにおける録音放送の主演はワックスまたはアセテート盤を使った78rpmの円盤録音機であった(写真24-1)。これに英国のマルコニースティール鋼帯録音機¹が加わり(写真24-2)、少し遅れてドイツではロレンツ社の鋼帯録音機²が採用された(1935年、写真24-3)。いずれも磁気録音機の特長を大いに発揮していたが、質的には円盤録音に劣り、音声の録音程度にしか使われなかった。

写真24-1 円盤録音機(1935年頃)⁽¹⁹⁵⁾写真24-2 マルコニースティール鋼帯録音機(1935年頃)⁽¹⁹⁵⁾写真24-3 ロレンツ 鋼帯録音機(1935年頃)⁽⁵⁾⁽¹¹⁾

1935年にドイツではAEG社が磁気テープ録音機マグネトホン(K-1型)³を開発した。ドイツ放送局に採用されたのは1938年、K4型からである。鋼帯録音機に取って代わるが、依然として音声録音の域をでなかった。1940年にドイツ放送局のヴェーベル(W.Weber)によって交流バイアス方式が発明され、1942年からマグネトホンに組込まれることになった。極めて高質の録音放送が終戦直前までヨーロッパ全土に送られることになる³(写真24-4)。

交流バイアス方式の採用は極秘であった。本物語の冒頭(その1)でも述べたよう、連合国側ではヒトラーの演説やベルリン・フィルの演奏が生放送に思えたほど、高質な録音であった。当時の連合国側で使用されていた鋼帯、鋼線録音機は言うに及ばず、機械式の円盤録音や光学式フィルム録音に比べてあらゆる点で優れていた。

終戦によってマグネトホンの全容が連合国の知るところとなり、その技術は米国や英国に引き継がれ、

特に米国では、テープ録音機が飛躍的な発展を遂げたことは前述のとおりである（本物語その4～18）



写真 24-4 マグネトホン テープ録音機(1943年頃)⁽¹⁹⁶⁾

(注^{*1}) 本物語その1の5項参照

(注^{*2}) 本物語その1の5およびその6の2項参照

(注^{*3}) 本物語その2参照

2. 戦後ドイツ・マグネトホンの復活 (1)⁽¹⁹⁵⁾

第二次大戦で戦場となったヨーロッパでは磁気録音機関係の復興は遅れ、特に終戦時に連合国軍の技術調査団を驚かせたマグネトホンや磁気録音テープの復活はドイツの敗戦によって大幅に遅れてしまった。

磁気録音テープの製造がドイツで再開されたのはアグファが1949年、BASFが1950年になってからで、マグネトホンは終戦から9年たった1954年に、ようやくAEGの系列化にあったテレフンケン^{*4}から装いを新たにしてセミプロ用のテープ録音機5型（写真24-5、表24-1）が発売され、1958年には、ホーム用のマグネトホンも市販されるようになった。AEG自身も1952年にホーム用にレコードプレーヤーと兼用のテープ録音機（KL-15D、（写真24-6））を発売している。このモデルはデンマークのB&O社からのOEM供給ではないかと言われている。また1954年にはKL-25型テープ録音機（写真24-7、表24-2）を発売しているが、同じ物が数年遅

れてテレフンケン・ブランド、型番は同じKL25型で米国に輸出されている。

(注^{*4}) テレフンケン(Telefunken)は1903年、AEGとシーメンスの合弁で設立されたドイツの大手ラジオ、テレビメーカーであった。1941年にはシーメンスが合弁から離れ、1967年にはAEGと合併してAEG-Telefunkenとなる。その後1985年にAEGがダイムラーに買われて、テレフンケンの名前はブランド名だけになった。その後ダイムラーが米国のクライスラーと合併した現在なお、ブランド名は残っている。(Wikipedia, the free encyclopedia より)



