

TA-DA5700ES Technical Notes

ES



家庭での音量に合わせ、音圧感と臨場感のバランスを最適な状態に 補正する「サウンド・オブティマイザー」を新搭載。 家庭のサラウンド環境をさらに理想のものへと進化させるTA-DA5700ES

ソニー独自の自動音場補正技術「D.C.A.C. EX」は、登場以来数々の進化を果たしてきました。

比類のない高精度な測定と31バンドのグラフィックイコライザーによる音場補正に、

各スピーカーの位相特性をフロントスピーカーに合わせる「A.P.M.」を加え、

各スピーカーの配置を理想的な位置・角度に「再配置」する「スピーカーリロケーション with A.P.M.」も備えてきました。

TA-DA5700ESでは、さらに、家庭での再生音量に注目。映画制作時の音量と比べて音量レベルの低い家庭での再生音を、

映画制作時と同様のバランスに整える聴感補正技術「サウンド・オブティマイザー」を新搭載。

映画制作者の意図どおりに映画の臨場感を再現したい。ソニーのそんな思いが、より優れたホームシアターの音を支えます。

また、ネットワークオーディオも大幅な進化を遂げました。まずネットワークやUSBストレージデバイスからの音楽ファイル再生が

192kHz/24bitのハイサンプリング音源に対応したほか、AVアンプとして初めて、48kHzまでのマルチチャンネル（5.1チャンネル）のファイル形式にも対応。

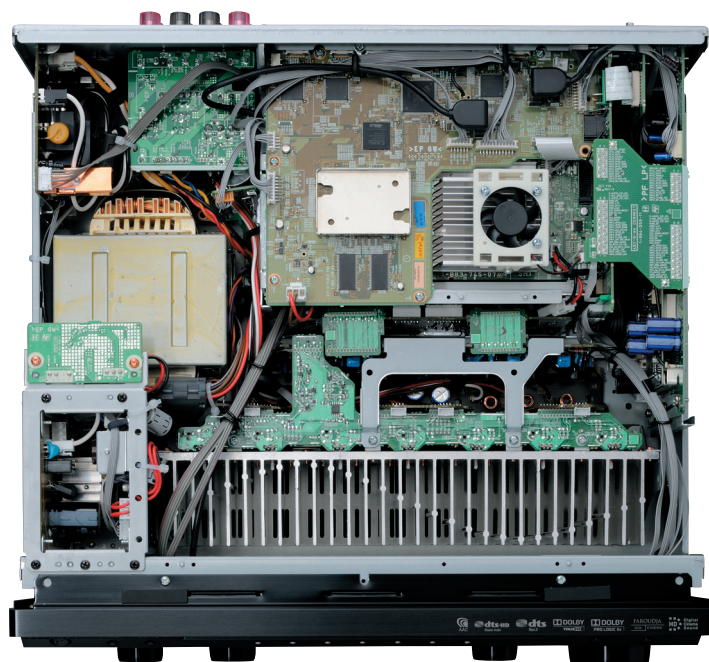
さらにベルリンフィル・デジタルコンサートなどの映像ストリームサービスなど映像コンテンツの再生にもいち早く対応しました。

そして、新たにUSB DAC機能を搭載し、パソコンとUSBで接続して高品位なPCオーディオ再生を実現。

パソコンやスマートフォンとの親和性の高い高品位なオーディオ再生を十分に堪能できます。

TA-DA5700ESに盛り込まれた最新鋭の技術で、

映画や音楽などの多彩なコンテンツをより高品位にお楽しみください。



マルチチャンネルインテグレートアンプ

TA-DA5700ES ES

希望小売価格273,000円（税抜価格260,000円）



価格には、配送・設置調整・工事費、使用済み商品の引き取り費などは含まれていません

Contents

Chapter1 「サウンド・オブティマイザー」

- ◎再生音量の変化に応じて、映画制作時の音量と同じ周波数特性を再現 P.4
- ◎人間の耳のラウドネス特性 P.4
- ◎家庭における音量の違いによる聴こえにくさの事例 P.5
- ◎「サウンド・オブティマイザー」の補正カーブ P.5
- ◎スピーカーの能率測定の必要性 P.6
- ◎「サウンド・オブティマイザー」の効果 P.6

Chapter2 「D.C.A.C. EX」

- ◎先進的なTSP信号により、音量、距離、周波数特性などを高精度に測定・補正 . . . P.7
- ◎短時間で高精度なスピーカーセッティングを自動で行える P.8
- ◎一般的なリスニング環境の音響特性 P.8
- ◎バンド数の少ないグラフィックイコライザーの限界 P.8
- ◎31バンド・グラフィックイコライザーによる音響特性の補正 P.8
- ◎高精度アルゴリズムにより、32ビット精度の補正を実現 P.9
- ◎サービスエリアを拡大する「ベアマッチング技術」 P.9
- ◎目的や好みに合わせて選べる3種類のターゲット特性（プリセット） P.9
- ◎新しい音を作れるユーザーリファレンス機能 P.9
- ◎「D.C.A.C. EX」の測定技術（1）トーンメロディーによるスピーカー判定 P.10
- ◎「D.C.A.C. EX」の測定技術（2）TSP（Time Stretched Pulse）による音響測定 . . P.10
- ◎「D.C.A.C. EX」の測定技術（3）2点マイク法の優位性 P.10
- ◎違和感や音質劣化を感じない自然な補正 P.10
- ◎各スピーカーの位相特性をフロントスピーカーと同じ特性に補正する「A.P.M.」 . . P.11
- ◎左右の位相特性をきちんと揃えることの重要性 P.11
- ◎異なるスピーカーを左右に使った場合 P.11
- ◎各スピーカーの位相特性をフロントスピーカーに揃える重要性 P.11
- ◎「Automatic Phase Matching（A.P.M.）」の大きな補正効果 P.12
- ◎インパルス応答における「A.P.M.」の効果 P.12
- ◎「Automatic Phase Matching（A.P.M.）」による効果のまとめ P.12
- ◎映画館や映画制作の現場同様の理想的な位置にスピーカーの配置・角度を修正 . . P.13
- ◎「スピーカーリロケーション with A.P.M.」のファントム定位の原理 P.13
- ◎ふたつ用意されたスピーカーのターゲット設置角度 P.13
- ◎7チャンネル環境を5チャンネルや4チャンネルのスピーカーで実現 P.14
- ◎フロントスピーカーの「設置角度の開きすぎ」、「リビング四隅設置」にも対応 . . P.14
- ◎実スピーカーの配置について P.14

Chapter3 「フロントハイスピーカーに対応した音場モードの充実」

- ◎多くの音場モードを9.1チャンネルで信号処理 P.15
- ◎映像と音場の高さをマッチさせる「ボーカル・ハイト」 P.15
- ◎音楽ソフトに自然な響きと空間を再現する残響系音楽モード P.16
- ◎「ベルリン・フィルハーモニック・ホール」モード P.16
- ◎「トゥルー・コンサート・マッピングA/B」モード P.16
- ◎その他の音場モード P.16
- ◎映画館とホームシアターの違いを埋める、「HD-D.C.S.」 P.17
- ◎残響量のミスマッチを解消 P.17
- ◎「HD-D.C.S.」が再現するターゲットシアター「ケリーグラントシアター」 P.17
- ◎最新の音場測定と解析技術 P.18
- ◎マルチカップリング法による音場の測定 P.18
- ◎測定精度の著しい向上 P.18
- ◎反射と残響の解析 P.19
- ◎「HD-D.C.S.」への反映 P.19
- ◎ソニー・ピクチャーズ エンタテインメントのダビングエンジニアの協力を得たチューニング . . P.20
- ◎好みに合わせて選べる3タイプを用意 P.20
- ◎デジタルシネマの音質を家庭にもたらし P.20
- ◎フロントハイスピーカーを使うことにより、高さ方向の音場を再現 P.21
- ◎画面と音のミスマッチングを解消 P.21
- ◎最新の3D映画の音場再現にも最適 P.21
- ◎映画館の高い位置からの反射音成分を取りだし、フロントハイスピーカーで再現 . . P.22

Chapter4 「パラレルDAコンバーター」と「ダイレクトクロッキング・コンストラクション」

- ◎大幅に改良されたデジタルオーディオ基板 P.23
- ◎ダイレクトクロッキングコンストラクションと電源の強化 P.23
- ◎チャンネル当たり2つのDAコンバーターを使用するパラレルDAコンバーター . . P.24
- ◎回路ブロックの配置の見直しで、クロックジッタを大幅に低減する
「ダイレクトクロッキング・コンストラクション」 P.25
- ◎参考:ジッタは波形を変える!? P.26

Chapter5 「新GUI」、「スマートフォン用アプリによるリモコン操作」

- ◎目的別にコンテンツを選べる直感的なGUI P.27
- ◎メインメニューの各項目について P.27
- ◎手軽に好みの音場モードを選べる「Sound Effects」 P.28
- ◎詳細な設定が行える「Settings」 P.28
- ◎GUIメニューと同じデザインで、快適にタッチ操作が可能なアプリ P.29
- ◎視聴しながらのコンテンツ検索など、便利な機能を用意 P.29

Chapter6 ネットワークオーディオ再生機能

- ◎USB、LAN経由で多彩なコンテンツを高品位で再生 P.30
- ◎USBオーディオ機能（USBストレージ再生） P.31
- ◎USB DAC機能（PCペリフェラル再生） P.31
- ◎音質的に有利な「ハブ対応型高速ネットワークエンジン」 P.32
- ◎ネットワークオーディオ用基板のハードウェア構成 P.32
- ◎ネットワーク経由でのさまざまなオーディオ再生方法 P.32
- ◎Windows 7連携 P.33
- ◎ホームネットワークを使ったコンテンツ再生機能 P.33
- ◎インターネット映像サービスへの対応 P.33

Chapter7 「高剛性型水平型FBシャーシ」& 高音質無鉛はんだ

- ◎質の良い低音再生を追求し、
さらに剛性を高めた「高剛性型水平型FBシャーシ」 P.34
- ◎「高剛性型水平型FBシャーシ」の強度の高さを試す P.34
- ◎さらなる高音質を追求して投入された高性能パーツ P.35
- ◎音質にこだわったオーディオ用無鉛はんだを採用 P.35
- ◎ソニーのオーディオ製品で採用してきたはんだについて P.35
- ◎錫の微量含有元素に吟味を加え、音質を向上 P.35

Chapter8 「第二世代 低ジッタ型・ロスレスデコードエンジン」&
「第三世代 広帯域パワーアンプ」

- ◎デコード時にDSPが発するノイズを抑え、ジッタ発生による音質劣化を改善 . . . P.36
- ◎DSP基板上に専用の電源を直近に配置 P.36
- ◎振動に強く、信号経路も短くなる表面実装型トランジスタ P.37
- ◎従来のアナログパワーアンプの音質劣化の原因 P.37
- ◎広帯域パワーアンプの高音質の理由 P.37

Chapter9 HDMI入出力端子 & 「ジッタ・エリミネーション回路」

- ◎3D・ARC（オーディオリターンチャンネル）・バススルーなど
最新のHDMIの信号に対応 P.38
- ◎HDオーディオだけでなく、音楽CDやDVD、DSD音声信号をより高音質で再生 . . P.38
- ◎高音質要素を集中した「for AUDIO」入力 P.39
- ◎信号のジッタを除去し、S/Nに優れた高音質再生に
貢献する「ジッタ・エリミネーション回路」 P.39
- ◎デジタルPLLとアナログPLLを組み合わせることで、
信号に含まれるジッタの除去量を大幅に向上 P.39

Chapter10 「D.L.L.（デジタル・レガートリニア）」

- ◎お気に入りのCDやDVDライブラリーを今後も高音質で楽しむために P.40
- ◎A/D変換の不完全による帯域外ノイズの発生 P.40
- ◎音声圧縮による帯域外ノイズの発生 P.41
- ◎ノイズ折り返しによるビートの発生 P.41
- ◎急峻なデジタルフィルターによるリングングの発生 P.41
- ◎非可逆圧縮音声にとって理想的な
DA変換処理「D.L.L.（デジタル・レガートリニア）」 P.42
- ◎「D.L.L.（デジタル・レガートリニア）」の動作仕様 P.42

Chapter11 「H.A.T.S. for HDMI」& 「32ビット DSD DAC」

- ◎HDMI端子を使って、双方向伝送（フロー制御）を実現 P.43
- ◎32ビット精度でスーパーオーディオCDの高音質をありのままに再現 P.43

Chapter12 「フルHDアップスケーリング」 他

- ◎STmicro社の高性能映像処理技術「ファロージャ DCDiシネマ技術」を採用 . . P.44
- ◎低消費電力でHDMIのバススルーやネットワーク機能を動作 P.44
- 製品外観、付属品 P.45

小音量での映画鑑賞でも臨場感豊かなサウンドを再現する、 世界初^{*1}の聴感補正技術「サウンド・オブティマイザー」^{*2}を搭載。 小音量で聴き取りにくくなる、サウンドエフェクトの広がりや低音域の厚みを改善し、 映画制作者の意図に近い豊かな臨場感を再現します。

新開発の「サウンド・オブティマイザー」は、映画制作時の音量と再生時の音量の違いが原因で発生する聴感上の周波数特性の違いを補正。一般的な家庭での再生音量でも、再生音のバランスを映画制作者の意図した周波数-音圧特性と位相特性を改善し、より迫力ある再生を楽しめます。

*1:マルチチャンネルインテグレートアンプとして、スピーカーの能率測定と、映画制作時の基準レベルの相違に基づく独自聴感補正技術として世界初(2011年9月28日現在、ソニー調べ)

*2:「サウンド・オブティマイザー」は自動音場補正機能の測定値を基準に補正を実行しますので、動作させるには自動音場補正を実行した上で、アンプ本体のフロントパネルカリモコンのボタンで「サウンド・オブティマイザー」を「ON」にしてください

家庭における再生音圧の違いに起因する問題を解決する「サウンド・オブティマイザー」

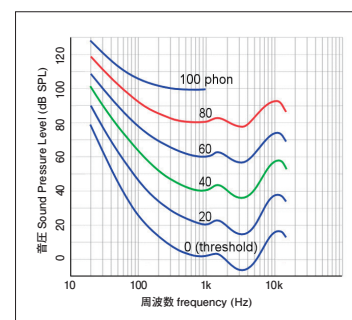
◎再生音量の変化に応じて、映画制作時の音量と同じ周波数特性を再現

TA-DA5700ESで新たに搭載された「サウンド・オブティマイザー」は、家庭における再生音量に注目し、映画館や映画制作者が聴いているのと同じ周波数バランスでの再生を実現する技術。家庭でのAVリスニングの楽しさを飛躍的に改善します。家庭では映画館のような大音量での再生は困難で、低域の迫力や空間の表現が制作者の意図より小さくなりがちです。これは人間の耳のラウドネス特性(音の聴こえ方の周波数特性)が、音圧により変化し、低い音圧では低域と高域が相対的に聴き取りにくくなるためです。ソニーはこの問題に取り組み、スピーカーの能率を測定したうえで、映画制作時の音量と家庭での再生音量との差分にマッチした周波数特性を、ボリューム変化に応じてきちんと修正する仕組みを開発しました。

映画はもちろんのこと、音楽作品や放送の基準音量も、実は映画の編集時の音量とはそれほど違いがないので、この機能は音楽鑑賞やテレビ放送の視聴などでもそのまま使用できます。

◎人間の耳のラウドネス特性

人間の耳の音量の違いによる音の聴こえ方について、古くは1930年代に測定されたフレッチャー・マンソンカーブが有名です。しかし現在もっとも信頼されているのは、ISO226:2003という国際規格です(図1)。実に16,000人の被験者により述べ200万回行われた無響室での測定結果にもとづいて作成され、2003年に制定された、精密で正確なデータです^{*3}。図1の赤で示したラインは1kHzのところが80dB SPL(sound pressure level)の音圧になっています。人間が感じる音圧は1kHzが基準となっていますが、いろいろな周波数で、1kHz 80dB SPLと同じ音量に聴こえる音圧を等音圧感曲線として示したものが、80phonという赤線です^{*4}。この線が曲がっているのは、物理的に同じ音圧のまま周波数を変えると人間の耳には同じ音量に聴こえないことを意味します。たとえば、100Hzの音は10dB以上大きい93dB SPLの音圧で聴かないと1kHzと同じ音量には聴こえないのです。つまり低域は聴こえにくいのです。一方高域も、10kHzの音は12dBも大きい音圧でないと1kHzと同じ音量に聴こえません。それでいながら、3kHz付近は逆に感度が高くなり、2dB SPLほど小さくして同じ音量に聴こえます。次に1kHzの音圧レベルを変えるとphonのカーブの形が変わります。緑色の40phonのラインに注目すると、100Hzの低音は23dBほど大きくしないと1kHzと同じ40phonになりません。10kHzの高音も同様に18dB大きくなります。一方3kHzは4dBほど下げると40phonになります。つまり音量が小さくなるほど低域と高域がより聴こえにくくなり、3kHzは逆に聴きとりやすくなるのです^{*5}。このように音圧によりphonのカーブが変わっても自然の音を聴くためにはまったく問題がありません。自然界では、音量の低い音はそもそもそういう周波数特性で聴くことが普通だからです。ところが、オーディオの世界では制作時と再生時の音圧が違うのがむしろ普通です。この場合、物理的音圧バランスはそのままで音量が変わるのが普通です。また再生音量は制作時の音量より小さいのも普通です。このとき、レベルが違うと人間の周波数ごとの感度が変わりますから、作品の聴こえ方が変わってしまうのです。一般に小音量で再生するほど低域が痩せて迫力のない音になるのも、その原因は人間の聴感特性にあるのです。



●図1:ISO226:2003で示された人間の音圧に関する聴感特性。縦軸が音の大きさである音圧、横軸が周波数

*3: 音圧の0dB SPLは、20μPa(マイクロパスカル)を意味します。これは人間が1kHzの音を聴き取れる最も小さい音の限界値として国際的に定義されています。音圧が10倍になるごとに20dB SPLずつ大きくなります。音圧の例としては、人間の普通の会話音が60~70dB SPLとなります。オーディオ再生の音量は専用のリスニングルームで最大85dB SPL程度、一般家庭では65~75dB SPLほどになり、夜間の音量は環境にもよりますが、さらに10dB SPLくらい下がります

*4: このphonという単位は、騒音計の指示値の単位として使われてきた「ホン」とは別のものです。ホンはあらかじめ決められた三種類のフィルターを通した上で音圧を実効値で測定した平均値です。一方phonは1kHz以外の単音を聴いたときに、1kHzの音と同じに感じる音圧値を意味します

*5: 電話は300Hz~3.4kHzと狭い帯域で通話しますが、これも感度が高い3kHzまでが存在すれば会話をするのに支障がないことを利用しています

◎家庭における音量の違いによる聴こえにくさの実例

図2はISO226:2003に基づいて、リスナーが制作時と違う音量で聴いたときに制作者のphonカーブとリスナーのphonカーブがどのようにずれるかをグラフ化したものです。制作時を基準（フラット）として、そこから音量を下げるほど低域と高域が制作時より聴こえにくくなる様子が示されています。

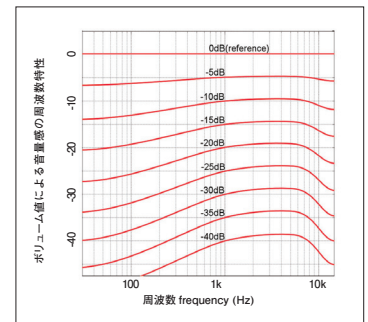
たとえば家庭の音量は制作音量より平均して10～20dB低いのが普通です。そこで-10dBの特性を見てみると、一番差分が小さい（つまり大きく聴こえる）のは4～5kHzですが、この帯域に対して低音端の50Hzは、なんと4dBも小さく聴こえていることがわかります。同時に高域端も3dB小さくなっています。つまり高域も低域も聴き取り難くなるわけです。さらに-20dBでは、低域端は4～5kHzに対してなんと9dB近く、高域端でも4dB聴き取りにくくなります。この傾向は音量が小さいほど強くなり、夜間のリスニングで音量が-30dB程度まで下がると、低域は10dB以上も小さくなってしまいます。

このように家庭の音量では制作時に比べて、低域と高域がかなり小さく聴こえるのです。また、専用のリスニングルームを持ち比較的大音量で聴いているリスナーでも、制作音量と比較すると-3dB～-5dB小さいケースが多く、低域端が1.5～2dB程度、高域端も1dB程度の低下となります。広い周波数範囲における1～2dBの変化が大きく音圧感を変えることはオーディオ経験の長い人ならすぐわかるでしょう。

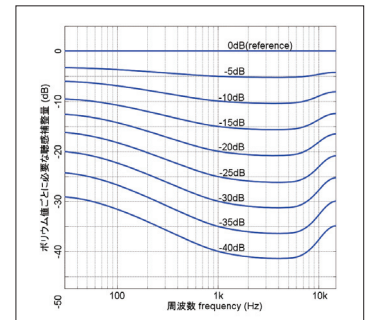
以上が家庭におけるオーディオリスニングの現状ですが、これにより制作者が作り込んだ迫力が再現できないことがまず理解できます。また特に映画で使われる効果音は広い周波数範囲が使われているため、それが聴き取りにくいことから音場の広がりや深みも失われがちになります。

◎「サウンド・オブティマイザー」の補正カーブ

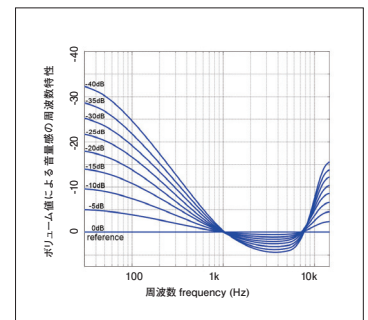
家庭の音量と制作音量が違うことによる音の相違は、その音量差に応じた周波数特性と逆の特性を与えることで修正が可能です。図3は図2で示した「聴こえにくさ」のカーブをそのまま上下を逆にしたもので、これがこのまま補正特性となります。各ボリューム値に常に最適な補正カーブを与える仕組みがあれば常に周波数特性は制作者が聴いたものと同じになり、あらゆる音量で制作者の意図に近いバランスで楽しめます。図4は図3と同じものを1kHzを基準にして縦軸を拡大し、必要な補正カーブの詳細を見たものです。この図からわかることは、必要な補正カーブはボリューム値により大幅に変わるとともに、変曲点も若干ながら変化していることです。しかも補正量はボリューム値に比例しているような単純なものではなく、非線形で複雑な挙動をします。したがってこの特性はフィルタの生成式に対して、変曲点と変化量のパラメータをボリューム値ごとに細かく変えてゆく必要のある、とても難しい特性です。TA-DA5700ESの「サウンド・オブティマイザー」はこれを実現し、0.5dBステップのボリューム値ごとに補正カーブを生成しています。ボリュームが変更されると制作音量と現在出力している音量の差が変更されますから、必要なパラメータをその都度DSPに送ります。DSPはパラメータを受け取ると直ちに必要なカーブを生成し、その時々々の音量に最適な周波数を生み出します。なお、ISO226:2003は単音での測定であり、同時に多数の音が来る映画や音楽では、主にマスキングが起こることから、そのままでは若干ダイアログの明瞭度が落ちる傾向があります。このため本機は、セリフの明瞭度を重視して若干の修正を加えたオリジナルカーブを搭載しています。また、ISO226:2003では位相特性が定義されていません。これも単音の音量比較で測定を行って規格を制定しているため位相の概念がないからですが、現実には位相特性で聴こえ方が変わりますので、この特性はソニーオリジナルのカーブを開発し、搭載しました。



