

マルチチャンネル時代のスピーカの選定

The essential requirements of a speaker system for accurate reproduction of multichannel audio contents.

細井 慎太郎，星野 進平

Shintaro Hosoi,

Shirpei Hoshino

要 旨 本稿では，マルチチャンネルオーディオの正確な再生のための，スピーカーシステムの選定について述べる。各スピーカーの音色，位相，指向性のマッチングの重要性について考察し，その後フロント，リア，センター，サブウーファアのそれぞれのスピーカーを選定する際の具体的な指針を述べる。

Summary This paper presents the essential requirements of a speaker system for accurate reproduction of multichannel audio contents.

Considering the importance of the timbre, phase and directivity matching in the surround system, this outlines the key points in selecting the speaker for each front, rear, center, and subwoofer channel.

キーワード： マルチチャンネル，音色，位相，指向性，マッチング

1. まえがき

「21世紀はマルチチャンネルの時代」と言っても過言ではないほど，近年のマルチチャンネルオーディオの普及は目覚ましいものがある。パッケージメディアでは，DVD-Video に始まり，DVD-Audio，SACD などのさまざまなメディアが市場に出回っている。また，地上波デジタル，BS デジタルの 5.1ch サラウンド放送も始まり，マルチチャンネルオーディオは非常に一般的なものとなってきた。

マルチチャンネルオーディオを始める場合には，通常，AV アンプや DVD プレーヤーをマルチチャンネルオーディオ対応の機器に買い換える。しかし，スピーカーの場合には，既存のステレオ用のスピーカーに，センター，リアス

ピーカーを追加するケースが多く見られる。また，新規購入の場合でも，フロント，リア，センタースピーカーを別々に購入することも多い。

そこで本稿では，マルチチャンネルオーディオの良さを最大限発揮するためのスピーカーの選定方法，スピーカーを追加するときの選定方法などを技術的観点から述べる。

2. ステレオからマルチチャンネルへ

歴史的に見ると，モノラルから 2 チャンネルステレオへの過渡期には，左右のスピーカーが違ったものを使用していたこともあったという。しかし，現在ではステレオ再生において，左右のスピーカーを同じ物を使用するのは当然

と考えられている。それは、左右スピーカーの間に音を定位させているためである。

この考え方をマルチチャンネルの全てのスピーカーにあてはめると、マルチチャンネル再生では、全てのチャンネルを同一スピーカーで再生するのが理想であるといえる。そのため、レコーディングスタジオなどの録音現場では、5本同一のスピーカーを使用したモニタリングが多用されている。図1にITUによって標準化されているスピーカーセッティングを示す。

しかし、日本の住環境を考えると、5本同一のスピーカーを、図1のようなセッティングで部屋に配置するのは難しい。また、ステレオのスピーカーを所有しており、サラウンド用にその他3本のスピーカーを買い足すという場合も多い。このようなサラウンドシステム内で、違ったモデルのスピーカーを選択するときの指針を、スピーカー相互の特性のマッチングという観点から考察する。まず、スピーカーの基本要素として、音色、位相、指向性という3つの観点から考え、その後、実際の選択方法について述べる。

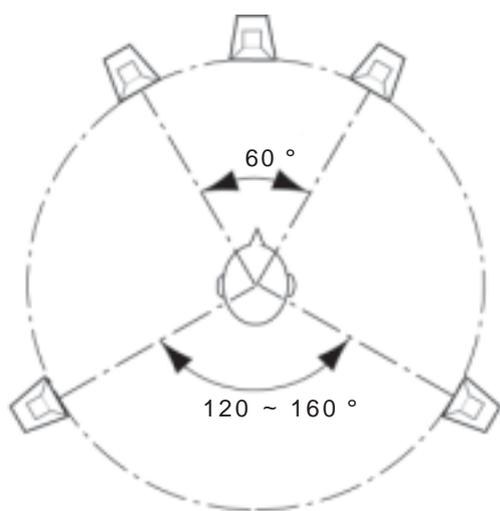


図1 スピーカー配置(ITU-R BS.775-1)

3. スピーカー相互のマッチング

3.1 音色について

まず、音色について考える。スピーカーには

固有の音色があり、リスニングルームの音響特性によっても影響を受ける。最終的に知覚される音色は、リスニングポイントでの周波数特性に依存する。各スピーカーで大きな音色の違いがあると、音像の定位位置によって音色が変わり、不自然な感じを受ける。