写真 24-5 テレフンケン M5 型 (1954年)⁽¹⁹⁷⁾

項目	仕様
ブランド/型番	Telefunken M5 & M5A
発売年	1954
テープ幅	1/4 インチ
テープ速さ	30, 15, 7-1/2 & 3-3/4 ips 組合わせ M5: 3 スピード M5A: 2 スピード
録音トラック	ハーフトラック・モノ
ヘッド数	2 (消去および録音/再生)
モーター数	2 (キャプスタン および リール・ドライブ)
リール	最大 10"
周波数特性	±2dB, 40-15,000Hz @15ips ±3dB, 40-15,000Hz @7-1/2ips
SN比	>57dB
ワウ・フラッター	<0.1% @ 30 ips, <0.15% @15ips <0.25% @7-1/2ips, <0.4% @3-3/4ips
重量	ラックマウント: 40kg コンソールタイプ: 120kg

表 24-1 テレフンケン M5 型の主な仕様 (197)



写真24-6 AEG KL15 (197) 写真24-7 AEG KL25 (197)

項目	仕様
ブランド/型番	AEG KL 25
発売年	1954
テープ幅	1/4 インチ
テープ速さ	7-1/2 & 3-3/4 ips
録音トラック	ハーフトラック・モノ
ヘッド数	3 (消去、録音、再生)
モーター数	1
リール	最大 7"
周波数特性	60-12,000Hz @7-1/2ips
入 力	マイク および ホノまたはチューナー
出 力	ヘッドホン、外付スピーカーおよび外付アンプ
外形寸法	330 x 432 x 178 mm
重 量	13kg

表 24-2 AEG KL-25 型の主な仕様 (197)

3. 戦後、欧州のテープ録音機 (197)

戦後 10 年間の欧州各社のテープ録音機を表 24-3 にまとめてみた(197)。終戦から 3 年後の 1948 年に英国の EMI が、AEG マグネットホンを手本にプロ用の BTR/1 型を造り、翌 1949 年にはスイスのウィリー・スチューダー (Willi Studer) 社がセミプロ級のダイナボックス (Dynavox、写真 24-8)を造った。



写真 24-8
Dynavox (1949 年) (197)

そして 1950 年代に入って、ようやく数社がテープ録音機の製造を開始、遅ればせながらプロ用、ホーム用ともに米国製に優るとも劣らぬテープ録音機が登場することとなる。以下、戦後の 10 年間に登場した主なテープ録音機とその会社を随時紹介してみよう。

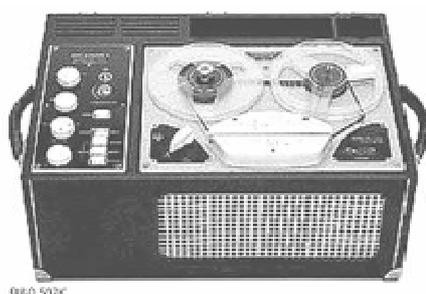
ブランド	国	1948	1949	1950	1951	1952	1953	1954	1955
AEG	GER							KL25	
B & O	DEN				507K			509K	
Brenell	GBR							Sound Master	
B.U. EME	GBR			Retalker					
EMI	GBR	BTR/1 *					BTR /2* L2 **	Emicorde	
Ferrograph	GBR							2N *	
Geloso	ITA					250			252
Grundig	GER						500L/700L	TK9	TK5/TK12
Lyrec	DEN				AP2/TR2*			Reporter**	
Mag.Rec.	GBR								
Nagra	SUI				Type I**		Type II**		
Philips	NED			TR-1 **			EL3530		EL3510 **
Revox/ Studer	SUI		Dynavox	T-26	27 *			A36	
Simon	GBR								SP2
Tandberg	NOR					Model 1		Model 2	
Telefunken	GER							M5A	

* プロ用 ** プロ用電池式 記号なし:ホーム用

表 24-3 戦後欧州のテープ録音機 (1945-1955)

3.1 B&O (デンマーク) のテープ録音機

B&O (Bang & Olufsen)^{*5}、洗練されたデザイン
のオーディオシステムは日本でも早くから知られ
ている。B&O は早くも 1951 年にホーム用のテープ
録音機 Beocorde 507K 型を発売している(写真 24-9、
表 24-4)。