●図2: ボリューム値の変化に伴う、人間の聴感特性の変化を示したグラフ



●図3: ボリューム値ごとに必要になる聴感補正の量



●図4: 1kHzの音圧を基準として聴感補正量の詳細な違いを示したもの

◎スピーカーの能率測定の必要性

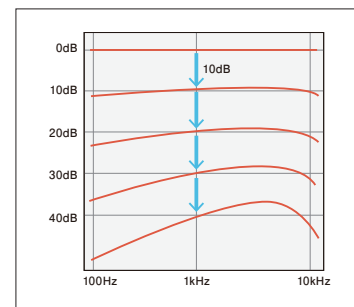
「サウンド・オブティマイザー」は、かつて存在した「ラウドネスコントロール」が目指したものと目的は同じで、音量による聴感特性の変化を補正するものです(図5)。しかし制作時と再生時の音量差から生ずる聴感特性を正しく補正するためにはスピーカーの能率がわかっている必要があります。スピーカーの能率には30dB近い幅がありますので、もし能率測定をしない場合は、特性がずれてしまうからです。図6と図7は補正量が理想とずれた場合に聴感特性が正しく補正できないことを示しています。スピーカーの能率がわかり適切なフィルタが動作した場合は図8のように正しく補正ができます。つまりスピーカーの能率を正確に測定することが、この補正の前提となります。

そこでTA-DA5700ESでは、スピーカーを接続した後に「D.C.A.C. EX」の測定をするときに能率測定を自動的に行います。そしてボリュームの値がどの数値のときに制作者の音量になるのかをリファレンスレベルとして記録(図9)。そこからの音量の差分に対して、適切なフィルタを生成します。

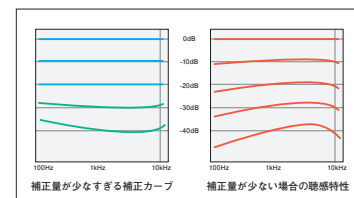
◎サウンド・オブティマイザーの効果

「サウンド・オブティマイザー」をONにすると、低域と高域の不足が正しく補正されますので、映画も音楽もゆったりとした自然な音になります。まず映画の場合は、サウンドエフェクトを支えている低音成分や細かい音を表現する高域がきちんと聴き取れるようになり、音場の広さが大音量のときとほとんど変わらなくなります。音量を下げるにつれて音場が狭く感じる現象が解消します。アクション映画などで目にすることが多いヘリコプターの爆音なども、サウンド・オブティマイザーをONにするとその音が響く範囲がとて大きく広がるでしょう。巨大な怪獣の翼の羽ばたきも空気を揺らしている効果音が付けてあることがすぐにわかると思います。また、都市の室内のシーンでは街の雑踏の音を軽く付加していることがありますが、もともと音量が小さいので、家庭ではこの音を聴き取ることは難しいものです。これも「サウンド・オブティマイザー」を使うと、今まで聴こえなかった音が聴こえてきて驚くでしょう。音楽の場合は、ベースラインがしっかりと再現されるのでリズム感がよくなり、またクラシックではホールトーンがとてよく聴き取れるようになります。大太鼓が叩かれると、その低域はホールに染みるように広がりますが、その音を小さい音量でもホールさながらに聴くことができるのです

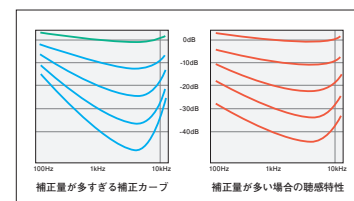
*「D.C.A.C.」=Digital Cinema Auto Calibration(デジタル・シネマ・オート・キャリブレーション)



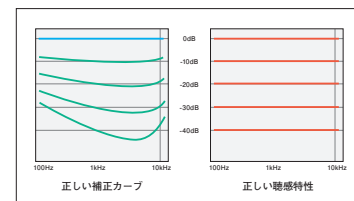
● 図5: 音量による聴感特性の変化の簡略図



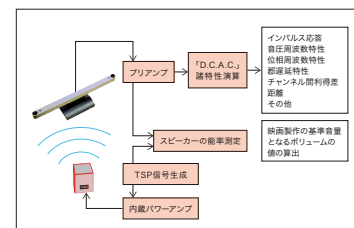
● 図6: 補正量が少ない場合の聴感特性(周波数特性)



● 図7: 補正量が多い場合の聴感特性(周波数特性)



● 図8: 正しい補正カーブによる補正後の聴感特性(周波数特性)



● 図9: 「D.C.A.C. EX」による自動測定における、能率測定の手順

各スピーカーの音量や距離、周波数特性に加え、位相特性も最適に調整、 スピーカーの配置まで理想的に整える高度な機能を搭載。 映画制作者の意図したサウンドを忠実に再現し、理想的な音場を構築する 進化した自動音場補正機能「D.C.A.C. EX」

一般家庭でのホームシアターにおけるサラウンド再生の問題を解決するため、
ソニーが開発した自動音場補正機能「D.C.A.C. EX」を搭載。
音量や距離、周波数特性、位相特性などの補正に加え、一般の家庭の部屋の形状や環境による
スピーカー配置の問題を解消し、より理想的なサラウンド音場を構築します。

家庭におけるホームシアターのさまざまな問題を解消する「D.C.A.C. EX」

◎先進的なTSP信号により、音量、距離、周波数特性などを高精度に測定・補正

家庭のAV環境は、必ずしも理想的ではありません。これをソニーは、高いDSP技術で次々に解決してきました。2005年に登場した自動音場補正機能「D.C.A.C.」は、学術的に最も進んだ測定法であるTSP (Time Stretched Pulse) をマルチチャンネルインテグレートアンプに搭載し、スピーカーの距離、音量レベルの設定はもちろん、その周波数特性の分解能を活かして、31バンドのグラフィックイコライザーによる精密な音圧周波数特性の補正を実現しました。TSP信号による測定では位相特性も精密に測定できることを活用したのが、位相周波数特性の差分を補正できる「A.P.M.」(Automatic Phase Matching) です。これにより異なるスピーカーを組み合わせるホームシアターを構築する場合に問題となるスピーカー間の音のつながりを改善しました。さらに「A.P.M.」によるシームレスな空間の再現を生かして開発したのが「スピーカーリロケーション with A.P.M.」。スピーカー間のファントム定位を利用して、スピーカーを理想的な場所に再配置する技術です。家庭ではスピーカーを自由に置けないことはもちろん、左右対称の配置ができないこともままありますが、これをDSP技術で解決し、良好なサラウンド環境を実現します。TA-DA5700ESで搭載した最新の「D.C.A.C. EX」は、ホームシアターで使用するスピーカーの音量レベルや距離、周波数特性の測定に加え、「A.P.M.」と「スピーカーリロケーション with A.P.M.」のための位相特性を測定、DSPによる高精度な処理により、家庭環境で理想的なサラウンド音場の再現を可能にします。さらに、各スピーカーのレベルや周波数特性の測定結果をベースに能率を算出し、Chapter1で解説した「サウンド・オブティマイザー」の基準レベルの設定も行ないます*。

以下の項目では、それぞれの機能について、詳しく解説していきます。

*「D.C.A.C.」による測定後にサウンド・オブティマイザーをOFFに設定すれば、周波数特性や位相特性の補正を行わずに基準値だけを利用できます

ソニーの高度な音場測定技術を駆使し、高精度な測定・解析・補正を行う「D.C.A.C. EX」

◎短時間で高精度なスピーカーセッティングを自動で行える

ソニーは独自の音場効果プログラム「HD-D.C.S.」や「デジタルコンサートホール」の開発に使用した高度な音場測定技術を持っています。「D.C.A.C. EX (ベアマッチング式自動音場補正システム: Digital Cinema Auto Calibraion EX)」は、この測定技術を全面的に取り入れて構築した極めて性能の高い測定・解析・補正システムで、プロ用にも劣らない性能を有しています。「D.C.A.C. EX」は、短時間で高精度に現在のオーディオリスニング環境を測定。TA-DA5700ESでは、31バンド32ビット精度の高音質グラフィックイコライザーを使用してリスニング環境の音響特性をより精密に補正します。「D.C.A.C. EX」自身も測定精度の改良が年々加えられており、特に低域の測定精度が向上しています。「D.C.A.C. EX」は、トーン信号とTSP (Time Stretched pulse、P10参照) 信号を使用した正確な測定に加え、9.1チャンネルすべての測定を30秒ほどの短時間で行えます。さらに、リスニングエリア中央での1カ所の測定だけで、広いリスニングエリアで効果が得られるベアマッチング処理、そして2点マイクを使った測定により、人間の耳の感覚に違和感を与えない補正ができるなどの特長があります。

◎一般的なリスニング環境の音響特性

「D.C.A.C. EX」では、まず各スピーカーの周波数特性を正確に測定します。測定結果は周波数変化に対して連続的に得られますが、それを1/3オクターブごとに集計したものが図1です。1オクターブは「ドレミファソラシド」に相当するので、棒グラフ1本はピアノの鍵盤2～3個分に相当するきめ細かさになっています。この狭い幅で解析した周波数特性でも、棒グラフ1本ごとに複雑な凹凸が存在することがわかります。たとえば、400Hz付近と3kHzにくぼみがあり、低域の盛り上がった部分の中にも200Hzの大きなくぼみがあります。これらにはスピーカー自体の特性も含まれていますが、ほとんどはスピーカーからの音が壁などに当たって反射し、元の音波と合成されたことが原因。つまり周波数ごとに直接音と室内の反射音の干渉が起こっているわけです。

次に、低域の大きな山は部屋の定在波の問題です。定在波は前後、左右などの並行する壁面で発生するほか、三次元的な音波の往復によっても発生し、比較的近い周波数に並んで現れます。そのため、この低域は中域に比べて強くなりやすく、音楽鑑賞に支障をきたします。

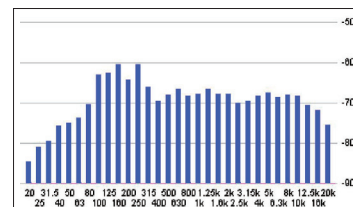
◎バンド数の少ないグラフィックイコライザーの限界

一般的な自動音場補正システムでグラフィックイコライザーを使用する場合は、最高10バンド程度のものが使われていました。しかし、グラフィックイコライザーの場合、10バンド程度では細かい凹凸を完全に補正することも、大まかになめらかに補正することもできないという欠点があります。

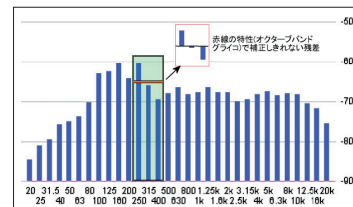
まず10バンド程度のグラフィックイコライザーでは、ひとつの補正帯域が1オクターブ程度になります。つまり、ここで示した1/3オクターブバンド(31バンド)の解析結果に比べると、およそ3バンド分が、ひとつの帯域として扱われます。ところがこれでは、バンド幅が広すぎるのです。たとえば図2の250Hzに注目してレベルを下げると400Hzが下がりがりすぎ、400Hzに注目して上げようすると250Hzが上がりすぎることになります。結局この帯域のイコライザー(オクターブバンドのイコライザー)は、このような場合上げることも下げることできなくなり、200Hzと400Hzの10dBにも及ぶレベル差は放置されることになります。また、補正カーブが隣接バンドとなめらかにつながらないという欠点もあり、細かい修正をあきらめて、大まかに全体の音色を整えるような調整もできません。またグラフィックイコライザーは比較的複雑な演算であるため、演算にともなう誤差の蓄積などが原因となる音質劣化が起こりやすいという問題も抱えていました。

◎31バンド・グラフィックイコライザーによる音響特性の補正

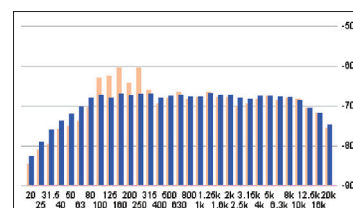
TA-DA5700ESに搭載されている「D.C.A.C. EX」では、このような複雑なリスニング環境の周波数特性の凹凸を1/3オクターブバンド(31バンド)のグラフィックイコライザー(D.C.A.C. イコライザー)により補正します。図3は、「フルフラットモード」を使った場合の補正結果。まず低域の複雑な山がほとんど完全に除去されています。一般に定在波の影響が大きいと、その帯域が不自然に強調され、より低い低音域が聴き取りにくくなります。しかし補正後は定在波の影響が取り除かれるため、同じスピーカーとは思えないほど低域の表現力が増したように聞こえます。また中域にあった凹凸も適切に処理されています。総合周波数特性は、100Hzから10kHzまでの特性がおおむね3dB以内に入っています。こうしたフラットな特性は、人間の声をその人本来の声で聴いたり、楽器も本来の美しい音色で聴いたりするために重要になります。また、オーケストラの楽器パートごとのバランスも整って聞こえます。このため2チャンネルステレオに適用しても霧が晴れたような爽快なステージ感が得られます。サラウンド再生ではさらにステージの奥行き感が正確に再現されます。その理由は、フロントとサラウンドの音量感が、録音制作者の意図したバランスどおりに再生されるからです。



●図1:一般的な家庭の音響特性の測定結果。160Hz前後の低域が定在波の影響で信号が盛り上がっていることがわかる



●図2:オクターブバンドのイコライザーの場合、赤い線の部分のレベル差は補正しきれない



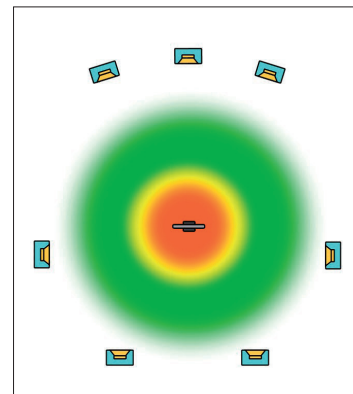
●図3:「D.C.A.C. EX」のグラフィックイコライザーで補正を行った場合。60Hz～10kHzの範囲でほぼフラットな特性に補正できている

◎高精度アルゴリズムにより、32ビット精度の補正を実現

「D.C.A.C. EX」で用いているグラフィックイコライザーは、ソニー開発研究所で作られた高精度アルゴリズムにより、(1)隣接バンドの上げ下げに関係なく、常にバンド内データは32ビット精度を保つ (2)扱うバンド(1/3オクターブ)内で位相変化をまったく起こさない、という性能があります。

◎サービスエリアを拡大する「ベアマッチング技術」

「D.C.A.C. EX」は、1カ所で測定を行い、その特性を元に補正。補正の精度は高度なアルゴリズムのおかげで極めて高精度にできます。ところが、部屋の特性はたった10cm測定箇所がずれただけでも大幅に変化してしまう性質があり、極端なケースでは測定した1カ所以外ではかえって音のバランスが崩れてしまうこともあります。映画館やダビングシアター(映画の制作スタジオ内にある視聴用シアター)の音場補正では、こうした欠点を除去するため、6点または9点のマイクを使って、その平均特性がフラットになるように補正します。つまり、1カ所のみの補正は採用されないのです。「D.C.A.C. EX」に採用された「ベアマッチング技術」は、測定を1カ所で行うだけでも多点マイク測定を行ったのに近い、自然で広いサービスエリアを実現する技術。図4は、サービスエリア拡大のイメージ図です。部屋の中央で測定したとして、シングルマイクの測定による補正が赤エリアです。2点マイクによる補正は主に音色のクセを除去する効果が目的ですが、サービスエリアも黄色のエリアまで拡大します。ベアマッチング技術によるサービスエリア拡大はもっと大きく、補正の効果を感じ取れる範囲は緑のエリアまで拡大し、リスニングルームの広い範囲で音響特性の整ったサウンドが得られるのです(ベアマッチング後はシングルマイクの測定でもほぼ緑のエリアとなります)。



● 図4: サービスエリア拡大のイメージ図。「ベアマッチング技術」により、適正な効果が得られる範囲が緑のエリアまで拡大される

◎目的や好みに合わせて選べる3種類のターゲット特性(プリセット)

「D.C.A.C. EX」は目的や好みに合わせて選べる3種類のターゲット特性を用意しています。「フルフラットモード」は、アンプに接続されているすべてのスピーカーをフラットな特性にするモード。サラウンドスピーカーやセンタースピーカーに対してはもちろん、オーディオ的に音質にナーバスになりがちなフロントチャンネルに対しても周波数特性を補正します。このモードのメリットは、定在波の除去にあります。30平方メートル前後までの広さのリスニングルームの定在波は100Hz以上に現れることが多く、不明瞭な低音や重低音の聴きとりにくさの原因となっています。定在波を除去することにより、音のこもり感が消えて、スカッとした音に変化。今まで聴こえていなかった重低音が聴こえてきます。「エンジニア・リファレンスモード」は、ソニーのアンプの音質チューニングを行っている試聴室の特性をモデルに、よくコントロールした定在波と、比較的大型のスピーカーの低域特性をサンプリングしたターゲット特性です。17畳以下のリスニングルームをお使いの場合はまず「フルフラットモード」をお試しください。定在波が消え、驚くほど明快なサウンドステージが現れるでしょう。次に「エンジニア・リファレンスモード」をお試しください。これで大きな部屋と大きなスピーカーによるサラウンド音場を感じられます。このモードは、測定上はLARGEと判定された場合でも、すべてのスピーカーをSMALL設定でお使いいただく場合にも有効で、大型スピーカーシステムをお持ちの方にも好評です。最後に「フロント・リファレンスモード」。2チャンネルユーザーがマルチチャンネル再生をはじめようとする場合、よく調整された高価なスピーカーを使ったフロントと同じ音のサラウンドチャンネルを追加することは、難しい問題と言えます。これを解決するのが「フロント・リファレンスモード」。このモードではフロントスピーカーの特性が測定されると、その周波数特性の平均値をまず作ります。そしてサラウンドスピーカーとセンタースピーカーの周波数特性を操作して、その音をフロントの音色に合わせてくれます。

◎新しい音を作るユーザーリファレンス機能

TA-DA5700ESの「D.C.A.C. EX」には、プリセットのターゲット特性とは別にユーザーの好みの特性を実現する「ユーザーリファレンスモード」が搭載されています。GUIのメニューでこの機能を開くと、イコライザーの特性を記入できる画面が開き、値を記入すると補正後の周波数特性を変えることができます(なにも記入しない場合は、フルフラットモードと同じ動作をします)。

◎「D.C.A.C. EX」の測定技術(1) トーンメロディーによるスピーカー判定

ここでは、「D.C.A.C. EX」の測定技術を解説します。室内の音響特性の測定は次のステップで行われます。第1のステップでは、トーンメロディーを使ってスピーカー判定が行われます。各チャンネルのスピーカーの有無と音量レベルを測定。「D.C.A.C. EX」の測定を開始すると、最初にスピーカーからメロディーが流れます(図5)。ただし、接続しているスピーカーが少なくメロディーは一部だけしか聴こえません。2チャンネルしかスピーカーがない場合は、この中の三つの音が鳴るだけです。理由は、このトーンメロディーは、音符ごとに出力するスピーカーが変えてあるからです(図6)。図7にあるとおり、測定時には同時にふたつのスピーカーから音を出します。たったこれだけのメロディーで、各スピーカーは三回ずつ発音しています。発音しながら、DSPはマイクで拾った音を周波数解析し、各音符に、スピーカーがふたつともあるのか、ひとつしかないのか、まったくないのかを判定します。一般的には耳障りになりがちな自動測定を、耳あたりのよいメロディーを使って楽しく行えるようにしています。

◎「D.C.A.C. EX」の測定技術(2) TSP(Time Stretched Pulse)による音響測定

トーンメロディーの再生が終わると、チュピチュピ……という音が聴こえます。これはTSPと呼ばれる信号です。レコーディングエンジニアなどは、部屋の残響の様子などを確かめるために、音楽ホールやリスニングルームに入ったとき、両手をパンと叩くことがあります。このように両手を叩いたときに出る音は、無響室という響きのまったくない部屋で聴くと「ブツ」という短い破裂音が一回聴こえるだけです。このように短時間に一回だけエネルギーを出して終わってしまう音のことを「インパルス」といいます。普通の部屋の中で聴こえる「パチ」という音や、ホールや体育館で聴こえる「バーン」という音は、このインパルスに対する反射音や反響音が組み合わさったものです。これをインパルス応答といいます。これを収録すると、原理的に数学的な計算により周波数特性、位相特性、反射音の遅延特性などの値がすべてわかります。しかし、単純なインパルスを使った測定は、音響エネルギーが小さいので、測定結果があまり正確になりません。そこで、「D.C.A.C. EX」ではTSPと呼ばれる信号を採用。パルス測定に比べてSN比がとても優れており、精度の高い周波数特性の測定が可能です。また、TA-DA5700ESでは、低域の測定精度(ラージ/スモール判定、位相判定など)も優れています。

◎「D.C.A.C. EX」の測定技術(3) 2点マイク法の優位性

人間が感じない特性は補正をしないことが、TA-DA5700ESの採用する「D.C.A.C. EX」の2点マイクを使った音場補正です。スピーカーは、その置き場所により、周囲の壁や家具からの反射音の影響を受けて周波数特性が大きく変化します。この周波数特性を補正するのが音場補正システムの役割です。ところが、測定用のマイクは測定位置をほんの少し移動するだけで、測定される周波数特性がかなり変化します。これはスピーカー周辺の反射ではなく、壁や床からの反射音の影響。ところが人間は、リスニング位置を多少変えても、あまり音色変化を感じません。適切な配置をされていれば、音場感もあまりくずれません。周波数特性を見ると驚くほど変化するのに人間はそれほど変化を感じないのです。これは、人間が「発音点近くの反射音による影響」と「壁や床からの反射音による影響」とを区別して、前者を音色変化、後者を方向感や距離感の情報として使っているからです。したがって、床や壁からの反射音による影響は、補正しない方がよいと考えられます。そこで測定値のわずかな違いから起こる影響を排除し、広いリスニングエリアに平均的な補正を与えるのが前述の「ペアマッチング技術」です。2点マイク法は測定そのものの向上をめざしたもので、「D.C.A.C. EX」では2個のマイクを人間の耳の間隔である18センチの距離におき、2点を同時に測定します。また周波数特性や位相特性の解析も、それぞれを同時に行っています。

◎違和感や音質劣化を感じない自然な補正

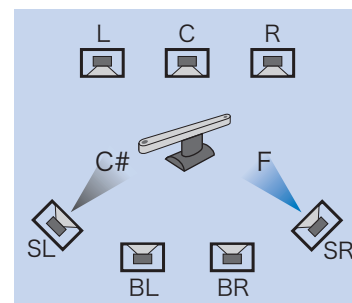
こうした測定の結果、2点のマイクには図8のように違う周波数の波形が現れますが、人間が影響を感じない波形は、周波数が少しずれて現れます。そこで2点のマイクから得られた特性を平均処理することで、人間が違和感や音質の劣化を感じない自然な補正が可能になります。なお、付属の2点マイクは、音楽収録用としてもきわめて良い性能を与えられています。これは、自動音場測定は、マイクの性能以上の音質にはならないという考えから、自然にそうなったものです。パワードマイク入力のある録音機をお持ちなら、ぜひともその高音質を試してみてください。



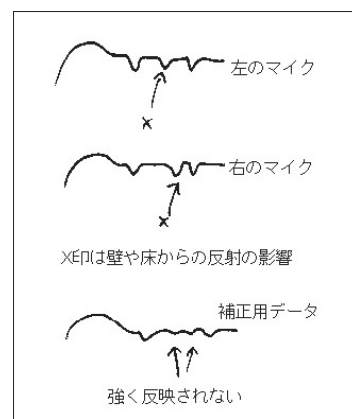
●図5: トーンメロディーで再生される音楽の譜面

G♯	C	R	BL				L & R & C
G						BL	
F♯						SL	
F	L	SR					SL & SR
D♯				L	SR		
C♯		SL	BR				BL & BR
A♯				C	R		BR

●図6: トーンメロディー再生時のスピーカー別の出力配分表



●図7: トーンメロディー再生時は、ふたつのスピーカーから同時に異なる音が再生される



●図8: 2点マイク法による周波数特性の補正のイメージ

	D.C.A.C. EX	アドバンスド D.C.A.C.	D.C.A.C.
スピーカーリロケーション	○		
A.P.M.	○	○	
高性能EQ	○	○	○
距離測定	○	○	○
搭載モデル	TA-DA5700ES	TA-DA3600ES	STR-DH710