新規購入であれば、同一メーカーの同一のユニットを使用したスピーカーを揃えるのが、音色が揃うため理想的である。現有のスピーカーに追加するのであれば、音色の近いものを選択するのが良いが、店頭で現有のシステムと音色が似ている機種を探すことは難しい。

そのため、システム内で大きく音色が違う場合には、AVアンプに搭載されている音場補正機能を使用して、設置場所の影響とスピーカーの違いによる音色の違いを補正すると良い。こうすることで、同一スピーカーユニットを使用していない場合でも、音色の繋がりが大きく向上する。

3.2 位相について

次に位相特性に関して述べる。周波数特性に比べて着目されることの少ない位相特性であるが、マルチチャンネルオーディオのスピーカー選択の際には、位相特性のマッチング(Phase Matching)を周波数特性以上に重視する必要がある。

ステレオのスピーカーで、片側の+と-の端子をつなぎ間違えることは、オーディオを趣味にしている人は誰でも一度は経験することではないだろうか。片チャンネルの+と-をつなぎ間違えた場合には、中央の音が聞こえにくく、音が頭の中で鳴っているような気持ち悪い感覚を受ける。これは、片チャンネルを+-を逆に接続することで、左右のスピーカー間に180度の位相差が発生し、リスニングポジションで打ち消しが起こるためである。

マルチチャンネルオーディオのシステムにおいては、スピーカー相互の位相差があると、接続が正しい場合でも同様の問題が生じる。この位相差の原因の多くは、ユニット接続極性と、

スピーカーの構成の違い(2way や 3way の違い)によって生じる。

3.2.1 ユニット接続極性

スピーカー設計においては、ネットワークの次数や構成により、ユニット間の位相のつながりを調整するために、ツイーターやミッドレンジの極性を反転させることが一般的に行われている。

例として、同モデルの10 cmフルレンジユニットを2本用い、1本をウーファーに1本をツイーターと仮定した実験システムで-6dB/oct.(1次)のディバイディングネットワークで分割した場合を考える。

このシステムにおいて、A：ウーファーを正相、ツイーターも正相に接続したものを比較する。この2つの場合の音圧特性と位相特性の関係を図2に示す。図2のA,Bを比較すると、音圧特性は同じだが、後者の高域では位相が180度回転している。Bの例のようにツイーターの位相を逆相で接続しているスピーカーは市場に多く存在し、この状態で音質調整が行われている。

しかしながら、このようなスピーカーがマルチチャンネルオーディオのシステム内で混在した場合には、ツイーターの周波数帯域では、チャンネル間で位相が大きくずれてしまう。このため、リスニングポジションで打ち消しが起

こる。その結果、スピーカー間の音像定位が曖昧になる、効果音の移動時に音量や音色の変化が生じる、音場の広がり不自然になる、といった多くの悪影響を及ぼす。

よって、マルチチャンネルオーディオのシステム内では、ユニットの接続極性を統一することが望ましい。

3.2.2 スピーカーのユニット構成

次にスピーカーのユニット構成について考察する。図3に、ある2wayスピーカーと3wayスピーカーの周波数特性、位相特性を示す。クロスオーバー周波数は、2wayが2.5kHz、3wayが400Hzと3kHzである。図3を見ると、2way、3wayで音圧特性は大きくは変わらないが、位相特性を見ると2つのスピーカーが大きく違うことが分かる。2wayは400Hz周辺の位相回転は起こっていないが、3wayでは、400Hz周辺で位相が反転している。このような2wayスピーカーと3wayスピーカーをマルチチャンネルのシステム内で組み合わせた場合には、400Hz周辺で位相が合っていないために、リスニングポイントでの打ち消しが起こる。

この打ち消しは、前述の極性の不一致に比べると、打ち消しが起こる周波数範囲は狭いが、音場感、移動感が不自然になる影響は大きい。よって、より良いマルチチャンネルの音場再生のためには、スピーカー相互のPhase Matchingを常に考慮する必要がある。