B&O 507K

写真 24-9 B&O Beocorde 507K (197)

項目	仕様
ブランド/型番	B&O Beocorde 507K
発売年	1951
テープ幅	1/4 インチ
テープ速さ	7-1/2 ips、電源変動に対応して可変可
録音トラック	フルトラック・モノ
ヘッド数	2
モーター数	1
リール	最大 7"
入 力	マイク および ホノまたはラジオ
出 力	スピーカー
電 源	60-125W (AC/DC)
外形寸法	360 x 550 x 250 mm

表 24-4 B&O Beocorde 507K の主な仕様 (197)

テープ録音機の前に鋼線録音機を造った経験があ
ると聞いている。当時、デンマークには直流電源地
域があり、B&O 製の製品は必ず交流と直流に対応
していた。また、このような電源事情からテープ速
さは可変になっていて補正できる。1956 年にはレコ
ードプレーヤーをつけたテープ録音機 512K 型を発
売している。電源のコスト増もあって、価格的には
高価であり、これらのモデルは国内で販売するに留
まっていたようで、一般にはあまり知られていなか
った。

(注^{*5}) バング&オルフセン(Bang & Oluufsen, 略し B&O)

は 1925 年に P.バング (Peter Bang) と S.オルフセン
(Svend Olufsen) によってデンマーク北西部のスト
ルーアで設立された。最初の製品は交流電源式のラ
ジオで、当時ラジオの電源は普通、蓄電池であった
から画期的な商品であった。現在はオーディオ製品
のほか、テレビ、電話機等を製造販売している。

B&O の HiFi 用オーディオ製品は、音質もさること
ながら、先進的な機能と操作性を融合したそのデザ
インは世界的に高く評価されている。

(Wikipedia, the free encyclopedia より)

3.2 EMI (英国) (197) (200)

戦後ヨーロッパで最初のテープ録音機は英国
EMI 社^{*6} によって 1948 年に造られた。このモデ
ルは BTR/1 型と呼ばれ^{*7}、第二次大戦終戦時に米軍
が捕獲した AEG マグネトホンを手本に造られたも
のである。英国を含む連合国技術調査団からマグネ
トホンに関する報告書⁽¹⁷⁾も早くから入手していた
と思われる。BTR/1 コンソール型の古い写真を見た
ことはあるが、機構部の明細もなく、今回は紹介で
きなかつた。いくつかの文献によれば機構部はマグ
ネトホンによく似ているとのことである。このモデ
ルは EMI オーストラリアにも送られ、1952 年頃ま
でレコード制作に使われていたようである。

BTR/1 型から 5 年後の 1953 年になって大幅に改
良された BTR/2 型が発売された(写真 24-10)。こ
の頃になると EMI の独自性が随所に見られ、1970
年代まで BBC でも多く使われていた。機構部は 3
モーター、3 ヘッド式でテープ速さは 15 と 7-1/2 イ
ンチ/秒または 30 と 15 インチ/秒の 2 スピード、早
送り、巻戻しは可変速度コントロール式である。ア
ンプは写真に見られるようユニット毎にプラグイン
式になっている。主な仕様を表 24-5 に示す。価格は

850、当時、これを US ドルに換算すると \$2300
になる^{*8}。ちなみにアンペックス 300-C 型は \$ 2046、
350-C 型は \$ 1315 であった。



写真 24-10 EMI BTR/2 型 (198)(199)

リールは最大5インチ、テープ速度は1速 7-1/2、3-3/4 または 1-7/8 インチ/秒、ガバナー・コントロールの永久磁石型 DC モーターを使用している。巻戻しは手巻きである。表 24-6 に主な仕様を示す。



写真 24-11 EMI L2 型 (197)