●表1: 「D.C.A.C.」の名称や機能の違いと、搭載モデルとの対応表

良好なサラウンドシステムの構築を支える「Automatic Phase Matching (A.P.M.)」

◎各スピーカーの位相特性をフロントスピーカーと同じ特性に補正する「A.P.M.」

「A.P.M.」は、サラウンドスピーカー、およびセンタースピーカーの位相特性とフロントスピーカーの位相特性に対する差分を抽出し、補正する技術です。フロントスピーカーとサイズやタイプの違うサラウンド、センタースピーカーを用いても、その特性をフロントスピーカーと同一のものに近づけるため、どのようなスピーカーを用いても非常につながりのよいサラウンド空間を実現できます。

◎左右の位相特性をきちんと揃えることの重要性

各スピーカーの位相特性を揃える必要があるのは何故でしょうか？

たとえば、2チャンネルステレオ再生をするとき、通常左右には同じスピーカーを使います。モニター用スピーカーでは諸特性がベアリングされているものもあります。そして優れたスピーカーはレベルの周波数特性と同様に、位相の周波数特性も左右でピッタリと揃っているものです。左右のスピーカーに位相差がない理想的なケースでは、リスナーはソフトに含まれる位相差を正しく認識することが可能です。それにより演奏者の姿とともに、演奏者の周りの立体感をイメージできます。

図1は同じ型番の2個のスピーカーの位相特性を重ね合わせたものです。同じスピーカーのため、それぞれの波形がよく揃っています。この特性が平坦でないことを気にする必要はまったくありません。レベルの周波数特性は平坦でないとも音色が変わってしまいます。しかし、位相の周波数特性は平坦でなくても、人間はそれ自体には鈍感なので、問題はありません。

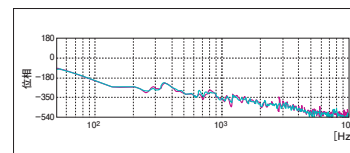
しかし人間は、左右の位相がズレていると敏感に感じ取ります。なぜなら位相が進んでいるほうに定位が移動するため、全ての周波数で位相が揃っていないと音像が不鮮明になってしまうからです。図1の例では左右が非常に揃っていますから、そのような問題はなく音像はよく焦点を結び、演奏があたかも見えるように眼前に浮かび上がります。一般的には、ここまで揃っている必要はありませんが、定位に影響する100Hzから6kHz程度の帯域では位相特性に個体差がないことが求められます。

◎異なるスピーカーを左右に使った場合

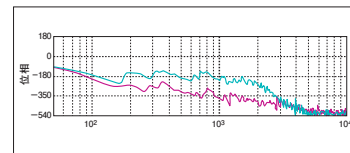
では、左右に異なるスピーカーを配置した場合はどうなるでしょう。図2はその一例ですが、両者はまったく特性が異なります。低域と高域はほぼ一致していますが、中域で180度の位相差（逆位相）があります。これは図3のように波形がちょうど逆になっていることを意味し、スピーカーのプラスとマイナスを間違っただけのと同じ状態です。左右のスピーカーのプラスとマイナスを誤接続してしまうと気持ちの悪い音がすることは多くの方が経験しているでしょう。フロントスピーカーとサラウンドスピーカーの間でもまったく同様の現象が発生します。この状態ではフロントの音とサラウンドの音はまったくつながらず、音場感是不安定な状態になってしまいます。このようにフロントとサラウンドに異種のスピーカーを使った場合の不安定さは、もともとペアで聴くことを前提としていないのでごく普通に起こることなのです。これが多くの人にとってサラウンドスピーカーやセンタースピーカーを追加してみたものの、うまく音がつながらない、あるいは追加することを躊躇する最大の原因でした。

◎各スピーカーの位相特性をフロントスピーカーに揃える重要性

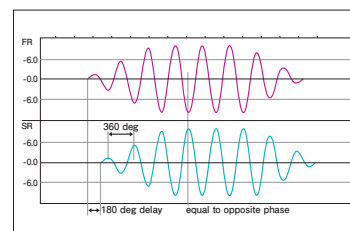
従来からフロント2チャンネルには一般的に位相の問題はありませんでした。ステレオ2チャンネル再生で位相特性の個体差が問題になるようなスピーカーは、高い評価は得られないからです。もちろん、図1に見るように、位相自体は周波数に応じて変化している場合がほとんどです。この位相回転を修正してしまうと、むしろそのスピーカー本体の音色が変化してしまいます。位相は回転しても、左右が同一ならそれは正常です。一方、図4のようにほとんどのリスナーはサラウンドスピーカーやセンタースピーカーにフロントスピーカーと違うものを使わざるを得ません。この場合は位相特性がフロントと違うものになってしまうため、サラウンド空間がうまく再現できるか失敗するかは使ってみないと分かりませんでした。そこで、その位相の違い（差分）をサラウンド側、センター側で補正して、フロントと同じ条件に揃えると、サラウンド感やセンターとフロントのつながりがよくなる可能性があります。ソニーは、ユーザーが自分の好みで選び、最適に調整して使っているフロントスピーカーの位相特性は補正しない方針でこの問題にのぞみました。



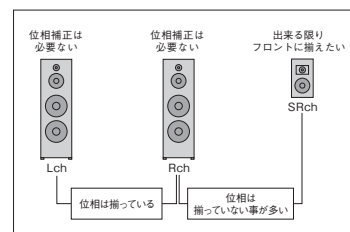
● 図1: ベアとなる2個のスピーカーの位相特性。青が左チャンネル、赤が右チャンネルのスピーカーの位相特性を現している



● 図2: 赤は図1と同じスピーカー、青は型番もメーカーも異なるスピーカーの位相特性を示す。それぞれ位相特性が大きく異なっていることがわかる



● 図3: 180度位相がずれた場合、それぞれの波形がちょうど逆になり、逆相接続などのような不快な音に感じしまう



● 図4: 自動位相補正における、各チャンネルに対する補正の必要性

◎「Automatic Phase Matching (A.P.M.)」の大きな補正効果

「A.P.M.」は、このようにまったく状態の違う2個のスピーカーの位相差を自動音場補正の測定時のデータから計算し、その逆特性を発生させる適応型FIRデジタルフィルターです。このデジタルフィルターはフロントスピーカーには一切入らず、サラウンド、センタースピーカーなどのフロント以外のスピーカーにのみ適用されます。図5は、図2と同じスピーカーの組み合わせに「A.P.M.」を適用したものです。青線側の特性がフロントである赤線に合わせられていることがわかります。したがってまったく異なるスピーカーでありながら、音像定位、空間のつながりなどが改善されます。

その効果は、映画では緻密に埋め込まれたサラウンド空間に、音のない場所ができないことです。また音楽再生では、ステージからの直接音と間接音の時間、位相関係が録音された情報どおりになるため、ステージの奥行き感や高さ感までが制作者の意図どおりに改善されます。なお、「A.P.M.」は、スピーカーの位相特性だけを揃えますので、レベルの周波数特性は変化しません。レベルの周波数特性は従来どおり自動音場補正のグラフィックイコライザーが動作し、両者の特性を一致させます。このように、「A.P.M.」により位相補正が加わった「D.C.A.C. EX」を使えば、サラウンドやセンターにフロントスピーカーとは異なるスピーカーを使った場合でも、全部のスピーカーに同じ物を使った場合に非常に近い、良好なサラウンド空間を作れます。

◎インパルス応答における「A.P.M.」の効果

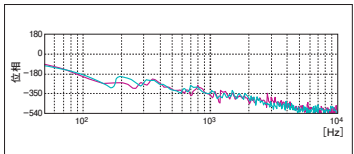
「A.P.M.」による位相特性の一致を、今度は波形そのものが一致する様子がよくわかるインパルス応答で見てみましょう。図6はインパルス(ピストルの発射音や拍手を一回しただけのような、空気を一回だけ押す単純な衝撃音)に対する応答例をみたもので、「A.P.M.」による補正のない状態での応答です。ふたつのスピーカーは、動き始めてから約0.2ミリ秒の間、なんと逆向きに動いています。つまり一方が空気を押し、一方が空気を引っ張るような動作をしています。それに続く約0.4ミリ秒では、押し引きの関係が入れ替わって、再び空気を逆向きに動かしていることがわかります。残念ながら、このような状態でサラウンド空間がつながることはありません。これを「A.P.M.」で補正したのが図7です。青線の応答は見事に赤線の応答と一致しています。つまりサラウンド、サラウンドバック、センターの各チャンネルが、フロントスピーカーと同じように空気を振動させるようになるのです。これにより空間構成力が劇的に向上します。

◎「Automatic Phase Matching (A.P.M.)」による効果のまとめ

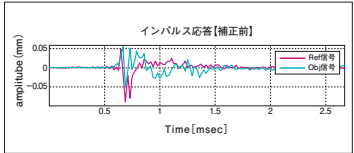
最後に「A.P.M.」の動作のポイントをまとめます。第一に異なるスピーカー間の位相差を精密に補正できることです。多くの場合、オーディオファンにとってリファレンスであるフロントスピーカーには位相補正を一切行いません。特性が補正されるのは、サラウンド、サラウンドバック、フロントハイ、センターの各スピーカーのみです(図8)。次に、周波数特性は従来どおり自動音場補正のグラフィックイコライザーで高精度に補正すること。「A.P.M.」が担当する位相特性の差分補正と、自動音場補正イコライザーによる周波数特性の組み合わせにより、事実上どのようなスピーカーをセンターやサラウンドに使っても、その改善効果は顕著です。さらに、壁反射による位相の乱れも適度に補正できます。「A.P.M.」は測定精度が極めて高いため、壁反射音による位相の乱れを適度に補正します。ただし壁反射音の補正を過度に行うと良好なサラウンド空間を得られるサービスエリアが狭くなりますので、その補正は硬い壁からの一回目の反射のような、明らかに補正すべきものに限定しています。

	フルフラットモード		フロントリファレンスモード		エンジニアリファレンスモード	
	A.P.M.	GEQ	A.P.M.	GEQ	A.P.M.	GEQ
フロント L/R	補正しない	平坦な特性	補正しない	補正しない	補正しない	推奨周波数特性
センター						
サラウンド L/R	フロントに合わせる	平坦な特性	フロントに合わせる	フロントに合わせる	フロントに合わせる	推奨周波数特性
サラウンドバック L/R						
フロントハイ L/R						

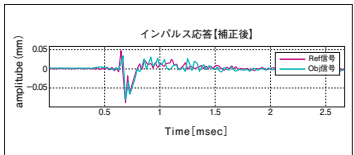
● 図8:「D.C.A.C. EX」の3モードにおける「A.P.M.」とGEQの動作の詳細



● 図5:「A.P.M.」を適用した結果。両者の特性がよく一致していることがわかる



● 図6: 異なるスピーカーにおけるインパルス応答の例。赤線は図1と同じフロントスピーカー。青線は特性の異なるサラウンドスピーカー



● 図7: 図6と同じ異なるスピーカーの組み合わせで、「A.P.M.」を適用した場合のインパルス応答例

◎映画館や映画制作の現場同様の理想的な位置にスピーカーの配置・角度を修正

現在のAVアンプのスピーカーチャンネル数は7チャンネルが一般的になっていますが、それぞれのスピーカーには最適な配置と角度が規定されています。映画などのサラウンド音場の制作は、こうした規定をもとに各チャンネルの音を再現しており、家庭においても同様の配置と角度でスピーカーを設置することが理想とされています。とはいえ、スタジオや条件のよいリスニングルームならともかく、一般的にはすべてのスピーカーを理想的な位置に置くことはとても難しいのが現状です。たとえば家具やドア、窓などがある場合、そこにはスピーカーが置けないからです。この場合、スピーカーをずらして設置することになりますが、音場がゆがんでしまい、制作者の意図した音の世界が完全には再現できませんでした。そこで、TA-DA5700ESでは、スピーカーの配置が理想状態からずれている状況を改善するために、スピーカーの位置を「再配置」し完全な音場を再構築する新機能「スピーカーリロケーション with A.P.M.」を開発しました。

*「A.P.M.」=Automatic Phase Matching(オートマッチック・フェーズ・マッチング)

◎「スピーカーリロケーション with A.P.M.」のファントム定位の原理

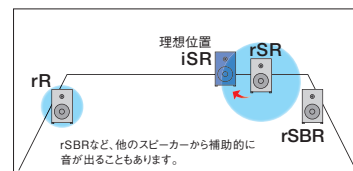
「スピーカーリロケーション with A.P.M.」は、存在するスピーカーを活用して、理想的な位置にファントム音源を生成することで「再配置」を行います。図1では、サラウンド右チャンネルの理想的な位置は「iSR」となります。実スピーカー「rSR」がこれよりも後ろにある場合、サラウンド右チャンネルの音を少し小さくして「rSR」から再生し、残りの音量を「rR」から再生します。するとサラウンド右チャンネルの音が「iSR」の位置に定位します。このように複数のスピーカーを使って、スピーカーの定位を変える技術を、ファントム定位といいます。図2はサラウンド右チャンネルの実スピーカー「rSR」が理想位置よりも前にある場合です。この場合はサラウンドバックスピーカー（rSBR）を使って定位を後ろに移動することでファントム定位が可能です。またサラウンドバックスピーカーがない場合は、サラウンド左チャンネルのスピーカーで定位を移動させることができます。

ファントムスピーカー生成による音場補正のアイデアは古くからありましたが、なかなか実用になりませんでした。理由は、サラウンドスピーカーの特性がほとんどの場合フロントと違うからです。ステレオスピーカーが左右同じでなければならないように、フロントとサラウンドも同じ特性でないとファントム定位は成功しません。そこで「スピーカーリロケーション with A.P.M.」は、「D.C.A.C. EX」をベースに構築しています。つまり、すべてのスピーカーの距離、音圧レベル、音圧の周波数特性をまず揃え、さらに「A.P.M.」により位相の周波数特性もフロントスピーカーと合わせることによって、ファントムスピーカー生成を円滑に行うようにしました。良好なサラウンド空間において、豊かに再現される一個一個の間接音は、それぞれが複数のスピーカーから発せられたファントム音源の集合体です。「A.P.M.」によって各スピーカーのつながりが改善されることで、スピーカーとスピーカーの間に定位するような音まで明瞭に再現可能です。これと同様の理由により、「スピーカーリロケーション with A.P.M.」によるスピーカーの「再配置」も良好な効果が得られるわけです。

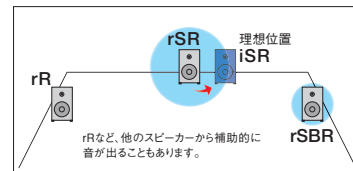
◎ふたつ用意されたスピーカーのターゲット設置角度

「スピーカーリロケーション with A.P.M.」によって「再配置」されるスピーカーの生成角度は2種類用意しています。図3のタイプAは、フロントL/R、センター、サラウンドL/Rの5チャンネルをITU-R (BS.775-2) の5チャンネル推奨角度に配置し、その後ろにサラウンドバックL/Rを追加するものです。映画でも音楽でも幅広く使えるモードです。また「HD-D.C.S.」をはじめ、ソニーが開発した残響付加系の音場モードはすべてこの配置で開発しているので、より良好な効果が得られます。

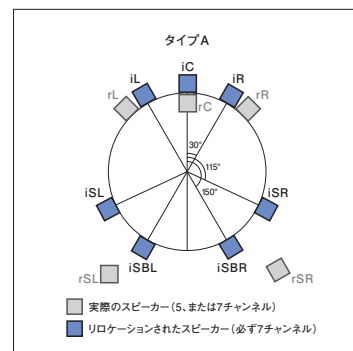
次に図4のタイプBは、サラウンドL/R、サラウンドバックL/Rの4本のスピーカーをフロントL/Rが置かれた円周上にほぼ等間隔で配置します。ITU-R (BS.775-2) は7チャンネル設置ではこの配置を推奨しています。5チャンネル録音の音楽ソフト（特にライブ録音）の再生に適しています。もしも実スピーカーのサラウンドL/Rスピーカーを115度付近に置ける場合は、「スピーカーリロケーション with A.P.M.」をOFFにして3/2.1の5チャンネルで再生するのが最良ですが、スピーカーの配置や角度が自由にならない場合は、「スピーカーリロケーション with A.P.M.」を「タイプB」にすることで、音楽ソフトの再生に対応できます。



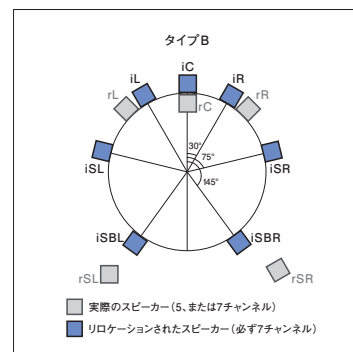
●図1: サラウンドスピーカーが後ろ寄りにある場合のファントム定位の例



●図2: サラウンドスピーカーが前寄りに置かれた場合のファントム定位の例



●図3: ITU-R5チャンネルをベースとした一般的な7.1チャンネルサラウンド再生用の設置角度



●図4: ITU-R (BS.775-2) が推奨する7.1チャンネルスピーカー再生用の設置角度

◎7チャンネル環境を5チャンネルや4チャンネルのスピーカーで実現

「スピーカーリロケーション with A.P.M.」は、rSRとrSLの2本のサラウンドスピーカーがあれば、サラウンドバックスピーカー(iSBL/iSBRのスピーカー)をファントム定位することが可能です。センタースピーカーはもともとフロントの左右のスピーカーによってファントム定位が可能ですから、最小単位としてはフロントに2本、サラウンドに2本、合計4本のスピーカーがあれば7チャンネルの音場を再現できます。したがって、背面の壁がリスニング位置に近いためにサラウンドバックスピーカーを設置できない場合でも大きな威力を発揮します。

◎フロントスピーカーの「設置角度の開きすぎ」、「リビング四隅設置」にも対応

リビングなどでオーディオ再生を行う場合、左右のフロントスピーカーが部屋の前のコーナーに設置され、左右のスピーカーの角度が大きすぎることがあります。この場合、センター付近のステレオ定位が曖昧になりやすくなります。またセンタースピーカーがない場合の再生では、セリフの再生が聴き取りにくくなったりします。「スピーカーリロケーション with A.P.M.」をONにすると、フロントスピーカーの左右の開き過ぎも補正され、理想的な60度の角度に補正されます。さらに、TA-DA5700ESでは、シネスコスクリーンを使用した環境などのフロントハイスピーカーの間隔が広すぎる場合の角度調整にも対応しました。サラウンド、サラウンドバックスピーカーはファントム音源の仮想生成による再配置を行います。フロントハイスピーカーでは再配置は行わず、角度調整だけを行います。結果として「スピーカーリロケーション with A.P.M.」では、フロント、サラウンド側ともに補正されますので、普段の生活のしやすさを重視して部屋の四隅にスピーカーを配置せざるを得ない場合でも、良好なサラウンド再生が可能となります。

◎実スピーカーの配置について

実サラウンドスピーカーを4本使う場合は、90度より後ろ(真横より後ろ)であれば、どこに設置しても「スピーカーリロケーション with A.P.M.」は良好に機能します(100度ないし120度を推奨)。サラウンドスピーカーを2本だけ使うときは115度付近(真横よりやや後ろ)に置くのが最適です。多少のズレは「スピーカーリロケーション with A.P.M.」が解決します。また、部屋の後ろの隅に置く場合は、壁からの強い反射音を和らげる対策を行うと、より効果を発揮できます。反射音が強過ぎると実スピーカーの存在感が強くなり、「スピーカーリロケーション with A.P.M.」によるファントム定位を妨げる場合があります。

「HD-D.C.S.」をはじめとする、多くの音場モードが9.1チャンネル処理に対応。 フロントハイスピーカーを組み合わせることで、 高さ方向の空間再現を可能にし、より立体的なサラウンド音場を再現。

TA-DA5700ESでは、映画館の響きを再現する「HD-D.C.S.」をはじめとする、豊富な音場モードの多くを9.1チャンネル処理。
フロントハイスピーカーを使った立体的なサラウンド音場をより多彩に楽しめます。
さらに、「ボーカル・ハイト」などの新しい音場モードを数多く追加しました。

フロントハイスピーカーによる立体的な音場の楽しみを拡大

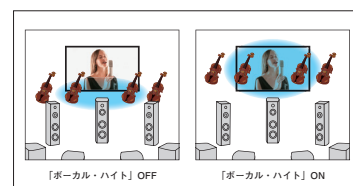
◎多くの音場モードを9.1チャンネルで信号処理

TA-DA5700ESでは、「HD-D.C.S.」をはじめとする、多くの音場モードでフロントハイスピーカーを含む9.1チャンネルの信号を出力します。従来は5.1チャンネル以上のサラウンド音源でないと選択できなかった音場モードもほとんどが、モノラル信号やステレオ信号のソースを含めたすべての音声信号に対応します。このため、外部のステレオパワーアンプを組み合わせた9.1チャンネル再生では、すべてのチャンネルから固有の情報が再現される密度の高いサラウンド再生を楽しめます。また、内蔵パワーアンプによる7.1チャンネル再生だけでも、「スピーカーリロケーション with A.P.M.」(13,14ページ参照)を使用することでサラウンドバックチャンネルをファントム再生できるため、フロントハイスピーカーを使用した7.1チャンネル構成で9.1チャンネル再生をお楽しみいただけます。これにあわせ、音場モードをさらに充実。特に音楽ソースの再生に適した音場モードを追加することにより、映画だけでなく、CDやブルーレイディスクなどの音楽ソフトをより立体的なサラウンド音場で臨場感豊かに楽しめます。

◎映像と音場の高さをマッチさせる「ボーカル・ハイト」

テレビ放送の音楽番組の多くやブルーレイディスクソフトが2チャンネル音声収録となっている場合、それらのソースをスクリーンなどの大きな画面と組み合わせると、音の位置が低く広がりも不足するなど、画面の大きさや映っている映像の高さとマッチしないことがよくあります。こうした問題をフロントハイスピーカーを使用することで解決するのが「ボーカル・ハイト」です。

図1は、「ボーカル・ハイト」のイメージです。このモードでは、まず音の高さが大画面とマッチした高さまで持ち上げられます。また同時に左右方向や奥行き方向も、高さにマッチしてスケールアップして聴こえます。その結果、大画面とのマッチングが大きく向上するのです。ソフトのスケール感や奥行き感がトータルで拡大されますので、音楽や映画はもちろん、CDの2チャンネル音源を、質のよいマルチチャンネルソフトのように豊かに楽しむことができます。このモードでの音場処理は、人間の方向感覚だけに訴える反射音だけを生成し、残響音の付加は行わない処理となっています。反射音の配分はマルチチャンネルの音楽ソフト制作のノウハウを用いているので音色の変化やフォーカスの崩れはほとんどないことが大きな特長です。また残響が付加されないため、音場モードにありがちなニュースのアナウンスやトーク場面などでの違和感がありません。さらにこのモードは音楽や映画のマルチチャンネルソフトでも良好に動作します。まずセンターチャンネルの音はあらかじめフロントL/Rチャンネルにダウンミックスされ、2チャンネルのファントムセンターに変換されたあと、その後2チャンネルソースと同じ処理が行われます。ニュース放送の1.0チャンネルソースも同様です。その後の処理ではセンターチャンネルに反射音などの反映をしないため、このモードではセンタースピーカーは無音のまま処理しています。これにより、マルチチャンネル音声、2チャンネルステレオ音声、ニュースなどのモノラル音声交互に現れるテレビ放送で常用しても違和感がありません。このような構成により「ボーカル・ハイト」モードの高さ感と広がり感は、まさに従来の音場モードにはなかった新感覚と言えるものです。音楽ソフトでは奥行き感まで生き生きと再現されます。映画鑑賞の場合は、セリフが画面内から聴こえてくるような効果が得られます。このように、テレビ放送のモノラル音声から、ブルーレイディスクソフトの7.1チャンネルソフトまで幅広く対応します。テレビ放送やCD再生をはじめとして、あらゆるソフトで常時使えるモードです。