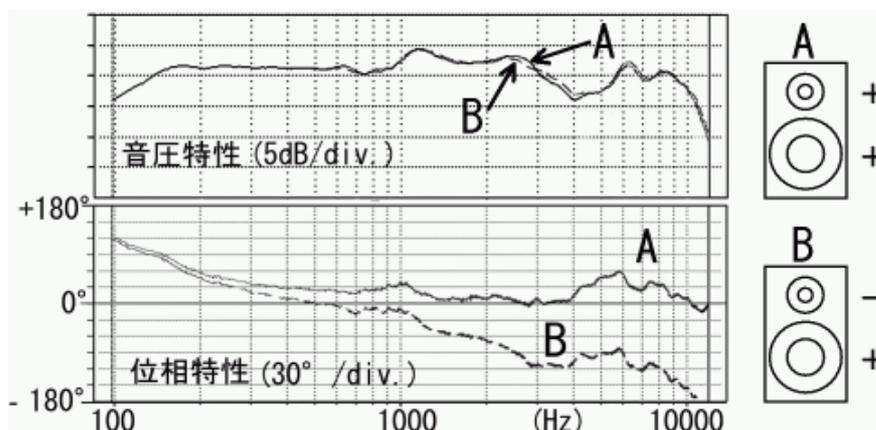


図2 接続極性による位相特性の差

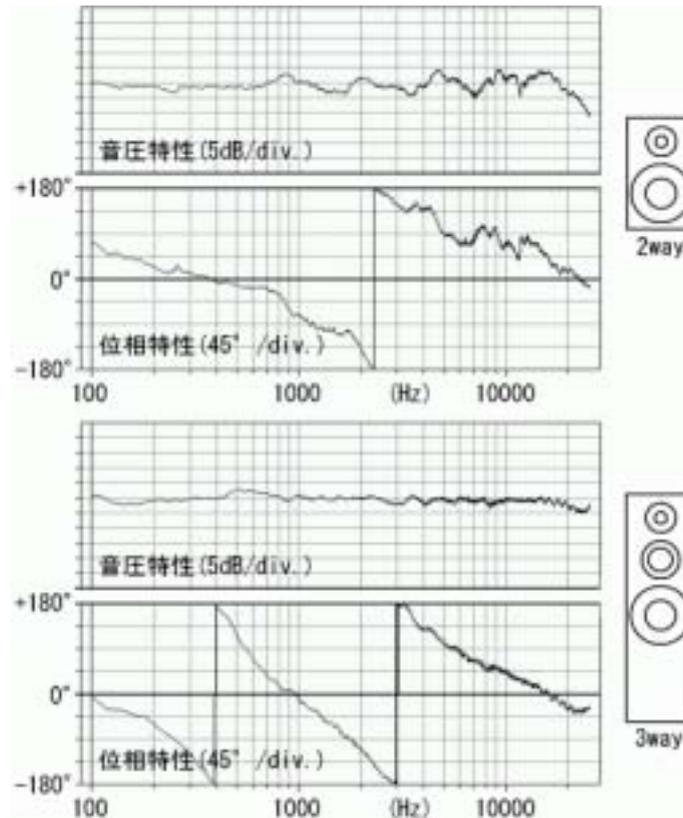


図3 2wayと3wayの特性の違い

3.3 指向性について

スピーカーの指向性は、スピーカーの直接音と間接音の関係を決め、またスピーカーの正面以外での音色変化の度合いを決定する。

マルチチャンネルの音楽ソフトでは、5本同一のスピーカーを使用して、特定の聴取ポイントを前提に音場を作っていることが多く、また横方向や後方に楽器を定位させることも多い。しかし、一般家庭では、リスニングポイントは一カ所とは限らない。そのため、これらの楽器の音色がリスニングポイントの多少の移動で変わらないことが必要である。よって、理想的には指向性が広いことに加え、全てのチャンネルの指向性を合わせることを望ましい(Directivity Matching)。

指向性を合わせるためには、各チャンネルで同じユニット構成のスピーカーを使用するのが望ましいが、通常のドームスピーカーを使用した縦型の2wayであれば、水平面内の指向特性

は十分に広いため、指向特性に関して問題が生じることは少ない。ただし、同じスピーカーを使用した場合でも、スピーカーの指向特性は縦置きと横置きで大きく変化する。縦置きの場合には、指向特性は広いので、場所による音色変化は少ない。しかし、横置きの場合には、左右方向に関して非対称な指向特性を持つので、少しの角度変化でも音色が変化する(図4)。そのため、スピーカーセッティングに際しては、音色変化の少ない縦方向で使用することが望ましい。

また、センタースピーカーによく見られるウーファーを横方向に配置している構成では、指向性の影響を大きく受けるため、特にDirectivity Matchingを考慮する必要がある。