項目	仕様
ブランド/型番	EMI BTR/2
発売年	1953
テープ幅	1/4 インチ
テープ速度	15 & 7-1/2 ips (ips: インチ・秒) or 30 & 15 ips
録音トラック	フルトラック
ヘッド数	3
モーター数	3
リール	最大 11-1/2"(29cm)
周波数特性	±2dB, 50-15,000 Hz @15ips & 30ips ±2dB, 50-8,000Hz @7-1/2ips
SN比	ピーク録音レベル対非聴感補正雑音比 >58 dB
ひずみ率	2% @ peak recording level
ワウ・フラッター	<0.15 % rms
プレイ時間精度	±0.25% (Full reel)
早送・巻戻時間	2-1/2min. (3,250 feet tape)
バイアス周波数	75 kHz
録音入力	600 Ω, 1mV
再生出力	200 or 600 Ω
外形寸法	コンソール形; 1086 x 800 x 727 cm
重量	253.3 kg

表 24-5 EMI BTR/2 型テープ録音機的主要仕様 (197)(198)

同じ年(1953年)、EMI は肩掛形電池式のテープ録音機 L2 型を発売している(写真 24-11)。ヘッドは録音と再生だけで消去ヘッドを持っていない。発振器の負荷を小さくして電池の負担を軽くしている。

項目	仕様
ブランド/型番	EMI L2
発売年	1953
テープ幅	1/4 インチ
テープ速度	7-1/2, 3-3/4 or 1-7/8 ips (ips: インチ・秒)
録音トラック	フルトラック
ヘッド数	2 (録音および再生ヘッド)
モーター数	1 (永久磁石型DCモーター、 ガバナーコントロール)
リール	最大 5インチ
周波数特性	±3dB, 50-7,000 Hz @7-1/2ips ±3dB, 50-5,000 Hz @3-3/4ips ±3dB, 50-2,500 Hz @1-7/8ips
ダイナミックレンジ	ピーク録音レベル対非聴感補正雑音比 >45 dB
ワウ・フラッター	<0.2 % rms @7-1/2ips <0.25 % rms @3-3/4ips <0.3 % rms @1-7/8ips
プレイ時間精度	±0.25% (フルリール)
巻戻速度	手巻き
入力	ハイインピーダンス・マイク
出力	ヘッドホン: 1.5kΩ モニター: 10kΩ
寸法	387x190x210mm
重量	6.4kg
電池	2x 67.5V Ever-ready タイプ B 103 および 10x 1.5V 乾電池
真空管	2D17x4, N18x3(Marconi), 1S5x4, 3Q4x3

表 24-6 EMI L2 型テープ録音機的主要仕様

このモデルは 1960 年にトランジスタ化され (L2/TA 型) 1965 年になって、機構部を含む大幅に改良された L4 型に置き換わった。

EMI は 1954 年にホーム用、といってもセミプロ級のテープ録音機エミコード (Emicorde) を発売した (写真 24-12)。ワン・モーター、2 ヘッド式で、音は良く、機械は頑丈にできていたようである。たぶん英国で最初のホーム用テープ録音機ではなかったかと思う。表 24-7 に主な仕様を示す。



写真 24-12 EMI Emicorde (197)

項目	仕様
ブランド/型番	EMI Emicode
発売年	1954
テープ幅	1/4 インチ
テープ速さ	7-1/2 ips
録音トラック	フルトラック
ヘッド数	2 (消去 および 録音/再生)
モーター数	1 (インダクション・モーター)
リール	7"
周波数特性	±3dB, 50-10,000 Hz
ワウ・フラッター	<0.25 % rms
早送・巻戻時間	1 分。(1200 フィート・テープ)

表 24-7 EMI Emicorde テープ録音機の主な仕様

(注*6) EMI: 1931 年に英国コロムビアと英国グラモホン (HMV) が合併して Electric and Musical Industries Ltd. (EMI) として設立された。レコードの制作、販売の他、蓄音機、その後はレコード・プレーヤー等の製造も行っていた。戦中は EMI の研究所でレー