●図1:「ボーカル・ハイト」の音場イメージ

◎音楽ソフトに自然な響きと空間を再現する残響系音楽モード

TA-DA5700ESのために新たに開発された音楽用モードは、「ベルリン・フィルハーモニック・ホール」、「トゥルー・コンサート・マッピングA/B」の三つです。基本的な考え方は同じですが、それぞれ再現のターゲットとしたホールが異なり、それぞれのホールが持つ美しい音の響きを再現します。

現在もっとも贅沢な再生音楽鑑賞は、5.0～7.1チャンネルのマルチチャンネル録音の作品を聴くことでしょう。スーパーオーディオCDのマルチチャンネル収録ソフトが最大5.1チャンネルでその役割を果たしてきましたが、最近では映像に96kHz/24ビット収録の5.0～7.1チャンネル音声を組み合わせたBD音楽作品もリリースされるようになってきました。とはいっても、音楽ソフトの大半は2チャンネル記録のステレオ音声です。新たに搭載した音楽系の音場モードの大きな目的のひとつは、2チャンネル録音を元にホールの残響を再現し、マルチスピーカー環境でリッチな再生を行うことにあります。ステレオ録音はホール独特の響きがしっかりと収録された録音芸術とも言える領域の作品が数多く発売されています。この2チャンネル録音はフロントL/Rのスピーカー用の信号しかありませんが、2チャンネル録音は音楽ホールのステージ付近の音を収録しているため、それを音源としてホール全体の残響音場を再構築することができます。TA-DA5700ESの残響系音楽モードでは、フロントL/R用の2チャンネルソフトをほぼそのまま活かし、記録されていないチャンネル用の音をホールシミュレーションにより作り出します。元の2チャンネル信号に対して追加されるチャンネルは7チャンネルで、完成した立体的な9チャンネル音源が各チャンネルのスピーカーに出力されます。

この目的の為にソニーが行なったホールの残響特性の測定は「HD-D.C.S.」(17～19ページ参照)と同様に、8点測定マイクを使った精密な音場の測定データに基づいた三次元測定です。図2、図3、図4のように、三つのターゲットホールの初期反射は精密にとらえられているのです。そのためフロントハイスピーカーがあるときは天井の高さ感も含めた再現が、フロントハイスピーカーがない場合でも、音楽が身体を包み込むようなホールのエッセンスを再現できます。重要なことは、もともとの音源に含まれている残響に、シミュレーションで生成した残響を過度に重ねないことにあります。具体的にはもとも存在する2チャンネルにはほとんど音を足さず処理しています。またこれらのモードはマルチチャンネル収録されたソースで使用することもできます。この場合は、録音されている各チャンネルの残響を平均的に厚くするように働きますので、残響がやや控えめの録音の響きを補強するのに役立ちます。

◎「ベルリン・フィルハーモニック・ホール」モード

世界最高のオーケストラのひとつと称されるベルリン・フィルハーモニー管弦楽団の拠点である、ベルリン・フィルハーモニック・ホール(写真1)の音場を家庭で再現します。ヴァンヤード型のコンサートホールで奏でられる、明るくさわやかな音色が特徴です。8点測定マイクを使った測定データ(図5)に基づき、最大9.1チャンネルのマルチチャンネル音場で再現できます。また、このモードは音場モードのひとつとして任意選択できるほかインターネットサービス「ベルリン・フィル<ブラビア>デジタルコンサートホール」の再生時には自動的に切り替わります*。

*A.F.D.またはステレオ再生でオリジナルのまま再生することもできます

◎「トゥルー・コンサート・マッピングA/B」モード

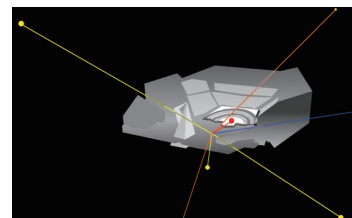
従来の「デジタルコンサートホールA/B」モードをリニューアルしたモード。モードAはオランダにあるシューボックス型の大ホールを再現したものです。残響が長めで、透明感のある響きが特徴です。現代的な録音のソースや力強いオーケストラの演奏に向いています(図6)。モードBはオーストリアにある木造のシューボックス型のホールを再現。壁に多数置かれた彫刻による反射のため柔らかい響きが特徴です(図7)。多くのホールでの録音に向きますが、特に木造ホールで録音されたソフトの鑑賞に適しています。トゥルー・コンサート・マッピングはデジタルコンサートホールモード時代からの歴史があり、他のホールで録音されたソフトとの親和性が高くなっています。またフロントハイスピーカーを使っている場合は、高さ方向の残響量を三段階に調整することができます。

◎その他の音場モード

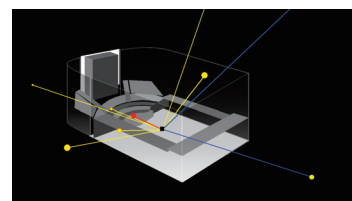
ほかの音場モードには、ジャズクラブ、スタジアム、ライブコンサート(ライブハウス)、マルチ・ステレオを装備しており、サラウンド再生の基本である4.0チャンネルスピーカー構成から、フロントハイスピーカーを使った9.1チャンネルスピーカー構成まで動作します。たとえば、スタジアムは、ステレオおよびセンターの音に残響を加えないため、アナウンスや実況の声にエコーがつかず、放送らしい雰囲気を残しつつ、マルチチャンネル放送のような臨場感豊かな音場を再現できるなど、それぞれ特長あるモードとなっており、さまざまなコンテンツを立体的な音場で楽しめます。このほかステアリング技術でフロントハイスピーカー用の信号を生成する「ドルビープロロジックIIz」や「DTS Neo:X」も搭載しました。



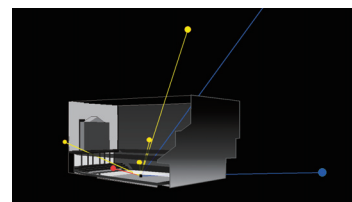
●写真1: ベルリン・フィルハーモニック・ホール



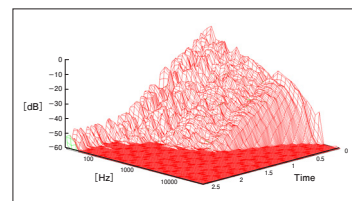
●図2: 「ベルリン・フィルハーモニック・ホール」の初期反射音の解析イメージ



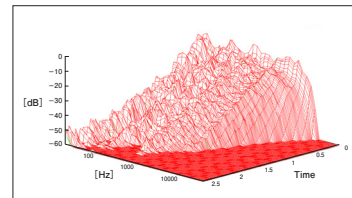
●図3: 「トゥルー・コンサート・マッピングA」の初期反射音の解析イメージ



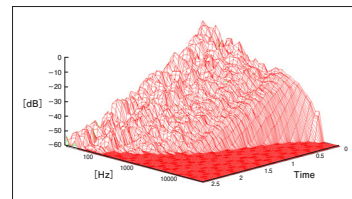
●図4: 「トゥルー・コンサート・マッピングB」の初期反射音の解析イメージ



●図5: 「ベルリン・フィルハーモニック・ホール」の残響時間の周波数特性



●図6: 「トゥルー・コンサート・マッピングA」の残響時間の周波数特性



●図7: 「トゥルー・コンサート・マッピングB」の残響時間の周波数特性

「映画館の音」をよりリアルに。立体的な音響を豊かに再現する「HD-D.C.S.」

◎映画館とホームシアターの違いを埋める、「HD-D.C.S.」

TA-DA5500ESにて搭載して以来、多くのユーザーからの高い支持をいただいている「HD-D.C.S.（デジタルシネマサウンド）」。ソニー・ピクチャーズ エンタテインメント（SPE）の協力を得て開発したこの音場再現技術は、まさに映画館の環境を再現できると好評です。ホームシアターに比べて、映画館の音に独特の良さがあると感じている人は少なくありません。これは、映画館には独特の響き（残響や反射音）があるためです。ブルーレイディスクやDVDのソフトに含まれている音源は、基本的に映画館のスピーカー用の音源です。そして、それは映画館の響きと一緒に初めてエンターテインメントとしてバランスがとれるように制作されています。映画の音の制作現場も、「ダビングシアター」と呼ばれる映画館のリファレンスとも言える空間です。もしDSP演算により「ダビングシアター」の音響条件を再現し、ソースの音に加算して聴くことができれば、本来の映画の音が聴けるのではないかと。このようなコンセプトのもと、ハリウッドのダビングシアターの音響測定をまず行い開発したのが「デジタルシネマサウンド」です。それは開発から15年の歴史を刻んできましたが、ブルーレイディスクで採用されたHDオーディオと呼ばれる高品位なサラウンド音源に対応するため、2009年に「HD-D.C.S.」となって生まれ変わりました。最新の測定器によるダビングシアターの音響再測定。新たに開発され直した3D解析ツールによる反射音の詳細な分析と再現。同じく新たに開発したDSPアルゴリズムにより、残響の周波数特性を映画館と同一にすることに成功しました。また、ソニー・ピクチャーズ エンタテインメント（SPE）のダビングエンジニア（ミキサー）の協力により、最終バランスが映画制作者の耳でチューニングされていることも大きなポイントです。実際に「HD-D.C.S.」を聴くと、すぐに「映画館そっくりの音場」という感想を持っていただけるでしょう。

◎残響量のミスマッチを解消

ホームシアターにはない「映画館独特の響き」を付加する「HD-D.C.S.」の大きな役割のひとつは、残響量のミスマッチを解消することです。ダビングシアターで映画の音を作るとき、ダビングエンジニア（音楽制作でのミックスエンジニア、レコーディングエンジニアと同じ役割）は「映画館の響き」を聴きながらいろいろな音を調整しています。たとえば主人公が遠くからこちらに近づいてきて次第にアップになるシーン。人物が大きくなるに連れて残響を減らして行きます。つまり画面に合わせて音に遠近感を表現します。そう思って聴かないと気づかないかもしれませんが特別なものではなく映画制作者にはごく普通の作業です。そしてそのような調整が映画にリアリティーを与えるのです。また映画館の残響は一般に低域が長く高域が短くなっています。したがって電氣的に加えられる残響は、低域より中高域のほうが多めになります。これをホームシアターで聴くと映画館と比べて低域の残響量がやや物足りなく感じます。また、通常映画館では中域に0.5秒程度の残響があります。映画館ではここに沁みやすいような台詞が画面から聴こえてきて、すっと耳に入ります。セリフがとても聴きやすいのも映画館の特長。その秘密もこの残響の存在です。映画館にはセリフを聴き取りやすくする適切な長さの残響があります。しかしホームシアターは残響が一般に短いので、ややセリフも聴き取りにくくなります。家で映画を見終わった後に疲労感を経験したり、「よい音の映画が少ない」と感じる人もいます。もちろんあまり音質的には優れていない作品もありますが、実は映画自体の問題だけではなく、ミックスした環境と再生環境の違いから来る音の違和感が原因であることが多いからです。映画館で聴こえるサウンドは、常に「映画館の残響+電子的な残響」です。ホームシアターにはこのうち「映画館の残響」がありません。そのため残響不足や、距離に関する違和感を感じがちです。「HD-D.C.S.」はこうした映画の音には欠かせない「映画館の残響」を付加するものと言えます。

◎「HD-D.C.S.」が再現するターゲットシアター「ケリーグラントシアター」

HDオーディオの高音質にふさわしいリアルな「映画館の音」を再現する「HD-D.C.S.」。まずは、「HD-D.C.S.」の基本となる部分を詳しく紹介します。ターゲットシアターには、映画館としての音そのものがとても良いケリーグラントシアター（写真1）を選びました。編集設備も最新のもので、右手前に見えるのが300チャンネルを超えるデジタルミキシングコンソールで、最新の設備が整えられています。特筆すべきはその空間の大きさと、一般的な映画館なら座席数500席クラスに相当します。ソニー・ピクチャーズ エンタテインメント（SPE）には大小30以上の編集スタジオがありますが、ケリーグラントシアターはソニー・ピクチャーズ エンタテインメントで最も大きく、迫力のある音がするダビングシアターです。「HD-D.C.S.」は、ここへユーザーのみなさんをお連れします。



●写真1:「ケリーグラントシアター」

◎最新の音場測定と解析技術

AVアンプで音場を付加して家庭で映画館の醍醐味を楽しむには、元の音場が詳細に分かっている必要があります。「HD-D.C.S.」「ベルリン・フィルハーモニック・ホール」「トゥルー・コンサート・マッピングA/B」では、それ以前の「D.C.S.」や「デジタルコンサートホールモード」の時代から著しく進化した測定技術、解析技術を開発し、反射音、残響音の詳しい状況を精度よく知ることができるようになりました。その技術の中心は、(1)8点マイク。(2)96kHz24ビット収録。(3)初期反射のベクトル解析と視覚化表示。(4)残響の周波数時間測定の精度の向上となります。

「HD-D.C.S.」構築のために行われた新たな音場測定の中核をなすのが、新たに開発された8点マイク(写真2左)です。写真2右は8点のうちの頂点の小型マイクのアップです。ロッドに対して精密に角度付けられています。これはすべてのマイクを水平にして、取り付け角度による周波数特性の違いが現れないようにするための技術です。新しいマイクによって小型のマイクカプセルを十分な距離をおいて取り付けられているため細かい反射音を詳細にとらえられます。実際の測定波形を図1に示します。これはスピーカーから発生したインパルスに対する各マイクの応答を表示したものです。(実際には「D.C.A.C. EX」の測定法で解説したTSPにより測定し、それをインパルスに変換したものです)。各マイクのインパルスのスタート位置がずれているのは、直接音を発したスピーカーと各マイクの距離がずれていることを示します。この位置関係で、直接音の発生位置がまずわかります。そのあとの細かい波形を見ると細かい応答が続いています。しかし各マイクの応答は微妙に違いすべてのマイクが別の応答をとらえています。これが壁などから来る反射音群で、無数の反射音が合成されているため、各マイクの波形が違っているのです。この各マイクの反射音群を解析すると反射音一個一個の方向と距離と音圧が分析できます。これらの技術は「HD-D.C.S.」「ベルリン・フィルハーモニック・ホール」「トゥルー・コンサート・マッピングA/B」共通に用いられていますが、以下は最初に完成した「HD-D.C.S.」を例に解説しましょう。

◎マルチカプリング法による音場の測定

映画館や音楽ホールの直接音や反射音は、理論的には「4点のマイク」があれば測定し解析することが可能です。実際、「D.C.S.」の測定では、最小構成である4点のマイクで測定されました。しかし、たとえばふたつの方向から全く同時に反射音が戻ってくると、その反射音同士は合成され、それぞれの反射音とは異なる別の方向から来るひとつの反射音として測定されてしまいます。実際はふたつの方向から反射音が来ているのですから、それを聴いた場合はひとつの反射音とは違う音に聴こえるのが普通です。つまり初期構成の4点だけのマイクでは、実際の反射音群を正確にはとらえられないということになります。これに対して近接8点マイクは、斜めロッドに取り付けられた頂点のマイクを必ず使い、他の7個のマイクを自由に組み合わせることで、たくさんの4点マイクを構成することができます。理論的にはその組み合わせは35個も存在します。

たとえば図2は、一組の4点マイク構成でA点からの音をとらえている様子です。これに対して図3は、別の4点マイクでA点からの音をとらえた様子を示しています。測定では8点同時に記録しますが、解析時には適宜4点を組み換えて解析します。このような手法をソニーでは「マルチカプリング解析」と呼んでいます。

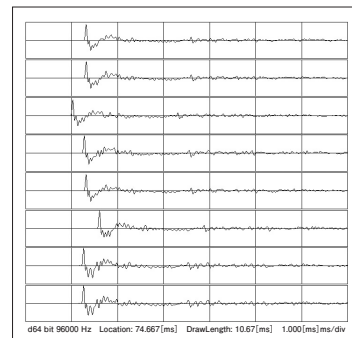
「マルチカプリング解析」では、まず1個の反射音について複数の4点マイク構成で照合ができますので、信頼性の高いデータが得られます。また別々の反射音が同時に到来した場合であっても、複数の反射音の合成であることと、本当の到来方向がわかります。しかし反射音群は次第に残響として混合され到来方向はきわめて不明確になります。8点マイク法では反射音が明確であるか不明確であるかの評価も解析結果として得られるようになっています。これは時々刻々と変化する反射音群を、初期反射として処理すべきか、残響として処理すべきかの判断基準となります。

◎測定精度の著しい向上

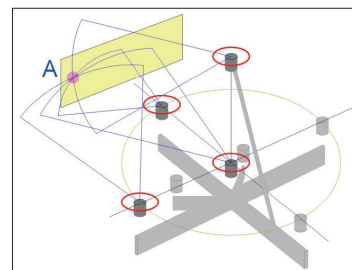
「HD-D.C.S.」ではデータの測定精度も大きく進歩しています。図4は従来の「D.C.S.」時代の測定波形のサンプルです。サンプリング周波数は48kHz。分解能は16ビットでした。高さ方向が飛び飛びのステップ値になっているのがわかりますが、これが16ビットの最小ステップ(フルスケール65535分の1)に相当します。この場合、反射、残響音がこの1ステップ以下まで小さくなってしまうと、測定は不可能となります。このため当時の先進技術を使った「D.C.S.」の測定でも、ダビングシアターの壁から来るかすかな反射音を必ずしもとらえていませんでした。一方、図5が「HD-D.C.S.」の測定波形のサンプルで、図4と同じ音源を描画したものです。サンプリング周波数は96kHz。横方向に2倍のデータがあります。分解能は24ビット。16ビットの256倍の分解能があります。つまり図4にみられる縦方向のひとつのステップ幅のなかに256のステップがあるのです。これは16ビットのCDの分解能とHDオーディオの分解能の違いと全く同じものです。この分解能で測定して初めてHDオーディオの再生に対して音質的に満足のいく音場設計が可能となりました。実際、測定値はダビングシアターの壁反射音を明確にとらえており、「D.C.S.」に比べて広さ感の再現が著しく向上しました。



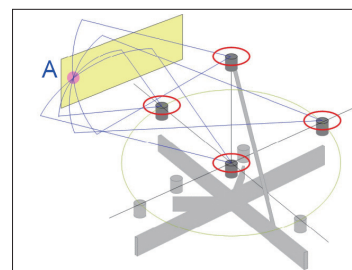
●写真2: 左) 新開発された近接8点マイク
右) 8点マイクの頂点に取り付けられた小型マイクカプセルのアップ



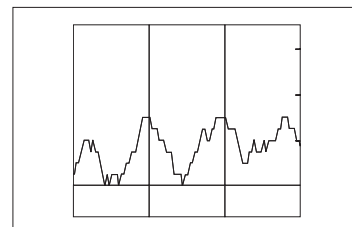
●図1: 近接8点マイクによる実際の測定波形例



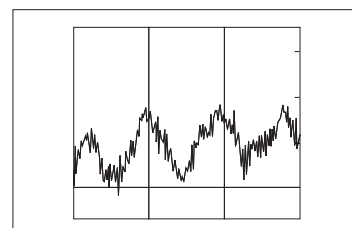
●図2: ひとつの4点マイク構成で音をとらえている様子



●図3: もうひとつの4点マイク構成で音をとらえている様子



●図4: 「D.C.S.」時代の測定波形の分解能



●図5: 「HD-D.C.S.」以後の測定波形の分解能

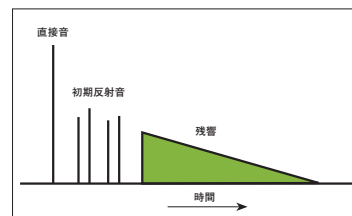
◎反射と残響の解析

映画館やホールの音場は初期反射音群と残響との組み合わせで、その特徴を理解できます。まず音源から直接音が放射されると、壁や床などで音が反射します。1回から数回までの範囲を初期反射といいます。映画館では壁が吸音性になっているので、通常反射は1回までが主流です。この初期反射音は映画館の広さを感じさせます。これに加えて天井に反射した後、壁に反射する2回反射音も大きく、映画館の音の高さを感じさせます。初期反射音と交代して出現するのが、壁や床、天井を何度も反射して作られる残響音です。残響は映画館の音に潤いやダイナミズムを与えると同時に、映画館に独特なリッチな低音を作りだします。また残響には方向感はほとんどない(わからない)という特徴があります(図6)。この初期反射と残響は、8点マイクの測定結果から詳細に解析されます。図7はフロントRスピーカーから放射された音の初期反射音の解析結果です。壁からの1回目、および2回目までの反射音の解析結果を3D表示しています。また解析と同時に壁より近い反射音は取り除いてあります。壁より近い初期反射は、音色を若干変えますが、広さ感などの映画館らしさの特徴再現には役に立たないため、再現する必要がないからです。図でわかる情報は、たとえばスクリーン左の赤い点は、スピーカーからの直接音を意味します。その左上のオレンジの点は、スピーカーから左壁に反射してリスナーに到着した反射音です。右方向の黄色い点は右壁からの反射。左後方の青い点は天井から後ろの壁と2回反射したものです。このように3D表示により反射音の状況が視覚的によくわかります。図7はフロントRチャンネルの例ですが、このような解析結果がすべてのチャンネルのスピーカーごとに存在します。「HD-D.C.S.」では、この初期反射から映画館を特徴づける成分を選択して再現します。反射音は測定されたすべてを再現できるわけではありませんから、その取捨選択が重要な要素となりますが、いずれにしても、この3D解析により初めて可能となりました。図8は残響部分の測定結果です。残響特性は各チャンネルから出たものがほとんど同じ形になる特徴があります。チャンネルごとに多少の差はありますが、全チャンネルの平均データで代表することで映画館の特徴をよく再現できます。図8からわかることは1kHzの残響が0.5秒以下で終わっていることです。映画館の平均的残響時間は0.3~0.5秒ですが、まったく残響がないわけではなく、かといって0.5秒を超えないというのが映画音響を決定的に特徴づけています。また図8からは、100Hz以下の低域で残響時間が非常に長いことがわかります。これは映画館内の定在波で発生するものです。この特性から映画館は低域が非常にリッチに響くという特徴があることがわかります。以上のように中域から高域の残響時間が短く、低域の残響が長いことが映画館の残響の特徴とわかりますが、これが「HD-D.C.S.」の映画館再現ポイントのひとつになります。

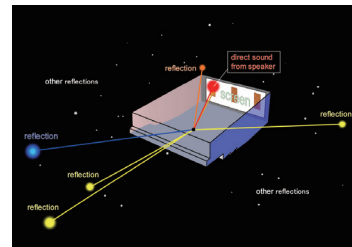
◎「HD-D.C.S.」への反映

「HD-D.C.S.」は、これまで解説してきた初期反射と残響をDSP上で再現するプログラムです。図9の緑地部分がDSPで、「HD-D.C.S.」は4個のブロックで構成されています。ふたつの赤いブロックが「HD-D.C.S.」の本体です。ひとつは「シネマHDリフレクション部」。もうひとつが「シネマHDリバーブレーション部」です。前者は初期反射音をソースチャンネルごとに立体音として生成します。後者は周波数特性を持つ複雑な残響生成アルゴリズムで、映画館独特の残響や音楽ホールの残響を精度よく再現します。ふたつの赤いブロックの出力とオリジナル信号は、最後のマージブロックで混合され、9.1チャンネルの立体音信号となります。したがって音源が5.1チャンネルでも映画館の反射残響成分は9チャンネル独立に生成されます。