図5に示すような、フルレンジ3本用いた実験システムで、この影響についての実験を行った。両側のフルレンジをウーファー、中央のフルレンジをツイーターと仮定し、クロス

オーバー周波数を2kHzと400Hzとしたときの、指向特性の違いを調べた。なお、両ウーファース間の間隔は25cmに設定している。図5(a)に示すように、クロスオーバー周波数が2kHzの場合には、スピーカーの正面以外では、周波数特性が乱れている。これは、クロスオーバー周波数が高いと、距離の離れたウーファース同士の干渉の影響が大きくなるためである。

図5(b)に示すように、クロスオーバー周波数を400Hzに下げると、角度による変化が少な

くなり、ウーファース同士の干渉の影響が大きく減少していることが分かる。

4. 実際のスピーカー選定

前述の音色、位相、指向性の観点から、実際のスピーカーを選定方法に関して述べる。

4.1 フロント、リアスピーカー

マルチチャンネルオーディオの音楽ソースは、フロント、リアの4本で、音場感や定位感を作っている。

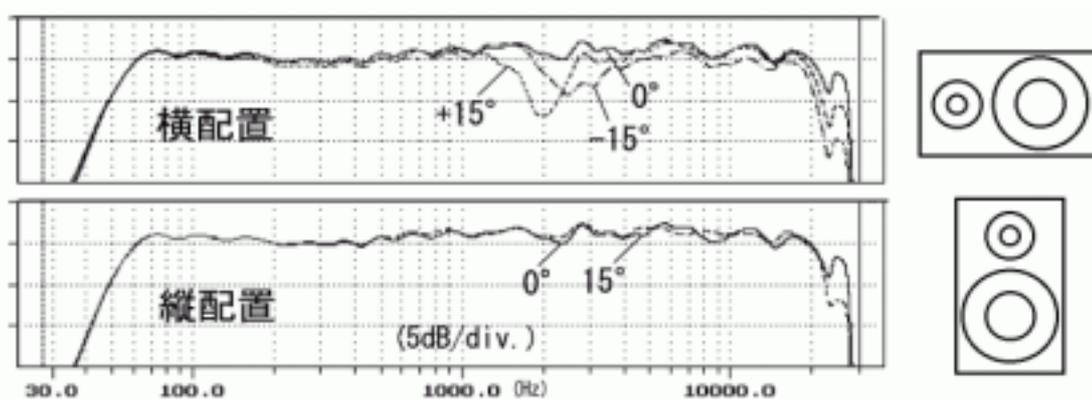


図4 横配置と縦配置の指向特性の違い

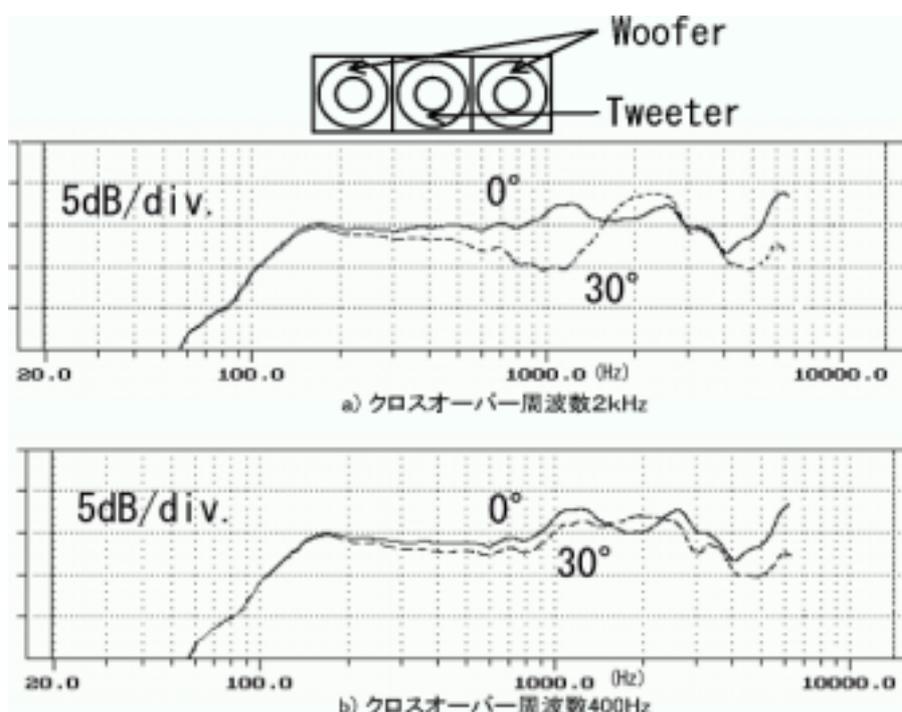


図5 2本ウーファース水平配置の指向特性

よって、自然な音場感を得るためには、まず、Phase Matching を取ることが大切である。そのためには、ユニット極性が同一のスピーカーを選ぶことを最優先し、次に、可能な限りスピーカーの構成を統一すれば良い。