ダー装置、誘導ミサイル等の開発、戦後は英国最初のテープ録音機を開発、BBC に最初のテレビ送信機と放送装置を納入している。1958 年には英国初のトランジスタを使ったコンピューター (EMIDEC) を開発、70 年代には医学界に革命をもたらした CT スキャナーを開発する。この功績でリーダーのハウンスフィールド (Dr. Godfrey Hounsfield) はノーベル賞をもらっている。

現在は、製造部門はなく、音楽部門はユニバーサル・ミュージック、ソニー-BMG、ワーナーミュージックと並ぶ世界 4 大レコード会社の一つになっている。(Wikipedia, the free encyclopedia より)

(注*7) BTR は British Tape Recorder を意味している。

(注*8) US\$2.80 / で計算 ("Pound Sterling", Wikipedia より)

(次号につづく)

【参考文献】(前号よりつづく)

- (195) J.J.Bottom & B.Marks "The studio" EBU Technical Review, Spring 1955.
- (196) SIGNAL 誌、Deutscher Verlag Berlin (1943.06)
- (197) Get Reel Vintage CD Directory (2004.06)
- (198) G.A.Briggs "Sound Reproduction" Third.Edition, Wharfedale Wireless Works (1956.10)
- (199) "EMI BTR-2" collecting photos on webshots <http://home-and-garden.webshots.com/photo/>
- (200) "Musique Conerte" ray white (2001) <http://myweb.tiscall.co.uk/whitefiles/>

謝辞

The Get Reel (CD-ROM) - Vintage reel to reel tape recorder (197) の著者 Geoff Rosenberg 氏のご好意で、今後とも、記事からの引用と掲載写真を使わせていただくことになりました。ここに謹んで謝意を表します。

MEMBERS PLAZA



グスタフ・マーラー (1860 - 1911)

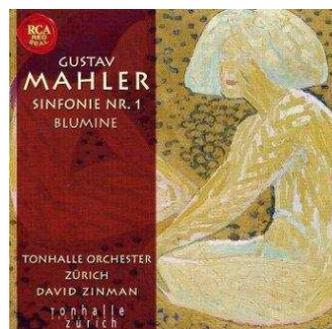
交響曲第1番 二長調「巨人」

デイビッド・ジンマン (指揮)

チューリヒ・トーンハレ管弦楽団

BMG-RCA

BVCC-37471



新たな次元のマーラーの交響曲

世界初のベレンライター版によるベートーヴェンの交響曲全集が話題を呼び、R・シュトラウスの管弦楽集という集成を果たしたデイビッド・ジンマンとチューリヒ・トーンハレ管弦楽団が、オーケストレーションの粋を極めたマーラーの交響曲全曲の録音に着手し、RCA レーベルのSACD Hybrid 盤として、今回、第1番「巨人」がリリースされた。

先のベートーヴェンの交響曲の全集と同様に、ジンマンのマーラー・プロジェクトに高い関心と期待感が高まっている。

ジンマンのマーラー交響曲の特長は、作者の意図とする緻密なオーケストレーションの再現性に重点を置き、巨大な3管編成を基本に、ヴァイオリンを両翼に振分け、2組のティンパニーを後方左右に配置しての演奏を実現させている点にある。即ち、ジンマンは、マーラーの交響曲に取り組むに当たって、楽譜を熟読し演奏の構想を組立て、マーラーの意図とする音の再現性を構築したようである。それが、楽器の編成であり配置であり、演奏に表れている。

第1楽章の冒頭から、ゆっくりとした最弱音で演奏が始まり、次第に躍動感に溢れ明快で繊細なりズミカルな響きの美的な訴求へと、印象的な演奏で始まるのである。

第2楽章では、ゆったりとしたテンポの最弱音は、譜面の精緻な読みを象徴しており、流麗で柔軟性に富み、弦楽の美しい音色で豊かで締めりのある音楽

を聴かせてくれる。

第3楽章の「荘重にして威厳をもって」という指示通りにピアノシモの行進曲を披露してくれる。

終曲は後方左右の位置から凄まじく、風圧さを感じるほどの響きのティンパニーの連打で始まるが、これが煩さがなく素晴らしい音を創造し、やがて、透明感のある繊細な弦楽が主題を奏でている。