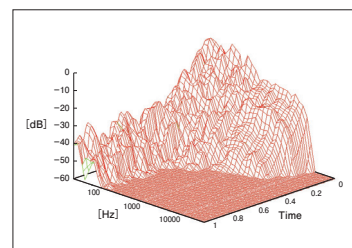
「HD-D.C.S.」の映画館音場再現の特徴は、まずその広大な空間の広さ感にあります。これはターゲットシアターが非常に大きな映画館で、その初期反射をよく再現した結果です。ご家庭のホームシアターが大きな映画館を感じさせる大空間に入れ代わるのは劇的な変化と言えます。もうひとつの特徴は、低域がリッチで中高域の適度な残響にあるでしょう。映画館では登場人物とスクリーンとの距離感を残響量で表現するのが普通です。遠い人物には多めの残響を付けるのは当然ですが、問題は近距離にきた人物です。ホームシアターでは時として近距離の人物のセリフが過剰にドライに感じることがあります。たとえば遠方から画面位置まで人物が移動したとき、まるでカットアウトしたように残響がなくなる不自然さはよく経験するものです。実はこのようなシーンでも映画館では不自然さはありません。それは映画館には常に0.3~0.5秒の残響があるからです。遠景には電氣的に残響を付加し、近距離の音にはまったく残響を付加しないで館内残響だけに任せるような音作りはよく行われます。このため、この0.3~0.5秒の残響がないホームシアターではとても不自然に聴こえるのです。また、映画館とホームシアターでは都会の雑踏のシーンや衝撃音、爆発音などの迫力が随分と違うものですが、これは映画館では低域残響がさらにリッチなのに対してホームシアターにはそれが存在しないからです。



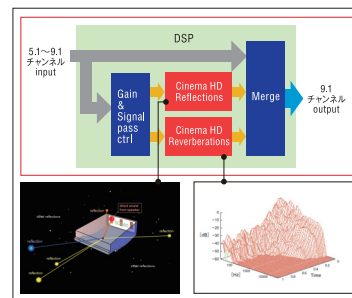
●図6:映画館の反射残響成分



●図7:フロントRスピーカーからの反射音の測定例



●図8:残響測定結果



●図9:「HD-D.C.S.」のブロック図

図10はホームシアターの残響の例です。残響はよくコントロールされていて0.2秒以下と短くなっています。ピュアオーディオにも適したリスニングができる特性です。このような部屋では映画の音自体に残響が入っている部分では映画的な音がしますが、近接音は過剰にドライに聴こえます。また低域の迫力は不足気味となります。これより残響時間が長いリスニングルームでは特定の周波数の残響が長くなる、いわゆる「家庭的な残響」となります。残響の特性でわかりにくい欠点としては、壁との距離が短い近接反射音が多くなるため、部屋が狭い感じがしてしまいます。図11は同じ部屋で「HD-D.C.S.」を使用したときの残響特性です。中域の残響がまず0.3秒以上まで増加し、近接音の過剰なドライ感がなくなり、映画の音の遠近感が素直になります。また残響付加にありがちな高域の過剰な残響感はまったくなく、映画館の特性に近似しています。特筆すべきは低域の残響で、100Hz付近の残響が0.6秒を超えています。このような残響特性で映画を鑑賞すると、まさに映画館で聴き覚えのあるリッチな響きをきっと思い出すでしょう。試しに「HD-D.C.S.」をOFFにしてみると、とても寂しい音に感じ、すぐにまたONにしたいくなるでしょう。

このように「HD-D.C.S.」は、最新の測定技術と音場解析技術に支えられた高精度な音場処理によって、大きな映画館の広いスペース感、映画の演出をリアルに再現する中高域の適度な残響、映画に迫力と厚みをもたらす低域のたっぷりの残響をホームシアターにもたらしめます。

◎ソニー・ピクチャーズ エンタテインメントのダビングエンジニアの協力を得たチューニング

「HD-D.C.S.」は、これまで解説してきた測定と解析をベースに構築されますが、その際、人間の耳による調整を入念に行っています。それがなくなる理由としては、測定で得られる反射音は無限にあります。そのすべてを再現できないので、映画館を特徴づける要素を探しだす必要があること。反射、残響音の再現に使うスピーカーの数も最大9チャンネルという制約があり、あらゆる方向から到来する反射音を直接その方向のスピーカーで再現できるわけではないためです。

「HD-D.C.S.」は、人間の耳による調整を、ソニー・ピクチャーズ エンタテインメントで実際に映画の音を編集しているダビングエンジニアの協力を得て行いました。実際にこの調整には、多くのダビングエンジニアが参加し、その意見が反映されています。実際にケリーグラントシアターでのダビング経験の多い中心的エンジニアが東京でのチューニング作業に直接参加し、自身がダビングを行った作品を再生しながら、ダビングシアターとホームシアター環境との音の違いを指摘。「HD-D.C.S.」のプログラムをそれに対応して調整していくことで、両者は限りなく相似形になっていきました。具体的に行われた作業としては、(1)測定されたデータの取捨選択を行うこと (2)反射音の方向と強度を実際にダビングシアターで聴こえる音に合わせる (3)広さ感をダビングシアターの環境と相似にすること (4)反射、残響音に問題があればその指摘を受け修正すること 等々、多岐にわたります。こうした調整、修正を経て、ついにダビングシアターを元にした映画館らしい音が姿を現しました。完成した「HD-D.C.S.」は、まさに「聴き覚えのある、映画館のあの音」です。映画の音を一番よく知っているハリウッドのサウンドエンジニアの協力で、家庭でリアルな映画体験ができるようになったのです。

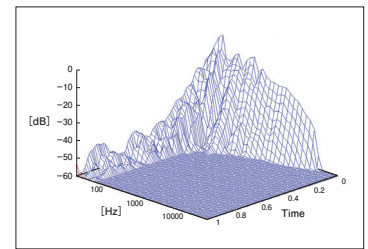
◎好みに合わせて選べる3タイプを用意

「HD-D.C.S.」には、ケリーグラントシアターの反射音と残響音をそのまま再現する「シアタータイプ」を含めて3つのタイプを用意しています。「シアタータイプ」は、ダビングシアターの実測値と同等の残響音を付加します。一般家庭のシアタールームで、聴き覚えのある「映画館の音」が再現できる標準的なタイプです。音量を絞ってもセリフが聴きやすい特長があり、夜間の映画鑑賞にも適しています。「スタジオタイプ」は、実測値より少ない残響を付加します。細かい音は聴きとりやすいま、サウンドエフェクトの迫力を映画館に近づけます。「ダイナミックタイプ」は、実測値よりも多い残響量を付加します。映画館の残響の基準が決まる前の古い時代の映画館らしさを再現したもので、思い出深い過去の名作の作品などを愛着深く楽しめるモードです。

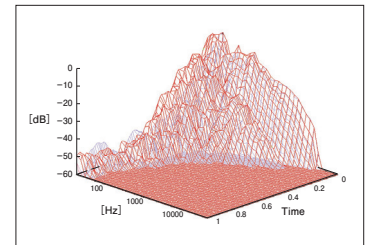
◎デジタルシネマの音質を家庭にもたらし

「HD-D.C.S.」は従来のDVDソフトやデジタル放送の映画番組に対しても有効に機能します。なぜなら、「HD-D.C.S.」は純粋に音の良い映画館を再現する技術で、特異な音場を勝手に作るものではないからです。映画フィルムの音質はDVDの音質より劣ります。しかし映画館には映画館らしい音があります。「HD-D.C.S.」はDVDソフトやデジタル放送の映画番組の音を映画館の音に近づけてくれるのです。

とはいえ、「HD-D.C.S.」の良さは、HDオーディオとの組み合わせにおいて最高に発揮されます。その音質はデジタルシネマそのもの。デジタルシネマではHD映像のプロジェクションに非圧縮PCMの音声が含まれて上映されます。ブルーレイディスクソフトと「HD-D.C.S.」の組み合わせは、まさにデジタルシネマの映画館の音を家庭にもたらしけるのです。



●図10: ホームシアターの残響の例

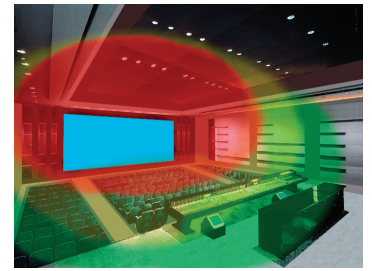


●図11: 「HD-D.C.S.」を適用したホームシアターの残響の例

9.1チャンネル処理により音場の高さを再現。3Dコンテンツの音場にも適した「HD-D.C.S.」

◎フロントハイスピーカーを使うことにより、高さ方向の音場を再現

「HD-D.C.S.」も9.1チャンネル音場処理により、フロントハイスピーカーを組み合わせ、高さ方向の音場再現ができます(図1)。他の音場モードと同様に、フロントハイスピーカーを使わない場合などは、フロントハイチャンネルのON/OFFが可能です。「スピーカーリロケーション with A.P.M.」を使うことにより、サラウンドバックスピーカーを仮想的に生成できますので、内蔵の7.1チャンネルアンプだけでもフロントハイスピーカーを使えば実質的に9.1チャンネルの音場を再現できます。

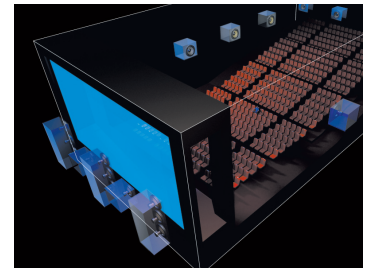


●図1:フロントハイスピーカーを使った「HD-D.C.S.」の音場再現イメージ

◎画面と音のミスマッチングを解消

残響や反射音といった響きの違いのほか、映画館とホームシアターにはもう一つの大きな違いがあります。それは映画館ではスクリーンの裏にフロントL/Rとセンターのスピーカーがあるということです(図2)。スクリーンには細かい穴が無数に開いていて、音はスクリーンを透過して聴こえてきます。スピーカーの高さは、画面の上から1/3程度。つまり、割合高い位置に設置されています。このような構造のため、映画館ではスクリーン内に音を納めるのはとても簡単で、実際そのように音が作られています。しかし、ホームシアターのスピーカーはフロントL/R用のスピーカーはスクリーンの横に置けるとしても、センタースピーカーはスクリーンの下に設置するのが普通です。もちろんフロントL/R用のスピーカーを高い位置に置くことは可能ですが、ステレオ音楽再生との兼ね合いもありあまり高くは設置できません。また無理に設置してもセンタースピーカーとのつながりが悪くなり違和感を生じます。その結果、セリフや効果音が下から聴こえてくるなど前側の音の低さが目立ってしまう傾向があります。

「HD-D.C.S.」では、フロントハイスピーカーを使うことで、こうしたスピーカー配置の違いによる画面と音のミスマッチングを解消。従来難しかった「画面内の音が画面内から聴こえる」ことが実現できました。また、画面方向からの音の吹き出し感や高さ感も映画館と同等になります。つまり、スクリーン面全体から迫力ある映画サウンドが飛び出してくるような音場モードともいえます。



●図2:映画館におけるフロント、センタースピーカーの配置例

◎最新の3D映画の音場再現にも最適

「HD-D.C.S.」は近年公開が増えている3D映画独特の表現への優れた対応力が特長です。一般的な映画は、画面外の音、特にサラウンドスピーカーを使って高さ方向の音を積極的に表現しています。スクリーンの外の世界をサラウンドチャンネルの音で表現することで映画全体の世界観を表現していたのです。セリフも残響がサラウンドチャンネルに広げてあることが多く、サラウンドスピーカーを上手に設置すれば、セリフが低い位置から聴こえる不自然さは軽減されます。

ところが3D映画の場合は、画面内に視線が強く注力されることに対応するためか、音がスクリーン内を中心に制作される傾向があります。映画館のスピーカーが画面の比較的高い位置にあることを利用して、スクリーン内だけで高さ感を表現することが多くなるようです。サラウンドスピーカーは高さの再現には使われず、画面から音が飛び出したときにそれを補助するように使われるケースが多くなります。したがって3D映画ではサラウンドスピーカーが高さ感に積極的に関与しないケースが出てきます。この場合、ホームシアターではスピーカー位置が低いことが原因で、音の高さ感が不足するケースが多くなります。

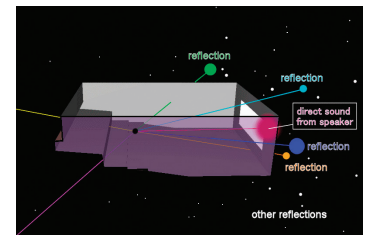
フロントハイスピーカーを使わない5.1/7.1チャンネル再生でも、ある程度高さは再現できますが、より十分な高さ表現ができれば理想的です。そこで、「HD-D.C.S.」により、映画館の画面内の音の高さを直接再現できるようにしたのです。なお「HD-D.C.S.」はスクリーン方向の立体感を再現するものなので、3D映画だけでなく、従来の2D映画でもより迫力のあるスクリーンイメージが得られます。3D映画はもちろん従来の映画でも、常時ご利用いただけます。

◎映画館の高い位置からの反射音成分を取りだし、フロントハイスピーカーで再現

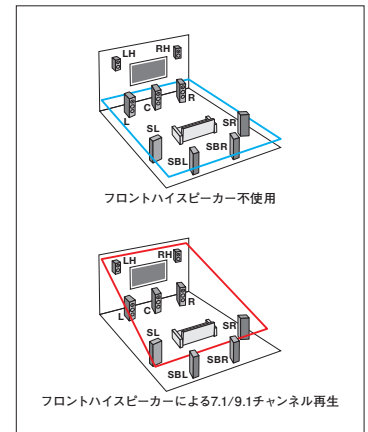
「HD-D.C.S.」はフロントハイスピーカーを利用した、新しい映画館の音場再現技術です。ここではフロントハイスピーカーからどのような成分を出しているのかを解説します。すでに触れたように、映画の音作りはスクリーン裏側の高めの位置に置かれたスピーカーを前提として、編集作業によりさらに高い位置や低い位置に音源位置を感じさせるようにできています。そのためには、単独のスピーカーからなにも工夫しないで出した音が、画面の高い位置に来なくてははいけません。人間は映画館内の天井や壁の比較的上方からの反射音により、このスピーカの高さを直接感じることができます。その環境でダビングされた映画の音は、同じ環境の映画館では同じ表現として再現されます。

これに対して、ホームシアターのスクリーン内の音の高さは一般的に映画館より低い位置に定位させているのが普通です。この問題を解決するには、フロントスピーカーを実際に映画館で存在する位置に感じる必要があります。「HD-D.C.S.」は、フロントハイスピーカーを利用して高い位置からの反射音を再現し、映画館と同じ画面内の立体感を表現できるようにしたものです。その反射音を得るために、開発陣は、再びダビングシアターで測定したデータの詳細な分析データを見直しました。

図3はフロントRチャンネルの例ですが、結論からいうと、かなりの反射成分が高い位置から来ていることがわかりました。まず紫色のRチャンネルの直接音に注目すると、スクリーンの右上の比較的高い位置にスピーカーが設置されていることがわかります。青の反射音と緑の反射音は左右の壁から来る第一反射音です。水色の反射音も第一反射音で天井からのものですが、比較的音量が小さいことがわかります。これは天井からの反射音が強いとセリフの明瞭度が悪くなるため、天井の吸音が強めになっていることを意味します。これらの反射音は、従来は7チャンネルの各スピーカーに振り分けて再生していました。これを「HD-D.C.S.」では、フロントハイL/Rチャンネルを追加することで高さ成分を十分に表現でき、ダビングシアターのフロントの高さの立体感をよく再現できるようになったのです。つまり、「HD-D.C.S.」による高さ感の表現は、無理に作り出したものではなく映画館で実際に起こっていることを再現するものなのです。セリフや効果音がスクリーンから飛び出してくる感じは、まさに映画館音場の再現。したがって2D映画でも、もちろん自然な音場効果を得られます。しかしとりわけ3D映画に対しては、深刻な高さ感不足を解消して、映画が持つ本来の表現の再現に威力を発揮してくれます。なお、フロントハイスピーカーを使用しない通常の5.1チャンネル/7.1チャンネル再生の場合は、高さ方向の音場は再現されず、映画館の広さ方向だけを再現します(図4)。



● 図3: フロントRチャンネルの直接音と反射音成分の解析データ



● 図4: スピーカーパターンによる「HD-D.C.S.」の動作の違い

2つのDAコンバーターの並列駆動により

ノイズや振動の影響を低減した「パラレルDAコンバーター」と、音質に悪影響を与えるクロックの揺れ(ジッタ)を低減するため、より純度の高いクロックで動作する「ダイレクトクロッキング・コンストラクション」

TA-DA5700ESは、現在の主要なソースであるデジタル信号をさらに高音質化するため、その根本であるDAコンバーターを改良。2つのDAコンバーターをパラレルに使用することで、より精度の高いDA変換を実現。さらに、音質劣化の原因となるジッタの影響を最小にする「ダイレクトクロッキング・コンストラクション」により、S/Nや信号の音の純度をいっそう高めています。

DAコンバーターの改良やデジタル系回路の見直しにより、高音質化を追求

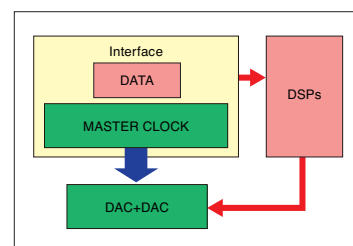
◎大幅に改良されたデジタルオーディオ基板

主要なAVソースがデジタル化された現在では、ほぼすべてのリスニングにおいて内蔵のDAコンバーターの音を聴いていることになります。そのため、DAコンバーター部分の音質が良いことはとても重要です。DAコンバーターの音質を向上するには、DAコンバーター用ICの性能がもちろん大切です。ソニーでは、従来から一貫して優れたDAコンバーターを採用してきましたが、TA-DA5700ESではその使い方においても大きな改良を加えました(図1)。それが「パラレルDAコンバーター」の採用と、「ダイレクトクロッキング・コンストラクション」という配置上の改良です。

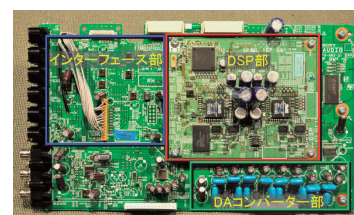
◎ダイレクト・クロッキングコンストラクションと電源の強化

まず、DAコンバーター部が搭載されているデジタルオーディオ基板を見てみましょう。写真1はTA-DA5600ESのデジタルオーディオ基板です。青枠がインターフェース部、赤枠がDSP部、そして緑枠がDAコンバーター部です。「H.A.T.S. for HDMI」や「ジッタエリミネーション回路」など、従来から改良を重ねてきましたが、各回路ブロックの配置はこの10年の間ずっと変わりませんでした。この配置は信号の流れに沿ったオーソドックスな構成だったといえます。

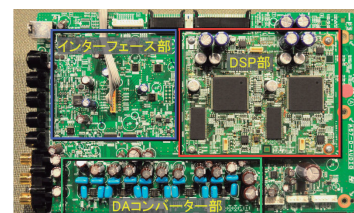
写真2がTA-DA5700ESのデジタルオーディオ基板で、長い歳月を経てついに大幅な改良を加えました。一目でわかるのが、緑枠のDAコンバーター部を青枠のインターフェース部の直下に移動したことです。これがクロックジッタの大幅な改善となります。そのほかの改良は主に3点です。1つめは、DAコンバーター部にある水色のコンデンサーが16個から20個に増えていることからわかるように、7.1チャンネルから9.1チャンネルへチャンネル数が増えていることです。2つめは各部に配置されているコンデンサー類が大きくなり、数も増えていることです。これは電源がかなり強化されていることを示していますが、特にDSP基板上の円筒形のコンデンサーの数が2倍に増えているのがわかるでしょう。これは2個のDSPにそれぞれ専用の電源を用意し、DSPチップの近くに配置したことによるもので、低ジッタ型ロスレスデコードエンジンがその思想をそのままに、大幅に強化されたバージョンとなっていることを意味します。3つめはDAコンバーター部の大幅な変更です。DAコンバーターがパラレル構成となっていることが大きな進化です。



●図1: デジタル基板内の回路の配置と信号の流れの概略図



●写真1: TA-DA5600ESのデジタルオーディオ基板



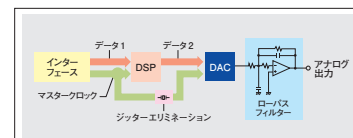
●写真2: TA-DA5700ESのデジタルオーディオ基板

◎チャンネル当たり2つのDAコンバーターを使用するパラレルDAコンバーター

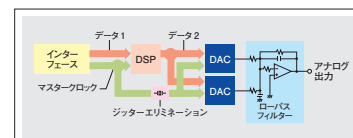
音楽信号を0と1の信号で伝送するデジタルオーディオでなぜ音質が変わるのか不思議に思う人も少なくないと思います。その理由の一つがDAコンバーターの縦軸方向の(アナログ的な)雑音排除能力と、DSPの分解能です。つまりDSPから到来する32ビットデータを何ビット相当まで正確にDA変換できているかの性能です。これを総合的に改善し、限りなく聴感限界に近づける成果がパラレルDAコンバーターです。図2は、従来のデジタルオーディオ基板の構成です。インターフェースは、デジタル音声入力、HDMI、ネットワークからのデータを受け取ります。データ1はリニアPCM、ドルビーデジタル、DTS、AACなどの圧縮データです。データ1はDSPの最初の部分でデコードされ、すべての信号はPCM信号になります。データ2は、PCM信号に「D.C.A.C. EX」の各種音場処理などを施したもので、これがDAコンバーターに入力され、ローパスフィルターを通してアナログ出力となります。ソニーのAVアンプは、従来から音質の良いDAコンバーターを使い、DSPの内部処理もDAコンバーターに合わせた最適化を行うことで、人間の音質検知限界ぎりぎりまで音質の向上を図ってきました。その成果をさらに強化し、限界点を高める処理が、スーパーオーディオCD/CDプレーヤーで搭載実績のある「パラレルDAコンバーター」システムです。

図3は、TA-DA5700ESのデジタルオーディオ基板の構成です。「パラレルDAコンバーター」の原理は簡単で、DAコンバーターを2個同時に駆動して、アナログ信号として得られる成分を2倍にしてローパスフィルターで加算するものです。「パラレルDAコンバーター」のメリットは、まず、DAコンバーターが発生するノイズが原因のS/Nが3dB改善することです。これは信号が加算後に単純に2倍になるのに対して、ランダムノイズ成分は加算しても1.4倍にしかならないことにより得られます。第2に振動の影響が減衰します。DAコンバーターの動作は常に振動の影響を受けます。振動はプリント基板の振動を介して入り込みますが、基板の共振周波数を中心に深刻な影響があります。しかし、DAコンバーターの動作位置が機械的に離れているため、振動の影響は多少なり位相がずれて伝わります。位相がまったくずれていない場合はDAコンバーター1個の場合と同じ結果となりますが、振動の影響はほとんどの場合小さくなります。特に振動の作用が逆方向に働いたときは、振動の影響は相当に排除されます。第3にアナログ回路であるローパスフィルターのS/Nが最大6dB上がります。これはDAコンバーターの信号が2倍になるので、ローパスフィルターの増幅率は半分でよいからです。実際はローパスフィルターが発するノイズはDAコンバーターのそれよりも小さいので、測定上のS/Nはほとんど変わりません。しかしローパスフィルターが周辺から受ける電磁ノイズ由来の影響(聴感上のS/N感や混変調歪みなど)は、増幅率通り半分(6dB改善)になります。