当社の現行製品は、カタログにスピーカーの極性を記入してあるので、その中で極性の合った物を使用すれば良い。それ以外の製品の場合は、メーカーに問い合わせるか、不明な時は、同一メーカーの同一シリーズ内で組み合わせると良い。通常は同一シリーズ内では、極性は同一に設計されるためである。

指向性に関しては、フロント、リアスピーカーに関しては、あまり厳密にマッチングをしなくとも問題は生じない。例えばフロントに16cmの2way、リアに10cmの2wayを使用しても問題はない。ただし、フロントにドーム型のツイーター、リアにホーン型のツイーターを使用する、というような使用は避けた方が良い。

4.2 センタースピーカー

歴史的に見ると、センタースピーカーは、映画館の全ての席で、ダイアログがスクリーンの中央から聴こえるように導入されたものである。ホームシアターでのセンタースピーカーも同様で、リスニングポジションによる音質差を軽減し、映画ではダイアログを始め、多くの音情報を再生する重要なスピーカーである。よって、センタースピーカーは、指向特性が良く、かつフロントチャンネルと同等な高性能なものが必要である。

しかし、実際の家庭では、最も設置状況の制約を受けるスピーカーでもある。そのため、センタースピーカーの高さを低くするために、2本のウーファーを横配置したスピーカーが一般的に用いられる(図5)。

ウーファーを横配置したセンタースピーカーでは、図6のように同軸ユニットを用いたものや、3wayのミッドレンジとツイーターを縦に配置したものが望ましいといえる。これ

は、前述したとおり、ウーファーのクロスオーバー周波数を低くでき、ウーファー間の干渉の影響を最小限にすることができるためである。

また、場所の制約が非常に厳しく、フロントスピーカーに比べて、十分に高性能なセンタースピーカーを設置できない場合がある。

この場合には、センタースピーカーを無理に設置せず、AVアンプのダウンミックス機能を用いて、フロントスピーカーでセンターチャンネルを再生する方が、フロントスピーカーとの音色、音質的なつながりが良くなる。

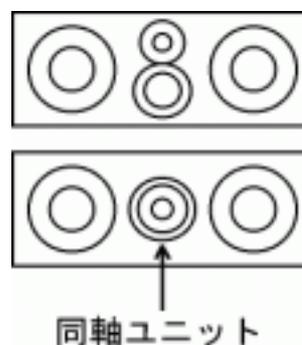


図6 望ましいセンタースピーカーの構成

4.3 サブウーファー

サブウーファーはステレオ時代では、日本では「スーパーウーファー」と呼ばれていた。このスーパーウーファーの使われ方の名残がマルチチャンネル時代のサブウーファーにあり、混乱を招いている。それは、サブウーファーのローパスフィルターである。

ローパスフィルターは、ステレオ時代に、メインスピーカーとスーパーウーファーとの干渉を最小限にするため、スーパーウーファーの高音側をカットする目的で使用されてきた。

しかし、マルチチャンネル時代では、低域の調整はAVアンプやDVDプレーヤーのバスマネージメント機能によって行い、小型スピーカーの低域成分をサブウーファーで再生するようなフィルタリングを行う(図7)。

しかし、サブウーファーにローパスフィル

ターが入っている場合には、Phase Matching が取れないため、バスマネージメント機能を使用すると、メインスピーカーとサブウーファの音圧が打ち消しあい、音質が劣化する。図8にサブウーファーに80Hz、2次のローパスフィルターが入っていた場合の影響を示す。

よって、マルチチャンネル時代のサブウーファーは、ローパスフィルターをバイパスできる機能が必須であるといえる。選定の際には、この機能の有無を注意すると良い。

5. 当社のマルチチャンネルオーディオへの取り組み

当社では、早くからマルチチャンネルの研究を始め、理想的なホームシアターを実現するための製品群を世に送り出している。

スピーカーシステムでは、S-A77シリーズ(図9)において、理想的なマルチチャンネルオーディオを再生するための設計思想が多く盛り込まれている。S-A77シリーズでは、トール