最後に収められている「花の章」は、主題を奏でるトランペットとオーボエの演奏と音色、両翼配置の弦が効果的な音を創出し、最後のヴァイオリン・ソロと共に訴求力があって、ジンマンの主張とチューリヒ・トーンハレ管弦楽団の音楽が楽しめる。

チューリヒのトーンハレで2006年2月に収録されたSACD Hybrid である。

CD 層では豊かな低音域を伴った広がり感や音像の定位感及び、レンジ感などに不足はなく非常に優れた録音である。

SACDの2chでは、しなやかで切れのよい響きの弦楽器に、抜けの良い金属楽器の存在感が印象的で、解像度の優れた低音域が再現される。マルチchでは、音響効果の良いトーンハレのホールに鳴り響くオーケストラの息遣いまで伝わるようなサウンドとなり、全ての楽器配置の空間性までがリスニング・ルームに再現させてくれるような素晴らしい録音となっている。

大林國彦 (会員番号 0799)

MEMBERS PLAZA



「ワールド・トレード・センター」

監督：オリバー・ストーン

キャスト：ニコラス・ケイジ

/マイケル・ベーニヤ/マギー・ギョレンホール/マリア・ペロ

パラマウント・ホーム・エンタテインメント

PPF-113198

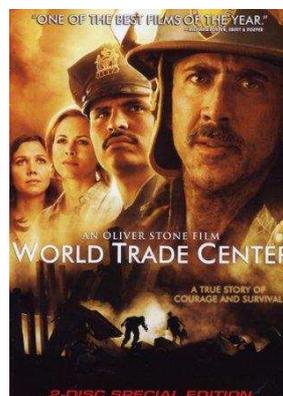
勇気と家族の絆を描く映像に感嘆

2001年9月11日に起きた悲惨な多発テロそのものを扱い、目を背けたくないような映画が多く公開されたが、9・11事件に遭遇した勇敢な港湾局警察官の勇気と家族との絆をテーマにした実話を、3度もアカデミーを受賞したオリバー・ストーン監督の「ワールド・トレード・センター」のDVDが発売された。

N.Y.が朝の陽光でワールド・トレード・センター（以下 WTC）の勇姿を輝かせ動き出す。いつものように、ジョン・マクローリン（ニコラス・ケイジ）やウィル・ヒメノ（マイケル・ベーニヤ）らが港湾局警察署に出勤すると、WTC ビルで事故があったらしいと言う話が署内で広まっていた。それが大型旅客機の衝突という真相が明らかになり、N.Y.が太陽を失った街へと変貌して行く。

マクローリン達は、既に崩壊が始まり、避難勧告が出ていたことを知りながら、WTC に居る多くの人々を救助したい思いでビル内に入る。しかし、救助に向かう直前にビルは崩壊し、瓦礫の下に埋まって身動きが出来なくなり、助かる手段を話し合い、励まし合いながら、その機会を待つのである。

崩壊したビルの内部はどのようになっていたのか、何が起こっていたのか、徹底的な検証に基づきニュース映像を交えて映像化を行い、極めてリアルな映像で明らかにされて行く。また、優れたリーダーシップのマクローリンは絶望と悲しみに襲われながら



も、同僚を励ましながら懸命に生きようとする姿と、瓦礫に埋もれ苦しみながらも持前のユーモアを忘れないヒメノなどの演技の自然性は、実際の本人達夫妻との面談で詳細な行動と精神論まで見聞した結果からであり、リアルな演技力は素晴らしいものとなっている。

全編がリアル性を主張しつつ、高画質の映像で始している。冒頭の早朝の太陽に照らされた WTC の勇姿などの摩天楼の美しい N.Y. の画像が、緻密で精細な高画質の映像が印象的である。また、大部分が瓦礫の中の真っ暗なシーンで構成されているが、いずれも、優れた S/N 比の高画質な映像で、しっかりとしたコントラストの黒色が美しい。夜を徹しての救助活動は、背景の照明の光を逆光にした暗闇のシーンも優れた画質を維持して、瓦礫に埋まる人達と救助隊との間の不安感を示唆する効果的な映像となっている。