すでに性能の限界に近づいているDAコンバーターの性能を3~6dB向上させるのは至難の業で、「パラレルDAコンバーター」の音質上の有効性は大きなものがあります。その特徴は、まずパワー感が向上することで、これは振動の影響が排除されていることが大きな要因です。また情報量感、分解能(エアー感、小さい音の楽器の聴き取りやすさなど)が向上します。これはS/Nの改善でシステムの実効ビット長が延伸され、またアンプ内の電磁ノイズの排除能力が有効に働いているためです。「パラレルDAコンバーター」は、音質上重要なフロント(L/R)とセンター、サラウンド(L/R)、サブウーファーの5.1チャンネルに適用しています。サラウンドバック、フロントハイは基本となる5.1チャンネルに比べると影響力が小さいので、通常のシングルDAコンバーターで構成しています。



●図2: TA-DA5600ESのデジタルオーディオ基板のブロックダイアグラム

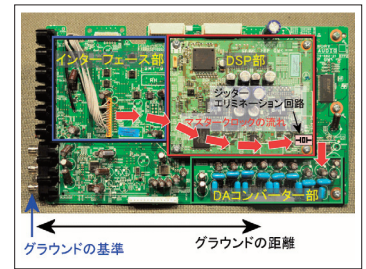


●図3: TA-DA5700ESのデジタルオーディオ基板のブロックダイアグラム

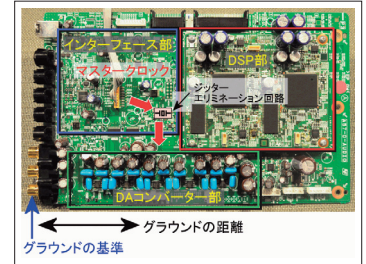
◎回路ブロックの配置の見直しで、クロックジッタを大幅に低減する「ダイレクトクロッキング・コンストラクション」

次に「ダイレクトクロッキング・コンストラクション」を解説します。「パラレルDAコンバーター」が縦軸、つまりデジタル信号の電圧方向を改善するのに対して、こちらは時間軸方向の精度を改善します。CDプレーヤーのオリジナルであるソニーは、初期から時間軸の改善がデジタルオーディオの音質に関わることを提唱してきました。AVアンプにおけるジッタ改善の最近の成果は、「H.A.T.S. for HDMI」(43ページ参照)、「ジッタエリミネーション回路」(39ページ参照)、「低ジッタ型ロスレスデコードエンジン」(36ページ参照) などがありますが、これらも改良しながらTA-DA5700ESに搭載を継続しています。これに加えて、「ダイレクトクロッキング・コンストラクション」では、デジタルオーディオ基板の回路ブロックの配置を改善することにより、大きな成果を得ています。図4はTA-DA5600ESのデジタルオーディオ基板上を流れるマスタークロックの経路です。この構成ではインターフェース、DSP、DAコンバーター部が信号順に並んでおり、問題を起こしにくい設計ですが、マスタークロックの経路が基板を横断している欠点を持っています。特にクロックを乱す最大の要因であるDSP基板の下を通っており、DSPが別基板になっているとはいえ、影響は皆無とはいえませんでした。そこで「ジッタエリミネーション回路」をDAコンバーターの直前に装備し、ジッタを一気に除去する設計になっていました。

そして、図5がTA-DA5700ESのデジタルオーディオ基板です。配置の変更による最大のポイントは、マスタークロックとDAコンバーター回路が「ジッタエリミネーション回路」をはさんでほとんど直結されたことです。TA-DA5700ESでのクロックの経路はDSP基板から十分に距離を置いています。このためジッタの発生はとて小さくなり、振動などによる影響も小さくなりました。DSPから離れたことが大きな要因ですが、伝送距離もインターフェースから「ジッタエリミネーション回路」までを1/10以下に短縮されています。また、DAコンバーター回路がグラウンドの基準であるバックパネルに近いということも重要です。デジタルオーディオ基板はDSPを代表とする好ましくない電流リターンがたくさんあり、その経路はDAコンバーター回路とは分離されていますが、DAコンバーターのデジタル側とアナログ側に電位差ができるので、その影響はゼロではありません。TA-DA5700ESではデジタル側とアナログ側のグラウンド電位差が小さくなったという意味でも進化を遂げています。「ダイレクトクロッキング・コンストラクション」による音質の改善は、歪み感、ノイズ感の少ない音色の美しさにあります。PCM信号は「2の補数」で作られています。アナログ的にみると音楽信号成分を強く歪ませたような成分を大量に含んでいます。特にDSPはその状態で大量の演算を行うため、音質上注意が必要ですが、TA-DA5700ESの配置はその影響から逃れる最大の解決策といえるでしょう。



●図4: TA-DA5600ESのデジタルオーディオ基板とクロックの経路



●図5: TA-DA5700ESのデジタルオーディオ基板とクロックの経路

◎参考:ジッタは波形を変える!?

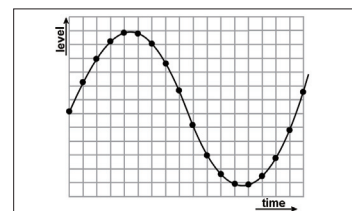
「デジタルオーディオは音質が変わるはずがない」。かたくなにそう信じている人がいるようです。数字になっているのにどうして音が変わるのだというわけです。デジタルオーディオ機器では、DAコンバーターの後に普通のアナログ回路が付随します。真空管とトランジスタで音が変わるのなら、同じようにアナログ変換後も音が変わります。しかし、DA変換の善し悪しは、もっと大きな差を生みます。ここでは、ジッタで波形が変わってしまうことを簡単に説明します。まず、デジタルオーディオの波形がどのように組み立てられるかを考えてみましょう。

図6はデジタルオーディオ波形をグラフで示したものです。●はデジタルデータのあるところです。縦軸は電圧です。これはデータに基づいてDAコンバーターが生成します。最近のDAコンバーターICは性能がよく、かなり正確に再現できます。人間は縦軸方向の歪みは、滑らかなものなら1%くらいずれても検知できない、あるいはむしろ心地よく感じてしまうことがありますので、縦軸方向の精度は十分にあるといえます。もし、データが増加したのに電圧が逆に(部分的に)低くなるという歪みがあると、これを人間は簡単に検知してしまいます。このような状態を「モニタシティーがない」といいます。特にプラスマイナスの中間の0ボルト付近で起こると敏感で、これをゼロクロス歪みといいます。しかしこれらは20世紀に開発された1ビット系DAコンバーターの登場でまったく問題なくなり、事実上電圧方向の歪みはなくなりました。

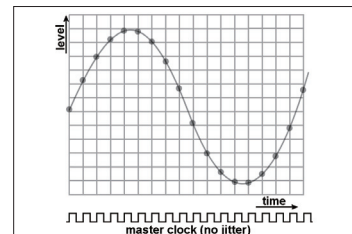
では、横方向(時間方向)はどうでしょう。上の図の●はすべてが縦線の上に乗っています。この縦線が等間隔のときに、はじめて正確な波形が作られます(図7)。この縦線は必ずしも正確に刻まれているわけではありません。マスタークロックというアナログ波形で作られます。グラフの下に示したジグザグの波形がマスタークロックで、この波形はCDプレーヤーやAVアンプが電子回路で作ります。まったくデジタル的なものではありません。オーディオ機器による音質の差は、このマスタークロックというアナログ波形にかなり影響されるのです。図8の赤い波形は、黒い波形と同じ周波数ですが、部分的に早くなったり、遅くなったりしています。マスタークロックが前後に揺れているわけです。これをジッターといいます。アナログ放送はもう終わってしまいましたが、アナログ放送で画面が横に揺れるのを見た経験がある人は少なくないでしょう。これは画面の左端にある垂直同期信号というクロックが揺れることで起こり、ジッタとは本来この現象につけられたビデオ用語でした。クロックが揺れてしまった場合、DAコンバーターはそのクロックに忠実に電圧波形を作ります。その結果出力されたアナログ信号波形が図9です。数字と電圧の対応は完全に一致しているのに、波形は元と違ってきます。つまり、デジタルオーディオは簡単に歪むのです。

デジタルオーディオのジッタの原因はいろいろあります。ひとつは、2の補数で作られるデータ信号のエッジノイズがクロックに重なって、その立ち上がりや立ち下りのタイミングをずらすものです。2の補数は、大半の部分がサインビットといって、波形の正負に応じた変化をします。つまりデータというデジタル波形は、アナログ的には「楽音波形を強烈にクリップさせた歪み波にノイズを加えたもの」という性質を持っています。またサインビットの長さ(つまりデータの頭、また尾からPCMの数値本体が現れるまでの部分の長さ)は、音量の対数(dB)に比例した時間だけ遅れたところにあります。これは音量ごとに妨害の発生の仕方が変化することを意味しますが、よくないことに音量が小さいときはサインビット部分が長く、歪み率が高い(数百%にも及びます)ことも問題です。したがって、すべてのデジタルデータ波形はノイズ源であるといえますが、最大の勢力を持つのが、2の補数で数値演算を行うDSP周辺です。「低ジッタ型ロスレスデコードエンジン」がDSPエンジン内に電源ブロックを持つのは、このノイズが外の電源に広がるのを防止するためです。そして、ノイズは電源やグラウンド回路を伝送路として基板内に伝播し、クロック信号経路にまで入り込み悪影響を及ぼします。そして困ったことにグラウンドや電源は振動により伝送路としての伝達タイミングが変化するので、そのため、ノイズがエッジと近いところにあると、ノイズとエッジが重なったり外れたりするため、機械振動の影響は想像以上に極端に現れます。

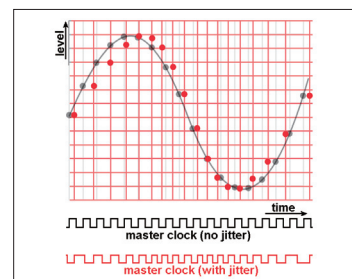
以上のようにクロックの変形は比較的簡単に発生しますが、マスタークロックへのノイズの重なりを避けることで対策ができます。実はノイズの混入によるジッタは、マスタークロック生成を行う水晶発振器の周辺でも起こります。それも深刻に起こります。なぜなら水晶発振器は比較的インピーダンスの高い回路であり、静電結合によりノイズが入りやすいからです。このためTA-DA5700ESでは、HDMIインターフェースのマスタークロック生成回路に水晶と発振器アンプを1個の缶に封入した「水晶発振器」を使うなどの工夫をしています。写真3はTA-DA5700ESのデジタルビデオ基板の一部ですが、この中央に写っている四角い部品が、ハイインピーダンス部分を缶詰にした水晶発振器です。TA-DA5600ES以降から採用していますが、特に低ジッタ用に開発されたもので、きわめて優れた性能を発揮します。水晶発振器によるジッタの発生状況を測定してみると、一般的な水晶発振器では、なにも外来ノイズがない状態で測定で、2.25ナノ秒のジッタ幅を持っています(図10)。それでも裸の水晶振動子と増幅器を基板上で発振させるよりは一桁小さい値です。図11が低ジッタ型の水晶発振器のもので、ジッタ幅は0.53ナノ秒と数分の一になっています。このジッタ自体を人間が識別できるとは思えませんが、聴感上の性能には大差があり、振動や電気ノイズに強い回路構成とした低ジッタ型のデジタルオーディオ基板の開発が高音質にも通じたと言えるでしょう。



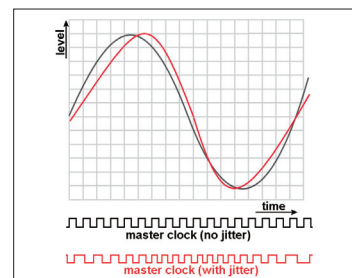
●図6: デジタルオーディオ波形をグラフで表したものの



●図7: 正確なクロックで刻まれたデジタルオーディオ波形



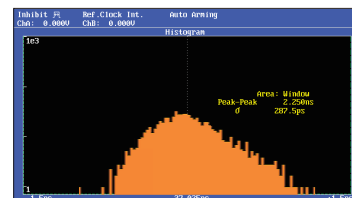
●図8: ジッターを含む不正確なクロックで刻まれたデジタルオーディオ波形



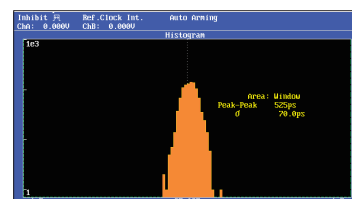
●図9: 正確に変換されたアナログ信号波形とジッターにより変形したアナログ波形



●写真3: TA-DA5700ESに使用されている水晶発振器



●図10: 一般的な水晶発振器のジッタ発生状況



●図11: TA-DA5700ESで使われている水晶発振器のジッタ発生状況

「観る」、「聴く」といった目的別でコンテンツを選べる、直感的操作の新GUIメニュー、スマートフォン用アプリにより、快適に本機を操って、コンテンツを楽しめます。

入力ソースの切り替えや、音場モードの変更から、自動音場補正機能「D.C.A.C.EX」を使った初期設定まで、わかりやすい操作で行える新デザインのGUIメニューを採用。

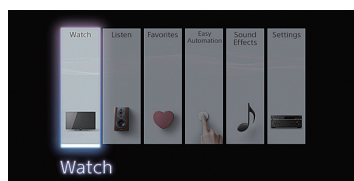
さらに、スマートフォン用アプリにより、タッチ操作で快適に、豊富な機能をコントロールすることも可能。

TA-DA5700ESの持つ多彩な機能を、より手軽にお使いいただけます。

新デザインのGUI(グラフィック・ユーザー・インターフェース)

◎目的別にコンテンツを選べる直感的なGUI

TA-DA5700ESで採用された新GUIについて解説します。「観たい」(Watch)、「聴きたい」(Listen)という自分のやりたい事からコンテンツを選択できる目的別のメニューを採用(写真1)。美しいグラフィックでわかりやすく表示しているので、選択したいコンテンツや機能をすばやく呼び出せます。続いてそれぞれの機能を詳しく紹介します。まずは、初めて使用するときの「Easy Setup」です。アンプの基本的な設定であるスピーカーの設定や「D.C.A.C. EX」による測定および音場設定を、ガイド付きのわかりやすい画面で行えます(写真2)。続いて、ネットワーク接続の確認と設定を行うことで、ネットワークのストリーミングサービスやNAS(ネットワーク接続型HDD)経由での音楽再生など、ネットワーク経由でコンテンツを楽しめます。「Easy Setup」で最初に設定した内容を変更したい場合には、メインメニューにある「Settings」の「Easy Setup」から変更できます。



●写真1:TA-DA5700ESの新GUI(メインメニュー)



●写真2:D.C.A.C.EX測定実施後の状況確認画面

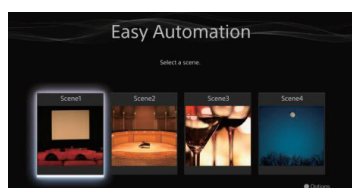
◎メインメニューの各項目について

メインメニューから選択できる各項目について紹介します。

「Watch」メニュー(写真3)では、TA-DA5700ESに接続されている映像機器のAVコンテンツや写真、または〈ブラビア〉ネットチャンネルの映像、写真コンテンツが選択できます。「Listen」メニューは、音声のみのコンテンツの選択画面です。TA-DA5700ESに接続されたCDプレーヤーなどの音楽ソース、または〈ブラビア〉ネットチャンネルやホームネットワークの音楽コンテンツが選べます。「Favorites」では、インターネットサービスから気に入ったものを登録し、手軽に呼び出せます。最大18のサービスを登録でき、アイコンを選択するだけで目的のインターネットサービスを利用できます。「Easy Automation」(写真4)は、普段からよく使うAVアンプの設定や操作を登録しておくことで、複数の操作をワンタッチで実行します。合計4つの設定・操作(Scene)を登録でき、手軽に呼び出せます。本体およびリモコンにはScene1/2のためのダイレクトボタンも用意しました。これにより、GUIメニューを呼び出すことなく、ワンボタンでいつも使っている設定・操作を実行できます。「Easy Automation」で設定できる項目は、入力／ボリューム／スリープ／自動音場補正タイプ／サウンド・オブティマイザー／サウンドフィールド／サウンドフィールドモード／イコライザー(各チャンネル)／HDMI出力／AV Sync／D.L.L.の14項目です。



●写真3:AV機器や動画、静止画コンテンツを選択できる「Watch」メニュー



●写真4:ワンタッチでよく使う設定・操作を呼び出せる「Easy Automation」メニュー

◎手軽に好みの音場モードを選ぶ「Sound Effects」

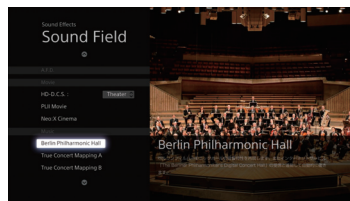
「Sound Effects」メニューでは、音場モードの選択や音場設定について選択できます(写真5)。サウンドフィールドの選択では、本体やリモコンと同様に、2CH/A.DIRECT、A.F.D.、MOVIE/HD-D.C.S.、MUSICの4つの項目に分類され、目当ての音場モードがすばやく探せます(写真6)。音場モードにはそれぞれのイメージがわかりやすいようなグラフィックも表示されます。音場のイメージを視覚的に伝え、コンテンツに応じてさまざまな音場を楽しんでいただけます(写真7、8)。このほか、「サウンド・オプティマイザー」のON/OFF、自動音量調整のON/OFF、Calibration Typeの変更、そしてスピーカーリロケーションのON/OFFもここから選択できます。



●写真5:「Sound Effects」のトップ画面



●写真6: 音場モードの選択画面「HD-D.C.S.」



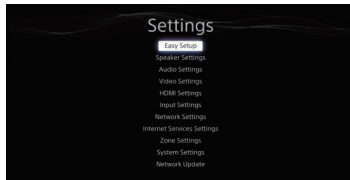
●写真7: 音場モードの選択画面「ベルリン・フィルハーモニック・ホール」



●写真8: 音場設定の画面「サウンド・オプティマイザー」

◎詳細な設定が行える「Settings」

最後の「Settings」メニューでは、TA-DA5700ESに関するすべての機能の詳細な設定ができます(写真9)。スピーカー設定をはじめ(写真10)、数々の高音質機能やHDMI設定のほか、接続した機器の映像／音声の割り当て設定や、ネットワークを使ったファームウェアのアップデートなどが行えます。



●写真9: さまざまな設定が行える「Setting」メニュー

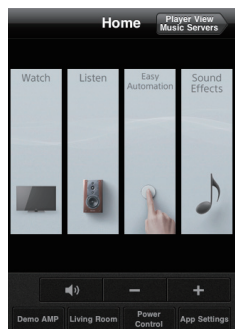


●写真10: スピーカー設定の画面例

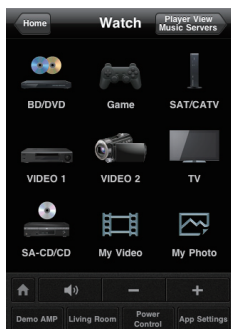
スマートフォンを使って、リモート操作が行える「ES Remote」

◎GUIメニューと同じデザインで、快適にタッチ操作が可能なアプリ

アンドロイド端末やiPhone[®]などのスマートフォンを、ソニー製マルチチャンネルインテグレートアンプのリモコンとして使用できる「ES Remote」に対応。「ES Remote」には、アンドロイド端末用と、iPhone/iPod touch用の無料アプリがありますので、いずれかを使っている方ならば、手でスマートフォンの画面を見ながら快適に操作できるようになります。「ES Remote」のデザインは本体と共通のデザインを採用していますので、美しいグラフィックとわかりやすい操作でお使いいただけます(写真11、12)。



●写真11:「ES Remote」のホームメニュー



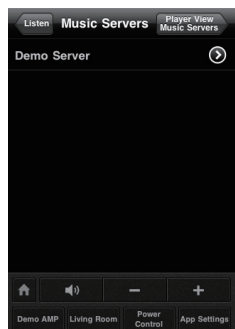
●写真12:「ES Remote」のWatchメニュー



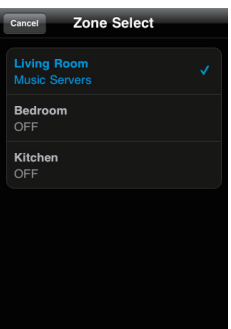
※こちらからダウンロードできます

◎視聴しながらのコンテンツ検索など、便利な機能を用意

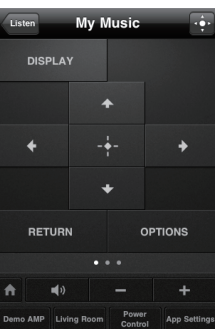
お手持ちのスマートフォンの画面を見ながら操作できる「ES Remote」は、本体GUI同様のメニュー操作をはじめ、数々の特長を備えます。テレビ画面のGUIメニューを使わずにスマートフォンの画面を見ながら操作可能。また、DLNAサーバー機器内のコンテンツを手元で探せます(写真13)。マルチゾーン再生機能を利用している方は、2ndゾーンに設定した部屋から別室にあるTA-DA5700ESの遠隔操作が可能です(写真14)。このほか、カーソルキー表示やUSBコンテンツやDLNAコンテンツの再生操作用の画面も用意されているので、視聴したいコンテンツに応じて快適な操作ができます(写真15、16)。



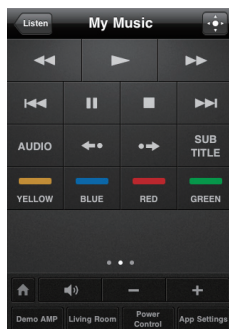
●写真13:「ES Remote」のサーバー画面



●写真14:「ES Remote」のゾーン切り替え画面



●写真15:「ES Remote」のカーソル画面



●写真16:「ES Remote」のUSBコンテンツ操作画面

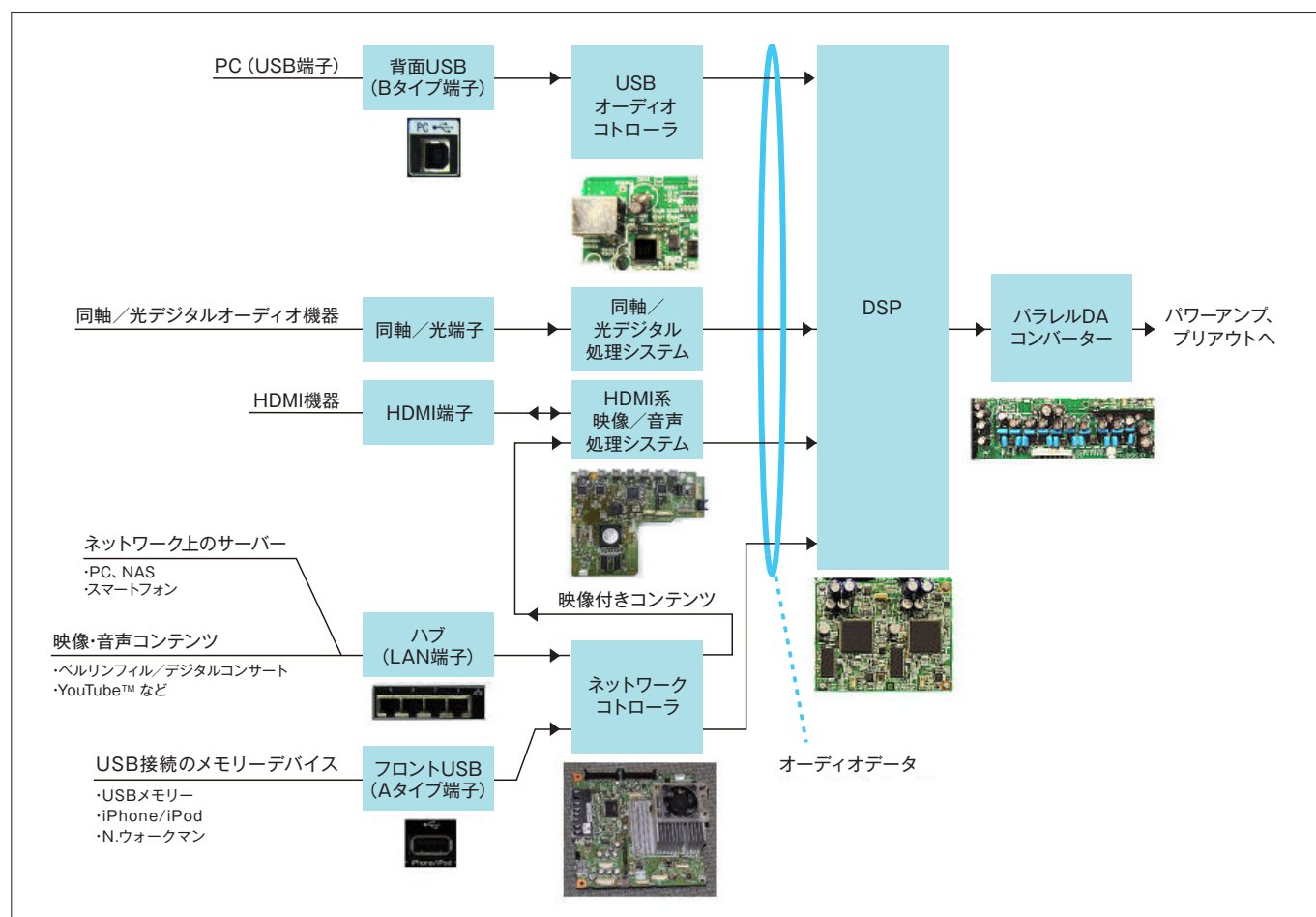
192kHz/24ビット(2チャンネル)入力対応のUSBストレージ再生や、 96kHz/24ビット(2チャンネル)入力対応のUSB DAC機能を搭載。 対応ファイルの強化やインターネットサービスへの対応など、 最先端のネットワークオーディオの楽しみを強化