ボーイ、ブックシェルフ、センタースピーカーの全てが3wayの構成になっており、ネットワークもPhase Matchingを考慮した設計になっている。また、中高音用ユニットは全ての機種で13cmコーン型と3cmドーム型の同軸型を用いており、Directivity Matchingが図られている。また、サブウーファーにおいては、業界に先駆けてフィルターバイパス機能を搭載しており、現在のS-W7にも踏襲されている。



図9 S-A77シリーズの外観

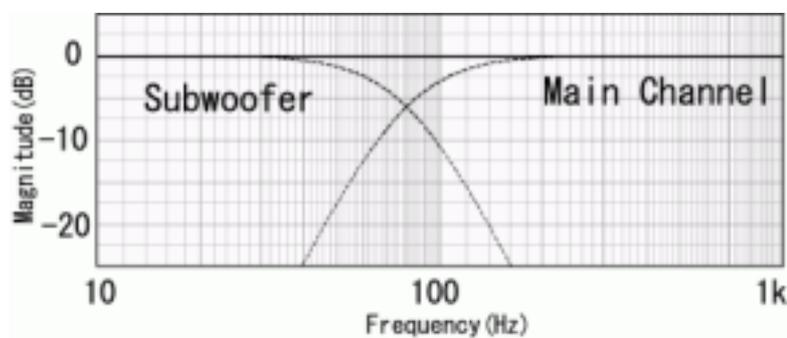


図7 バスマネージメントの周波数特性

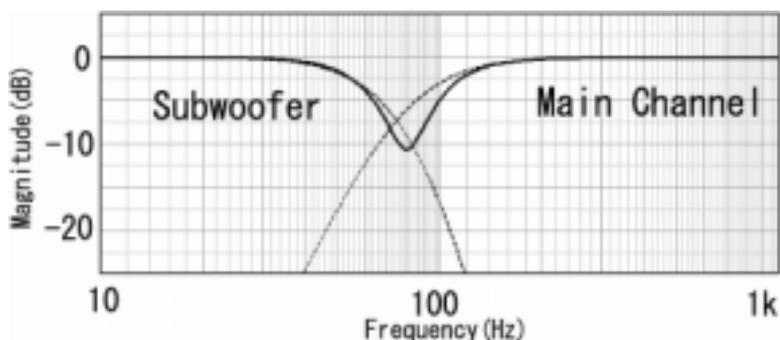


図8 サブウーファーのフィルターの影響

AV アンプでは、2001 年の VSA-AX10 シリーズに、世界初の自動音場補正機能 MCACC を搭載し、設置場所やスピーカーの違いを軽減することが可能となった。また、多くの AV アンプに、リアルファントムモードやバーチャルリアセンタなど、スピーカー設置の制約を最小限にする機能を搭載している。

また、2000 年よりホームシアターの単品スピーカーのカタログにクロスオーバー周波数とユニット極性の情報を掲載してきた。

6. まとめ

マルチチャンネルオーディオを最大限に楽しむためのスピーカーの選択法について、技術的な観点から述べた。スピーカー相互の音色、位相、指向性のマッチングが取れたものが理想であるが、全てを満たすことができない場合は、位相のマッチング(Phase Matching)を最優先すると良い。

マルチチャンネルのスピーカー選定に役立てることが出来れば幸いである。

参 考 文 献

(1) ITU-R BS.775-1 Multi-channel stereophonic sound system with and without accompanying picture

- (2) 古口, 大田: "AV アンプ VSA-AX10 における自動音場システムにおける技術開発" JAS journal vol.42 no.5, pp24-27, (2002)
- (3) 浜田, 細井, 亀山: "マルチチャンネルオーディオ再生におけるスピーカーセッティング" AES 東京コンベンション 2001 予稿集, pp30-33, (2001)

筆 者

細 井 慎 太 郎 (ほそい しんたろう)

所属: AVC スピーカー事業部スピーカー技術部
入社年月: 1999 年 4 月

主な経歴: スピーカーの研究・開発と共に、マルチチャンネルに関する録音再生、信号処理の研究開発に従事。DVD-Audio チェックディスク "Variations" や、リアルファントムなどの信号処理を開発。

主張: Acoustics と Digital の融合が、マルチチャンネル再生を一層奥深いものにする。

星 野 進 平 (ほしの しんぺい)

所属: AVC スピーカー事業部スピーカー技術部
入社年月: 1992 年 4 月

主な経歴: システム用のスピーカーの設計、北米での現地設計を経たのち、S-A7 シリーズなどの単品スピーカー設計に従事。