台詞の音は明瞭であり、サラウンド・サウンドも自然である。ビルの崩壊シーンの周囲に響く轟音が不気味であり、瓦礫の中で助けを呼ぶ金属パイプの音の響きの物悲しさ、空しさを訴求する音響の効果は素晴らしく、優れた音響設計である。

テロという政治的な要素を主眼とする映像ではなく、最悪の災害の中で、人間関係と家族の絆を扱った映画であり、感銘を受ける作品となっている。

大林國彦（会員番号 0799）

平成 19 年 3 月 28 日に 3 月度理事会が理事 27 名の出席のもと日本オーディオ協会会議室で開催され平成 19 年度事業計画案が審議され承認されました。

3 月度理事会議事

(第 1 号議案) 役員交代案の承認を求める件

平成 19 年 4 月 1 日付けの理事 3 名の交代が諮られ承認されました。

(新任) 校條 亮治 理事・副会長

(バイオニアマーケティング株式会社)

(新任) 寺川 雅嗣 理事 (シャープ株式会社)

(新任) 三ツ木 宏 理事

(株式会社ソニー・ミュージックエンタテインメント)

(退任) 山内 慶一 理事・副会長

(バイオニア株式会社)

(退任) 片山 幹雄 理事 (シャープ株式会社)

(退任) 北川 直樹 理事

(株式会社ソニー・ミュージックエンタテインメント)

(第 2 号議案) 平成 19 年度事業計画案と

収支予算案の承認を求める件

平成 19 年度事業計画案として事務局より次の提案があり、来る 6 月 7 日(木) 11 時より東京・ト斯拉ブ赤坂にて開催予定の通常総会に上程することが承認されました。

(平成 19 年度事業計画案)

本協会は人々が音楽等のコンテンツに込められた良い音に接して人間性を豊かにし、オーディオ技術・文化・産業の発展に貢献するために、オーディオ等の『調査及び研究、普及及び啓発、基準の作成、情報の収集及び提供、展示会の開催、人材の育成、内外関係機関との交流及び協力』などの公益事業を重点的かつ効率的に進める。

平成 19 年度においては、「日々に進化するオーディオ等の周知活動」「携帯(メモリー)オーディオからホー

ムオーディオ・カーオーディオへのステップアップ促進」「ビデオ・放送等のサラウンド・サウンド啓蒙」等を主要テーマに据えて、ネットによる積極的な広報活動と展示会等の各種イベントでの体感勧誘などを通して、広く一般の人達を対象とするオーディオ等の基本知識の向上と上手な利用法の伝達に努めると共に、次代を担う青少年がオーディオ等への関心をたかめるための普及・啓発活動を行う。

平成 19 年度の主たる事業計画は、定款第 4 条各号に沿い次の通りとする。

(第 1 号) オーディオ等に関するソフト、ハード、視聴環境の調査及び研究

ピュアオーディオ・サラウンドシステム・ホームオーディオ・カーAV・携帯オーディオ等の公益的な普及・啓発活動に必要な事項の調査および研究を行う。これらの事業活動の中・長期的な視野で検討し、平成 20 年以降の新法人制度下での協会事業の在り方を検討するために事業検討委員会(仮称)を設ける。

(第 2 号) オーディオ等に関する普及および啓発

首記の主要啓発テーマに関する普及・啓発活動を推進する。インターネット活用による情報提供、視聴体験機会の提供、青少年向けのイベント、「音の日」行事等、一般者への普及・啓発に重点を置いて実施する。

(第 3 号) オーディオ等に関する基準の作成

オーディオ等の視聴環境の向上に役立つソフトの頒布を継続すると共に、調査及び研究の進展に従い新たな視聴テスト音源の提供を進める。

(第 4 号) オーディオ等に関する情報の収集及び提供

「JAS ホームページ」及び「サラウンド Web」の内容充実に努め、機関誌「JAS ジャーナル」の配信先拡大と合わせてネット手段による普及・啓発を推進する。新たに JAS ホームページ内に携帯オーディオファン向けの特設ページを作り、さらに広がりのあるオーディオへの関心を高めるための啓発を行う。