TA-DA5700ESでは、注目度の高いネットワークオーディオ再生を大幅に強化。
対応する再生ファイルを大幅に増やしたほか、ハイビット／ハイサンプリング音源にも対応。
さらに、パソコンに保存した音楽データを高音質で再生できるUSB DAC機能も加わるなど、
最新鋭のネットワークオーディオの楽しみを、より高品位で楽しめます。

USB DAC機能など、ネットワークオーディオ再生機能を大幅に強化

◎USB、LAN経由で多彩なコンテンツを高品位で再生

TA-DA5700ESは、ネットワークオーディオ機能をさらに強化しました。ネットワークオーディオでは、LAN接続により家庭内ネットワーク経由でパソコンやNAS(ネットワーク接続型HDD)に保存した音楽データを再生するほか、USB接続でパソコンとオーディオ機器を直接接続するものの2種類があります。TA-DA5700ESではLAN経由のネットワーク再生に続き、新たにUSB DAC機能とUSBストレージ再生機能を搭載し、ネットワークオーディオの多彩な楽しみに幅広く対応します。また、LAN接続によるネットワーク機能もさらに進化しました。それが大型ヒートシンク付き「ハブ対応型高速ネットワーク」エンジンの搭載です。最大で192kHz/24ビット(2チャンネル)対応や、AVアンプとしては初の48kHz/24ビット(5.1チャンネル)対応をはじめ、FLAC、MP3、AAC、WMAなどの対応ファイル形式も増加しました。パソコンやDLNA準拠の 안드로이드端末内の音楽再生、インターネットの動画配信サービスなど、より幅広い音楽データを高音質で楽しめます(図1)。



● 図1: TA-DA5700ESが扱えるデジタルオーディオ信号系の構成の概略図

◎USBオーディオ機能(USBストレージ再生)

TA-DA5700ESは、新たに2つのUSB関連のオーディオ機能を搭載しました。そのひとつが「USBストレージ再生機能」です。まずUSBストレージ機器(USBメモリ、USB HDD)が接続されている場合は、ネットワークコントローラーが再生可能なファイルをストレージ内から探して再生します。この場合は、TA-DA5700ES側のGUIを使って音楽ファイルを指定して再生できます。USBストレージ機器およびDLNAサーバーからの再生が可能なデジタル音声データは、192kHz/24ビット(2チャンネル)と、48kHz/24ビット(最大5.1チャンネル)に対応。ファイルフォーマットもリニアPCMをはじめ、FLAC、MP3、MP4/AAC、WMAなど数多くのファイルに対応しました。またWMVなどの動画ファイル、静止画ファイルも再生することが可能です。

iPhone/iPod、“ネットワークウォークマン”などを接続した場合は、機器側の操作で音楽ファイルや動画ファイルをTA-DA5700ESに出力して楽しむことができます*1*2。

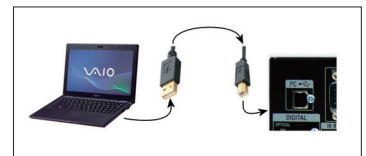
*1:再生対応コーデックはWAV、MP3、WMA、AACです。著作権保護(DRM)付きの音楽ファイルの再生はできません

*2:接続には“ウォークマン”、iPhone/iPodそれぞれの専用ケーブルが必要です

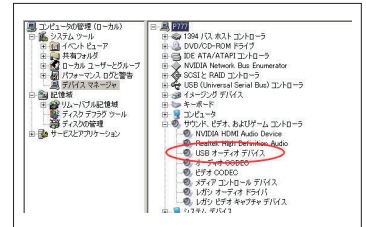
◎USB DAC機能(PCペリフェラル再生)

もうひとつのUSB関連オーディオ機能がUSB DAC機能です。TA-DA5700ESをパソコンの音源再生機器として利用できる機能で、マルチチャンネルインテグレートアンプとしていち早く搭載を実現しました。こちらは96kHz/24ビット(2チャンネル)のデジタル信号に対応します。

世界的に普及している動画共有サービス「YouTube™」などは、すでにTA-DA5700ESのネットワークオーディオ再生機能で直接ストリーミング再生できるようになっています(後述)。しかしコンテンツへの対応力はPCのほうが歴史も長く適応力が高いのも事実です。PCで音楽コンテンツを楽しむ場合、通常音源として利用できるのはパソコンに内蔵されているスピーカーです。この音楽信号の処理は多くはマザーボード上のデバイスで行われますが、高性能なCPUを備えたパソコンのマザーボードは多くのノイズが発生しており、オーディオ機器としてS/N的に不利になるのが一般的です。そのため、音量を上げるとノイズが耳につくなど、高音質はあまり期待できません。そこで、USB DAC機能を搭載することで、TA-DA5700ESが備える高性能なデジタルオーディオ処理回路や高性能なDA変換能力を、パソコンのオーディオ再生でも利用できるようにしました。接続はLAN経由のネットワークオーディオ再生より簡単で、USBケーブル(Aタイプ←→Bタイプのもの)でパソコンとTA-DA5700ESを接続するだけです(図2)。これで、Windows7などのパソコンでTA-DA5700ESがUSBオーディオデバイスとして認識され、利用できるようになります(図3)。USBケーブルを接続すると、デバイスマネージャー上に「USB audio device」または「AV amplifier」が現れます(環境によります)。ケーブルを外すと項目が消えるので、これがTA-DA5700ESであることが確認できます。通常は接続するだけで、TA-DA5700ESに接続したスピーカーから再生されるようになりますが、もし自動的にオーディオ出力が切り替わらない場合は、図4のようにコントロールパネルの「サウンドオーディオデバイス」を開き、オーディオのタブにある「音の再生」で、「USB Audio」を選択します。USB DAC機能は、デジタルオーディオボード(写真1)の左上にあるインターフェースによって実現しています。動作時はデジタル信号がDSP、「パラレルDAコンバーター」の順に最短距離で伝送されます。すでに解説したとおりTA-DA5700ESのDA変換はジッタを低減する仕組みをたくさん持ち、ノイズもPCより少なくできますのでジッタの少ない高音質のDA変換が実現できます。このため、S/N、歪み率などの性能は基本的にTA-DA5700ESのスペックでの再生ができ、パソコンを再生機器とした再生での大幅な高音質化が期待できます。なお、トータルでの音質は通常のオーディオ機器と同様に、使用するケーブルやパソコンの電源環境に依存します。たとえばノートパソコンの場合、ACアダプターを使っている場合よりバッテリー駆動の方が多くの場合高音質になります。ACアダプターを使う場合、ノイズを抑制するためのアクセサリをケーブルに装着するなどの音質改善手法があります。



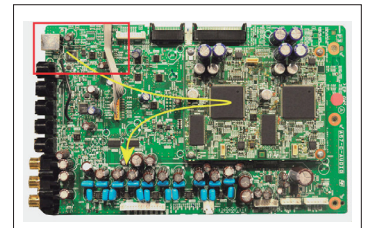
●図2: パソコンとTA-DA5700ESのUSB接続のイメージ



●図3: Windows OSのデバイスマネージャーで確認できるUSBオーディオデバイスの画面



●図4: コントロールパネルの「サウンドとオーディオデバイス」の画面



●写真1: TA-DA5700ESのデジタルオーディオ基板上のUSB信号の経路

パソコンやネットワークHDD (NAS) などの楽曲を高音質で再生できる「ハブ対応型高速ネットワークエンジン」

◎音質的に有利な「ハブ対応型高速ネットワークエンジン」

通常AVアンプから見えるネットワーク上に、一台以上のパソコン、またはネットワークHDD (NAS) があれば、ネットワークオーディオ対応AVアンプはパソコン又はNASからオーディオファイルを受けとり、音楽を再生することができます*。一般にネットワークオーディオ対応のオーディオ機器にはLAN端子は1ポートしかないのですが、接続イメージは図5のようになります。この接続は一般的ですが、オーディオ再生機器ともいえるNASやオーディオ再生用のパソコンはスイッチングハブ (又はルータ機器) を経由することになり、信号接続的に遠いという欠点が生じます。

そこでTA-DA5700ESでは「スイッチング機能付きの4ポートLAN端子」を採用。図6がその接続例です。このメリットはNASやオーディオ再生用のパソコンをAVアンプに直結できることにあります。「信号源とアンプの直結」が音質的によいのはオーディオでは常識であり、ハブ方式入力端子にもこの常識が当てはまります。また、ネットワーク基板には、ネットワークコンテンツを高音質で再生するために、新たに大型ヒートシンクを採用 (写真2)。発熱量が大きくなっても騒音と振動を排除して高音質を維持します。さらに温度が大幅に上昇した時にのみ動作する回路保護用の小型静音ファンも装備しています。

図6はパソコンとNASの両方を接続してありますが、常用の信号源 (たとえばNAS) だけをAVアンプと直結し、リッピング用として使用するパソコンを遠ざけることも可能です。つまりパソコンは、AVアンプより遠い場所のハブまたはルータにも接続できますので、このように信号ライン的に遠い場所に接続することで、ノイズ源としてのパソコンを遠ざけることが可能です (図7)。

*パソコンにDLNAサーバーソフトがインストールされているか、NASがDLNAに対応していることが必要です

◎ネットワークオーディオ用基板のハードウェア構成

写真3は、TA-DA5700ESの背面パネルのハブ方式LAN端子です。4ポートの100BASE-TXのスイッチングハブを採用しています。スイッチングハブはTA-DA5700ESのネットワークオーディオ基板に配置されています。この部品はパソコン関連デバイスなのでたくさんの部品が存在しますが、電極の品質がよく、外装ケースがしっかりした音質のよいものを選定しています。LAN端子はどれも同一機能でルータにもパソコンやネットワークHDD (NAS) にも自由に接続できますが、NASとの接続が推奨できる音質がよい端子は、3番または4番です。これらが聴感上音質がよいのはLSIに近いからだと思われます。

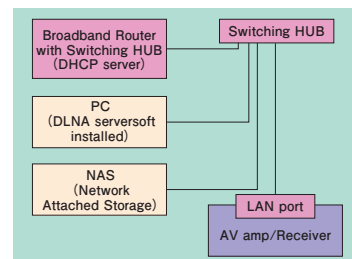
スイッチングハブのLSIは、DLNA機器サーバから送られるパケットを処理する受信LSIと直接更新してデータを取得します。スイッチングハブは通信相手以外にはデータパケットを流しませんのでNASとAVアンプは直結状態となります。一方で、他のポート (たとえば4番ポート) にルータをつないであれば、ルータ付近のパソコンでリッピングしたファイルをパソコンからNASに転送することもできます。またNASの共有ドライブをパソコンでリッピングした楽曲データの保存先に選んでおけば、リッピング終了と同時にNAS経由で音楽を聴けるようになります。

◎ネットワーク経由でのさまざまなオーディオ再生方法

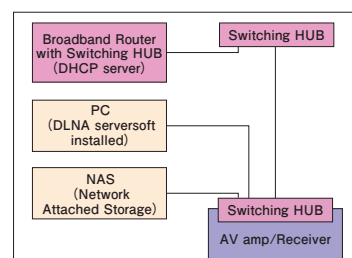
TA-DA5700ESには2つのネットワークオーディオ再生方法があります。1つは「プレーヤー機能」で、もう1つは「レンダラー機能」です。「プレーヤー機能」は、DLNAサーバー (Digital Media Server: DMS) 機能を持つネットワークHDD (NAS) やパソコンを、TA-DA5700ESが探し出して、その中のフォルダリスト、アルバムリストなどを取得して、選んだ楽曲をTA-DA5700ES側から操作して再生する方法です。「プレーヤー機能」は、再生の主導権のすべてをAVアンプが握りますので、同一ネットワーク上に存在するDLNAサーバー (パソコン、またはNAS) 上で楽曲が共有・開放されていれば、それらを自由に演奏できます。またLAN上を流れる情報がミニマムなので、音質的に最も有利です。もうひとつの「レンダラー機能」は、パソコン側に「コントローラー機能」がある場合、パソコン側から演奏を制御できます。TA-DA5700ESの「プレーヤー機能」がパソコンの制御下に入り、そのコマンドによりDLNAサーバー上のデータを演奏します。代表的なWindows用のソフトウェアは、Windows 7上で動作するWindows Media Player 12です。TA-DA5700ESでプレーヤー機能で再生するとき使える選曲情報は、基本的に文字の楽曲情報ですが、Windows Media Player 12ではパソコンソフトの多彩なユーザーインターフェイス画面に支えられたアルバムリストやプレイリストが使えますので、演奏管理が快適に行えるメリットがあります。また「レンダラー機能」では、パソコンソフト側からTA-DA5700ESの音量をコントロールできます。音楽データはフルビットのゼロレイテンシーで受信し、DA変換後にTA-DA5700ESの音量調整機能で音量を変化させますので、この音量調整は音質劣化を伴いません。これらの関係は図8のようになります。



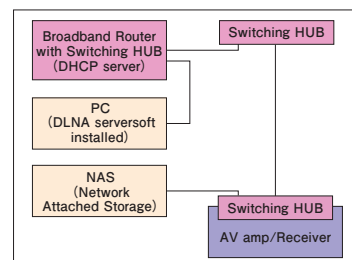
●写真2: TA-DA5700ESの大型ヒートシンク付き「ハブ対応型高速ネットワークエンジン」



●図5: 一般的なパソコンやNAS、LAN対応AVアンプとの接続例



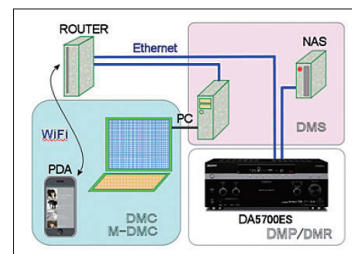
●図6: 「スイッチング機能付きの4ポートLAN端子」を採用したTA-DA5700ESでのネットワーク接続例



●図7: ノイズ源になりやすいパソコンをAVアンプから遠ざけたネットワーク接続例



●写真3: TA-DA5700ES背面のネットワーク端子部



●図8: TA-DA5700ES (DMP: Digital Media Player) と、DLNAサーバー (DMS)、コントロール機能を持つDMCとの関係図

◎Windows 7連携

ネットワークオーディオ再生でもっとも音質がよい方式の一つが、非圧縮リニアPCM再生です。代表的な記録形式がWAVファイル形式です。しかし一般にWAVファイルにはメタ情報を付与できないため、TA-DA5700ESのGUI上の演奏画面には、アルバム画像、アーティスト情報、アルバム名などが表示できません。しかしWindows 7上のWindows Media Player 12では、WAVエンコード(LSBfastのPCMデータ列の頭にヘッダを付ける作業)と同時に、アルバム画像やアーティスト情報を取得してWAVファイル群と関連づけを行います。TA-DA5700ESは、Windows Media Player 12と連携して、オーディオデータとメタ情報を関連づけて再生することができますので、WAV再生でもアルバム名、アーティスト情報をプレーヤー画面に表示することができます。

◎ホームネットワークを使ったコンテンツ再生機能

インターネット、パソコン、CE機器などの発達に伴って、再生対象となるコンテンツの種類は、リッピングした音楽データやネット経由で購入した音楽データなど多様化してきています。一方でこうしたコンテンツは、符号化技術や圧縮技術によって、パソコンのHDDなどにデジタルデータとして蓄積するスタイルが一般的になってきました。このようにパソコンに蓄積されたさまざまなデジタルデータはパソコンで再生できます。しかしディスプレイやスピーカーをはじめとして、パソコンに搭載された再生デバイスが、デジタルデータを高品質で再生するAV機器のようなスペックを備えていない場合は少なくありません。また、パソコンを映像ケーブルやオーディオケーブルでAV機器に接続することは可能ですが、パソコンはいつもリッピングなどのAV機器の側にあるとは限りませんし、別の人が別の目的で使用している場合もあります。こうした場合、従来はディスクメディアや、メモリーなどを使ってやりとりしていましたが、コンテンツの量が増加すると、ディスクへのコピーなど作業に手間がかかり現実的とは言えません。これに対し、TA-DA5700ESでは、DLNA準拠のサーバー機能を備えたパソコンなどから配信される音楽、静止画コンテンツを、ホームネットワークを介して再生できます。たとえば、書斎や寝室にあるパソコンのコンテンツを、リビングにあるTA-DA5700ESで再生するといったことが可能です。また、この時、パソコン上のコンテンツは、デジタルデータの状態配信が行われるため、パソコン側のアナログ再生デバイス等が一切介在しない形となります。このように、パソコンから品質を低下させることなくTA-DA5700ESに配信されたデジタルデータは、本体に搭載された高品質のデバイスにより再生されます。なお、コンテンツはストリーミング再生処理が行われ、TA-DA5700ESにファイルなどの形で蓄積する必要はありません。

図9に再生可能となるフォーマットの一覧を示します。ここまでの説明では、パソコンから配信されるデータの再生機能にのみ着目してきましたが、あわせてTA-DA5700ESではパソコンから配信された情報に基づいて、パソコン上のコンテンツをブラウズすることもできます。具体的にはDLNAに準拠したサーバー機器からはCDS(Content Directory Service)による各コンテンツのメタデータやコンテンツ階層の情報が配信されるので、それを利用します。このようにTA-DA5700ESではDLNA技術を利用して、ホームネットワーク上にあるコンテンツをブラウズし、高品質再生できます。ここではパソコンを例にとって説明しましたが、DLNA準拠のサーバー機器であれば、パソコン以外の機器でも同様の操作ができます。このほか、TA-DA5700ESは、Windows® 7に標準装備されている「Windows Media® Player 12」の「Play to」機能にも対応しています。

◎インターネット映像サービスへの対応

TA-DA5700ESはインターネットに接続することにより、パソコンを使用することなく、インターネット映像サービスを楽しめます。また、今後対応サービスは随時追加していく予定ですので、より多くのコンテンツがTA-DA5700ES経由で高画質・高音質で鑑賞できます。たとえば、サービスの一つに「ベルリン・フィル〈ブラビア〉デジタルコンサートホール」があり、このサービスを選択すると、新採用の音場モード「ベルリン・フィルハーモニック・ホール」に自動で切り替わるので、ベルリン・フィルの演奏を本場の音場で体験できます。このほか「ソニー・エンタテインメント・ネットワーク ビデオオンデマンド」には、多くの「ステーション」が用意されており、TA-DA5700ESではジャンルごとに「ステーション」を表示することでスムーズに選択できます。ここから気に入ったインターネットサービスをGUIメニューの「Favorite」に登録し、手軽にアクセスすることも可能です。このほか、動画共有サービス「YouTube™」の視聴にも対応しています。

LAN 関連	
対応写真フォーマット	JPEG(“.jpg”“.jpeg”) PNG(“.png”) GIF(“.gif”)
対応音声フォーマット	MP3(MPEG-1 Audio Layer III“.mp3”) ACC(“.m4a”) WMA9 Standard(“.wma”) LPCM(“.wav”) FLAC(“.flac”)
対応サンプリング周波数	最大192kHz/24bit (2ch) 最大48kHz/24bit (5.1ch)

USB 関連	
対応映像フォーマット	MPEG-1 Video/PS MPEG-2 Video/PS, TS (“.mpg”“.mpeg”“.m2ts”“.mts”) MPEG-4 AVC (“.mkv”“.mp4”“.m4v”“.m2ts”“.mts”) WMV9(“.wmv”“.asf”) AVCHD ^{*3} Xvid(“.avi”)
対応写真フォーマット	JPEG(“.jpg”“.jpeg”“.mpo”) PNG(“.png”) GIF(“.gif”)
対応音声フォーマット	MP3(MPEG-1 Audio Layer III“.mp3”) ACC(“.m4a”) WMA9 Standard(“.wma”) LPCM(“.wav”) FLAC(“.flac”)
対応サンプリング周波数	最大96kHz/48kHz/44.1kHz 24bit(2ch) (PC入力: USB 端子 B タイプ) 最大192kHz/24bit(2ch)、 最大48kHz/24bit(5.1ch) (USB 端子 A タイプ)
iPod/iPhone 接続対応	iPod classic, iPod nano (第1世代, 第2世代, 第3世代, 第4世代, 第5世代, 第6世代)、 iPod touch (第1世代, 第2世代, 第3世代, 第4世代)、 iPhone, iPhone3G, iPhone3GS, iPhone4

*1: 著作権保護 (DRM) がされた音楽ファイルの再生には対応していません

*2: ロスレスファイルの再生には対応していません

*3: ハンディカムで録画されたAVCHDファイルを再生が可能です

●図9: TA-DA5700ESで再生可能なコンテンツのフォーマット

シャーシ剛性を飛躍的に高め、映画の迫力ある音をさらに向上する 「高剛性型水平FBシャーシ」 音質にこだわった無鉛はんだの採用など、 あくなきこだわりで、アンプの音をさらに表現力豊かにする

アンプの重量を支え、内外の振動による影響を排除するシャーシ構造には「高剛性型水平FBシャーシ」を搭載。
合理的な設計により、高い剛性を実現し、電源トランスや各オーディオ基板を強固に支えます。
さらに、はんだの質にもこだわり、独自の「高音質無鉛はんだ」を採用。
アンプに使用するあらゆるパーツを吟味して、音質を練り上げています。

ESシリーズの高音質技術を受け継いだ、高剛性コンストラクション

◎質の良い低音再生を追求し、さらに剛性を高めた「高剛性型水平FBシャーシ」

FB(Frame and Beam)シャーシは、外周フレームと底板に加え、左右に渡した梁(ビーム)により全体の強度を高めたシャーシ構造です。ESシリーズでは、従来から剛性の高いFBシャーシをアンプやプレーヤーなどに採用してきました。両サイドのフレーム部分をつなぐように、横方向にビームを配置することで、シャーシ強度を飛躍的に高めています。

写真1はTA-DA5700ESの基本シャーシです。中央にはコの字断面形状のビームを配置。ビームの右端に電源トランスが配置されています。この構造は重い電源トランスの重量を直接ビームで支える極めて合理的な構造。ビームが支える重量は、強度の高い両端の折り曲げ部分で4個のインシュレーターに分散されます。振動の発生源である電源トランスを安定して支えることができ、回路基板への振動の悪影響を遮断します。