(第 5 号) オーディオ等に関する展示会開催

会期・会場・会場構成等を一新して「A&V フェスタ 2008」を平成 20 年 2 月 23 日～25 日にパシフィコ横浜カンファレンスセンターにて開催する。また、オーディオ等に関連する各種展示会の連係化を目指すと共に、地域オーディオイベント等への後援協力を行う。

(第 6 号) オーディオ等に関する人材の育成

協会創立 55 周年目にあたり記念事業委員会を設置し、記念事業ならびに販売店従事者や技術者を対象としたコンファレンス等の開催を企画・推進する。

(第 7 号) オーディオ等に関する内外関係機関等との交流及び協力

「日本プロ音楽録音賞」を日本音楽スタジオ協会・日本レコード協会・日本ミキサー協会・演奏家権利処理合同機構と共催し、優れた音源の助成とともにソフト・ハード間の連係を深める。また、プロフェッショナルオーディオ協議会に継続参加して民生・プロ分野間の連携を深める。

(平成 19 年度収支予算案)

平成 19 年度収支予算案として、前年度繰越金を加えた平成 19 年度収入が一般会計・特別会計(展示会)合わせて 154,123 千円、支出が 129,273 千円で、次期繰越収支差額を 24,851 千円とする計画案が承認され、事業計画案と合わせて通常総会にて承認を求めます。

(第 3 号議案) 新会員の承認を求める件

2 月 7 日理事会以降 3 月 27 日現在までの間に、法人会員および個人正会員の入会は無く、個人賛助会員が 538 名になったことが報告され承認されました。

(第 4 号議案) 事務局長交代の承認を求める件

協会事務局長が 4 月 1 日付けで岩脇 朋夫氏より 柚賀 哲夫氏に交代する人事案が会長より諮られ承認されました。岩脇 朋夫氏は、平成 16 年より事務局長として会員管理、財務管理、普及・啓発活動に取り組み協会業務の刷新に貢献しました。岩脇氏はソニー株式会社に帰任されました。

事務局よりのお知らせ

協会事務局長が 4 月 1 日付けで岩脇 朋夫氏より 柚賀 哲夫(ゆが てつお)氏に交代しました。

(柚賀 哲夫 新事務局長のご挨拶)



私はソニー(株)で主にホームオーディオ商品の商品企画、マーケティングを担当し、その間米国ニューヨーク、オランダアムステルダムに 4 年ずつ赴任し現地でのマーケティング活動を経験しました。

これからは従来のマーケティング経験を活かしつつ、会員の皆様と協会のパイプ役と、普及・啓発活動の実践に取り組みますので、なにとぞ宜しくお願い申し上げます。

(平成 19 年度会費納入のお願い)

当協会の会費年度は、4 月 1 日から翌年 3 月 31 日までです。個人正会員と法人会員各位におかれましては、平成 19 年度会費を 4 月末日までに納入いただきたく宜しくお願い致します。

(平成 19 年度 協会主要行事の日程)

- 5 月 23 日(水) 5 月度理事会・運営会議
- 6 月 7 日(木) 通常総会・理事会・懇親会
(東京・赤坂 トスラブ赤坂)
- 9 月 5 日(水) 理事会・運営会議
- 12 月 6 日(木) 「音の日」行事・理事会・運営会議・パーティ(東京・虎ノ門パストラル)
- 1 月 16 日(水) 「新春の集い」(東京・コートヤード・バイ・マリOTT東京銀座ホテル(旧東武ホテル))
- 2 月 6 日(水) 理事会・運営会議
- 2 月 23 日(土)～25 日(月) A&V フェスタ 2008
(パシフィコ横浜カンファレンスセンター)
- 3 月 26 日(水) 理事会・運営会議