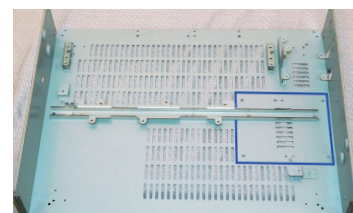
TA-DA5700ESでは、ボディの高さを12.5ミリアップして大型化するとともに、主要部材の強度を向上した「高剛性型水平FBシャーシ」を採用。特にバックパネルを1.6mm厚の鋼材とすることで従来の2.4倍の強度にアップしたほか、その他のフレームにも補強金具を追加することにより全体の強度をバランスよく強化しました。これにより、大きな音圧が加わったときに発生する部品の振動レベルが下がり、音の濁りが防止され、スピード感と量感の両立した低音を実現します。たとえば、オーケストラ演奏のグランカッサやティンパニーの連続強打時に空間に放たれる空気の揺れ、映画の衝撃音、爆発音などの迫力が高まり、音楽性、エンターテインメント性ともに、解像度が高く、自然で力強い低音を表現します。

◎「高剛性型水平FBシャーシ」の強度の高さを試す

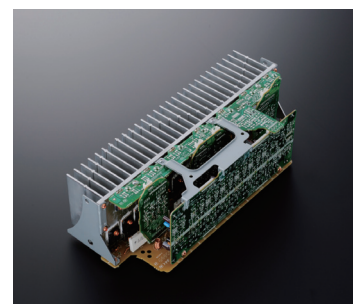
一般的なシャーシと「高剛性型水平FBシャーシ」の強度を比較してみます。写真3はビームを持たない一般的なシャーシの中央に5kgの重りを乗せた上で、設置した台ごと10cm落下させたときの結果です。ビームが存在しないシャーシは素材自体に強度がないので、簡単にゆがんでしまいます。

写真4は、「高剛性型水平FBシャーシ」に同様の衝撃を加えた結果です。衝撃の痕跡はほとんどありません。この違いは、通常のシャーシの場合、衝撃が加わったときの変形が塑性変形領域に入り、復元できない変形が残ってしまったためです。しかし、「高剛性型水平FBシャーシ」は変形量が小さく、弾性変形領域にとどまるためバネのように衝撃を吸収して元の状態に戻っているのです。

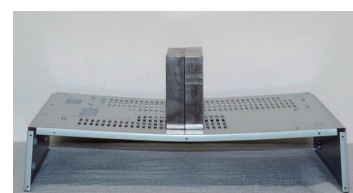
こうした剛性の差が音質に与える影響は少なくありません。剛性の高いシャーシが内外の振動を遮断し、振動の影響を受けやすいパワーアンプへ伝えないため、瞬間的に発せられる音、たとえば太鼓の打音や、ピアノの打鍵音の迫力がかなり改善されています。また、シャーシに振動が長時間残らないためか、中高域の明瞭度も向上しています。



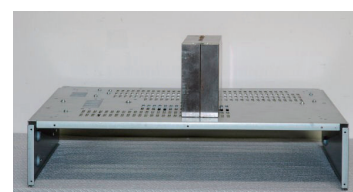
●写真1: TA-DA5700ESの基本シャーシ。中央部に横に配置されている部材がビーム。青い線は電源トランスの搭載位置を示している



●写真2: 「第三世代 広帯域パワーアンプ」ブロック。上面に補強用の金属部品が追加され、振動への影響を排除している



●写真3: 一般的なシャーシに重りを乗せ、10cm落下させたときの衝撃の様子



●写真4: 同様に「高剛性型 水平FBシャーシ」に重りを乗せ、10cm落下させたときの衝撃の様子

あらゆるパーツを見直し、徹底して高音質を追求

◎さらなる高音質を追求して投入された高性能パーツ

TA-DA5700ESでは、さらなる高音質を追求し、数々の高性能パーツが投入されています。まずはHDMIなどのデジタル入力からデータを読み出すクロック生成に使う水晶発振器に、従来に比べてジッタが1/10と極小のデバイスを搭載しました(X3501)(写真5)。ハーメチックシール(金属ケース)に納められており、機械的振動にも強くなっています。データ読み出しクロックは、そのあとのDSPへの供給クロック源となりますので、ジッタが少ないことは音の分解能、低域の力感などを増し、オーディオ的に非常に優れた音質を発揮します。また、音質上重要なDAコンバーターのアナログローパスフィルター部には、メタライズドポリプロピレンコンデンサーを採用しました(写真6)。ポリプロピレンは暖かみのある柔らかい音色が特長で、クセのない素直な音質のDA変換ができます。このほか、電源コンデンサーに12000 μ Fの大型タイプを採用(写真7)。パーツの吟味と数多くの試聴を重ねることで、音質を練り上げました。

◎音質にこだわったオーディオ用無鉛はんだを採用

オーディオ製品の開発において、使用するパーツを吟味することは、最終的に音を仕上げる上で重要な工程となります。TA-DA5700ESでは、コンデンサーや抵抗といったパーツだけでなく、各部品を接続するはんだにも注目しました。すべての部品とプリント基板の接続に使われるはんだは、オーディオ機器の製造上もっとも重要なパーツとも言えます。一台のアンプの中で信号が通過するはんだ付けの箇所は、ディスクリートで構成されているアンプの内部まで数えると数百か所以上となります。したがって、はんだそのものの質は、オーディオ機器にとって非常に重要なものと言えます。

◎ソニーのオーディオ製品で採用してきたはんだについて

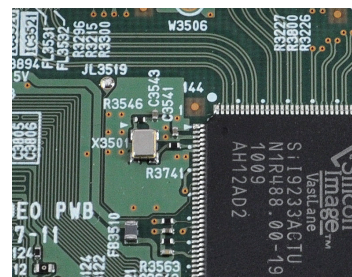
ソニーのオーディオ製品で使用されてきたはんだは、大きくわけて3種類あります(写真8)。ひとつは環境対応をする以前のもので、錫40%と鉛60%で構成されています。はんだのメーカーによって若干違いがありますが、この組成のはんだは一般的に音質がおとなしく、特に問題なく使われてきました。しかし、現在は鉛入りのはんだを使うことはできません。そこで2003年から2006年までは無鉛はんだが使用されました。一般的に無鉛はんだは、硬質でひずみが多い音質になりがちですが、このとき採用した無鉛はんだは、数十点にも及ぶはんだサンプルを試聴して選定した、この時期もっとも音質の良いはんだでした。

◎錫の微量含有元素に吟味を加え、音質を向上

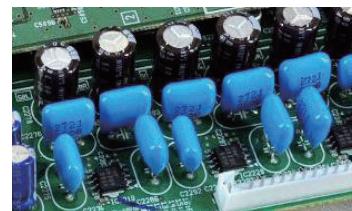
ソニーでは、さらなる自然な音質を目指してソニーオリジナルの高音質はんだを開発しました。その結果、完成したのが「Lead Free Solder For Sony Audio」です。はんだの主な組成である錫は、単独では表面に微細なクラック(ひび割れ)を持つ無数の突起が発生し、表面が荒れやすいという性質があります。一方、電気信号は高い周波数ほど導体の表面を流れる性質(表皮効果)があります。この性質はオーディオ帯域でも顕著に表れ、およそ10kHz以上の信号はほとんどが金属の表面を流れます。したがって錫主体のはんだの表面を電流が流れると、高域と低域の伝送状態が変わり、音色が悪く聴こえるのです。

写真9はそれぞれのはんだを溶かしたのですが、左の有鉛はんだの表面は特に異常はありません。ゆるやかな凹凸はありますが、荒れているようには見えません。中央は市販の無鉛はんだで、表面に細かい凹凸がたくさんあります。しかし、無鉛はんだとしてはかなり良い部類に入ります。右がソニーオリジナルの高音質無鉛はんだの表面ですが、きわめて良い状態になっています。この新はんだの主成分は錫と銅。錫は採掘後精製して純度を高めますが、不純物は必ず残ります。この不純物の濃度と組成をコントロールし、さらに微量元素の添加を行うことで結晶構造を良好にしています。銅は錫の融点を下げる目的で0.7%ほど添加されますが(この割合で錫と銅の結晶が起こり融点が下がります)、添加される銅はプリント基板の銅箔とまったく同じものです。

新はんだの音質は、自然で豊かな質感と微妙なニュアンスの描き分けに優れ、鉛入りのはんだ時代にはなかった豊かな表現力を持っています。音楽を聴くことが楽しくなるような音を再生するには欠かせないパーツです。



●写真5: 従来よりもジッタを1/10に低減した低ジッタ水晶発振器



●写真6: アナログローパスフィルター部に採用された高音質フィルムコンデンサー



●写真7: TA-DA5700ESに採用された電源コンデンサー



●写真8: ソニーのオーディオ機器に採用されたはんだ。左から有鉛はんだ、無鉛はんだ、高音質無鉛はんだ



●写真9: それぞれのはんだを溶かして粒状にしたもの。表面の質感にそれぞれ違いがある
左)有鉛はんだ
中央)市販の無鉛はんだ
右)ソニーオリジナルの高音質無鉛はんだ

HDオーディオなどのロスレス圧縮音声の高音質を引き出す 「第二世代 低ジッタ型・ロスレスデコードエンジン」や、 デジタルアンプに匹敵する音像フォーカスを実現した 「第三世代 広帯域パワーアンプ」

TA-DA5700ESには、ブルーレイディスクに採用されたロスレス圧縮音声をより高音質で再生するための、独自の「第二世代 低ジッタ型・ロスレスデコードエンジン」をはじめ、アナログアンプの弱点を克服した「広帯域パワーアンプ」など、最先端の高音質技術が結集されています。
臨場感あふれるサラウンド音場、ステレオ再生の明瞭なステージ感を、リアルに再現します。

ロスレス圧縮音声方式本来の高音質を再現する「第二世代 低ジッタ型・ロスレスデコードエンジン」

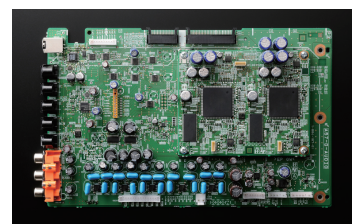
◎デコード時にDSPが発するノイズを抑え、ジッタ発生による音質劣化を改善

ブルーレイディスクで採用された音声圧縮フォーマット、「ドルビーTrueHD」と「DTS-HDマスターオーディオ」は、ともにロスレス圧縮を採用しています。これは、デコード後の音声データが完全に復元されるもので、元のPCMデータと比べて情報の欠落が一切ありません。しかし、一般的にはロスレス圧縮をデコードした音声は、データ上は変わらないはずのリニアPCM音声よりも音質が劣化して聴こえがちです。この原因は、圧縮データを元のPCMデータに復元するときにDSPが高速で大規模なデコード演算を行うため、大量のノイズを発生することにあります。このノイズがDA変換に使用するマスタークロックに影響を与え、音質に有害なジッタ発生の原因になってしまうのです。

そのためTA-DA5700ESでは、DSP周辺のコンストラクションに改良を加えました。DSPの動作にともなうノイズの発生を可能な限り排除して、オーディオ出力の音質劣化の原因となるジッタの発生を小さく抑え、ロスレス圧縮本来の高音質を最大限に生かすのが、「第2世代 低ジッタ型・ロスレスデコードエンジン」です。

◎DSP基板上に専用の電源を直近に配置

デコード演算を行うDSPを実装した小基板(写真1)上には、そのDSP専用の電源も合わせて搭載しています。電源をDSPの直近に配置することにより、電流経路が短くなり、電流経路から輻射される電磁ノイズを少なくします。また、電源が低インピーダンスになるため、電圧が安定し、DSPの信号波形の乱れも少なくなります。数値演算そのものは信号波形にリングングやノイズが混入しても正しく行なわれます。これがデジタル演算方式のメリットです。しかし、リングングやノイズは外部に電磁ノイズを輻射するため音質上大切なDAコンバーター部のマスタークロックにジッタを発生させる原因となります。これを防止するためにDSP内外のデジタル信号波形を美しく保つことは音質的にとても大切なのです。



●写真1: デジタルオーディオ基板上に配置されるDSP基板。デコーダー用DSPを含む2つのDSPが実装されている。DSPの間にあるのが専用の電源部

さらなる改良により広帯域化した「第三世代 広帯域パワーアンプ」

◎振動に強く、信号経路も短くなる表面実装型トランジスタ

TA-DA5700ESには、「第二世代 広帯域パワーアンプ」をベースに、さらに改良を加えた「第三世代 広帯域パワーアンプ」(写真2)を搭載しました。外見上は第二世代のものとよく似ていますが、従来は初段の増幅素子にリードタイプのトランジスタを使用していたのに対し(写真3)、第三世代ではリードのない表面実装型トランジスタに変更しています(写真4)。トランジスタを表面実装することで、まずトランジスタ自身の振動が発生しません。初段のトランジスタは振動にとっても敏感なので、音質への影響も無視できないのです。また、リードがないためプリント基板との距離が短く、内部のチップの性能も向上しているため、増幅帯域が約7%拡大しています。

◎従来のアナログパワーアンプの音質劣化の原因

TA-DA5700ESの「第三世代 広帯域パワーアンプ」では、160kHz(いずれもtypical値)の性能を有しています(第一世代 広帯域パワーアンプの増幅帯域は130kHz、第二世代 広帯域パワーアンプでは150kHz)この増幅帯域が広いことは音質上きわめて有効です。

図1aのグラフは、一般的に周波数特性と呼ばれるレベルのレスポンスを表にしたものです。レスポンスが3dB下がっている部分(A付近)までの周波数を一般にアンプの帯域と呼んでいます。デジタルアンプ以前のこのクラスのパワーアンプの代表的な帯域は約100kHzでした(青色の特性)。この周波数は約20kHzとされる可聴帯域より十分高いので基本的にすべての音を聴きとれます。

しかし忘れられがちなのが位相の回転(遅れ)です。位相の回転は低い周波数で始まります。これが図1bのBの周波数。これはAの約1/10の周波数であり可聴帯域内に入っています。この位相の遅れは、一定不変であれば音質を阻害しません。しかし音声信号により遅れ量に変化したり、チャンネル間で異なる位相遅れが起こったりすると、良好なステレオイメージや音のフォーカス感が阻害されてしまいます。

この位相変化が大きく起こるのがアナログパワーアンプ。音楽波形の大小に合わせて瞬間的に高熱を発生し、それが原因で増幅帯域が常に変動する性質を持っています。音楽の音量が急に上がると、直後にアンプの温度が上がり増幅率が増加します。そのため帯域が広がるのです(図1a赤)。その結果位相も変動しますが(図1b赤)、これが耳で聴こえる周波数帯域で発生することが問題なのです。なぜなら、位相とは波形が出力されるタイミングのことですから、大きな音を出した瞬間にツイーターが前に移動してしまうのと同じことになるのです。しかもよくないことに、この移動は各チャンネルが勝手に別々に変化します。なぜならそれぞれのチャンネルは扱う信号が常に違う波形、違う周波数成分を持っているからです。その結果、たとえば音像フォーカスのボケやコーラスの濁り、そしてシンバルの音色が単調になりがちといった音質劣化が発生していたのです。

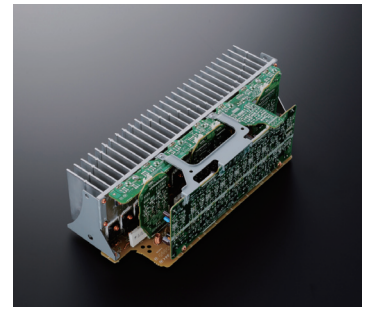
◎広帯域パワーアンプの高音質の理由

図2のグラフは、TA-DA5700ESに搭載した「第三世代 広帯域パワーアンプ」の周波数特性です。周波数特性(図2aのA部)は160kHzにまで高められています。したがって位相が遅れはじめる周波数は16kHz以上となります(図2b)。この周波数まで高くなると人間は位相差を検知しにくくなりますので、位相の遅れを感じるのがなく、音質が大幅に向上します。これが広帯域パワーアンプの高音質の原理です。

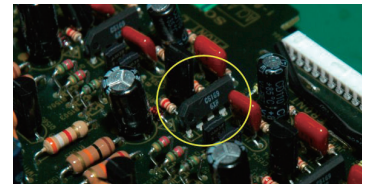
広帯域パワーアンプの音質の特徴は、まず音像フォーカスが良いことです。ステージ上の楽器やコーラスでは一人ひとりの位置が正確にわかります。また、コーラスは左右の位相差に敏感で、少しでもずれるとすぐに音像がぼやけてしまいますが、広帯域パワーアンプではそれが発生しません。シンバルの音色もシンバルごとに、あるいは演奏者ごとに多彩な響きを持っていることがよく分かります。

実はこの位相変動は、デジタルアンプ「S-Master PRO」ではまったく起こりません。したがってフォーカス感や音色がとてよいのです。そんなデジタルアンプに匹敵する音像フォーカス感を広帯域パワーアンプは実現しています。つまり、広帯域パワーアンプは「S-Master PRO」を開発したソニーの耳が作りだした最新のアナログパワーアンプなのです。

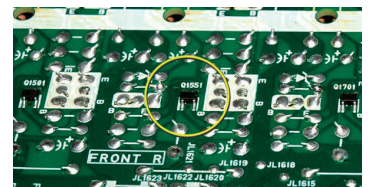
ここで紹介した周波数帯域は、内部のパワーアンプ単独の特性。TA-DA5700ES全体としての帯域は100kHzとなっていて、内部のパワーアンプ単独の特性は外部からは測定できません。理由は信号経路の途中にノイズカット用のローパスフィルターが入っているためです。このローパスフィルターは発熱変動がないので位相変動も起こりません。また、外部から入る高周波ノイズからアンプを守っており、音質的に有益なものです。



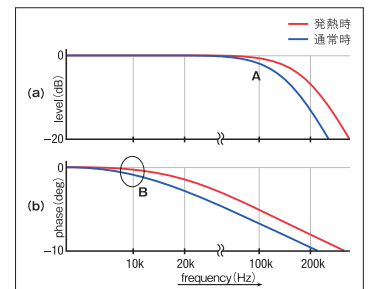
●写真2: TA-DA5700ESに搭載された「第三世代 広帯域パワーアンプ」の外観



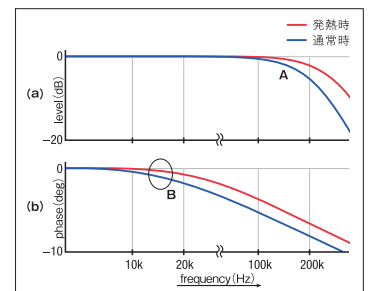
●写真3: リードのあるトランジスタを使っている「第二世代 広帯域パワーアンプ」の初段回路



●写真4: リードのないトランジスタを表面実装した「第三世代 広帯域パワーアンプ」の初段回路



●図1: デジタルアンプ以前のアナログパワーアンプの周波数特性



●図2: 「第三世代 広帯域パワーアンプ」の周波数特性

さまざまな映像・音声信号に対応するHDMI端子を装備。 徹底したジッタ対策を行うことにより、 HDMI入力の音声信号もより高音質で再生

昨今のAV機器の主要な入出力インターフェースであるHDMI端子は、豊富な入出力を備えるだけでなく、1080p信号やHDオーディオ信号などに幅広く対応。DSDマルチチャンネル信号のダイレクト入力にも対応しています。「ジッタ・エリミネーション回路」により、徹底した高音質化も図っています。

映像・音声信号をデジタルのまま高精度にやりとりできる6入力・2出力のHDMI端子

◎3D・ARC(オーディオリターンチャンネル)・パススルーなど最新のHDMIの規格に対応

HDMIの入力数は6系統で、そのうち1系統はフロントパネルに装備しました(写真1)。HDMI出力はA/Bの2系統を備えます。フロントパネルでの操作により、A/B単独での出力やA/Bの同時出力ができるほか、両出力ともOFFにすることも可能です。スーパーオーディオCDやCD、ネットワークオーディオのピュアオーディオリスニング時や、映像用と音声用のふたつの出力があるブルーレイディスクレコーダー／プレーヤーと組み合わせる場合にもOFFモードを用いると最高の音質を發揮できます。

映像面については、豊かな色再現を可能にする「x.v.Color」、最大12ビットまでの映像信号をやりとりできる「Deep Color」に対応しています。さらに、TA-DA5700ESはファロー ज्याの映像技術「DCDiシネマ技術」を搭載した映像処理チップを搭載することにより、アナログ映像入力信号を1080pまでアップスケーリングするほか、高品位なGUI画面を元のビデオ画面に重ねて表示できます(44ページ参照)。

また、HDMI経由の機器コントロール技術であるCECにも対応。映像機器同士とアンプを統合的にコントロールできる「ブラビアリンク」には、対応するブルーレイディスクレコーダー／プレーヤーなどでブルーレイディスクやDVDのソフトを再生すると、自動的にTA-DA5700ESと〈ブラビア〉の電源が入り、入力がHDMIに切り替わる「ワンタッチプレイ」などの便利な機能があります。〈ブラビア〉でのテレビ視聴時に音声を〈ブラビア〉の内蔵スピーカーかTA-DA5700ESにつないだスピーカーで再生するかを選択できる「システムオーディオコントロール」、デジタル放送の番組情報(EPG情報)を取得して、番組のジャンルに応じたサウンドフィールドに自動的に切り替える「オートジャンルセクター」、〈ブラビア〉の電源を切ると、HDMIで接続された対応機器の電源も切ることができる「電源OFF連動」があります。TA-DA5700ESを介して、対応する〈ブラビア〉と再生機器を接続している状態で、本機の電源をONにすることなく、再生機器のコンテンツを〈ブラビア〉で楽しめるHDMIのパススルーのほか、「3D対応」、「ARC(オーディオリターンチャンネル)」、「シーンセレクト」、〈ブラビア〉から本機を操作できる、「オーディオ機器コントロール」アプリにも対応するなどTA-DA5700ESの操作や多彩なコンテンツがより手軽に楽しめるようになりました。

◎HDオーディオだけでなく、音楽CDやDVD、DSD音声信号をより高音質で再生

音声信号については、HDオーディオと呼ばれる最新のサラウンド方式に対応しています。対応ストリームは、まず24ビット192kHz8チャンネルまでの非圧縮のリニアPCM。次に「ドルビーTrueHD」、「DTS-HDマスターオーディオ」などの、ロスレス圧縮ストリーム。加えて、もちろん従来のロシー圧縮(AAC、ドルビーデジタル、DTS)にも対応しています。また、スーパーオーディオCDの1ビットDSD信号のダイレクトストリーム入力にも対応し、非常に高性能な32ビットDSD-DACシステム(43ページ参照)を引き続き搭載することにより、スーパーオーディオCDに記録されている情報を余すところなく再生可能です。



●写真1: 豊富な6系統の入力に加え、液晶テレビ〈ブラビア〉とビデオプロジェクターなどの使い分けがしやすい2系統の出力を持つHDMI入出力
※入力6は前面に装備

◎高音質要素を集中した「for AUDIO」入力

6系統のHDMI入力端子は、規格的にはすべて同じ機能を持っています。しかし、HDMI入力部内部で使われているデバイスには、シリコンチップ上の信号配線や電源との距離、プリント基板上での配置などから音質の違いが生じます。そこで素性のよい端子がより高音質になるように設計要素を集中させるのが「for AUDIO」入力技術です。

TA-DA5700ESでは、より高性能化したスイッチャーデバイスを採用。これにより、「for AUDIO」入力を2入力用意いたしました。IN 3およびIN 4を「for AUDIO」入力に設定しています。

◎信号のジッタを除去し、S/Nに優れた高音質再生に貢献する「ジッタ・エリミネーション回路」

TA-DA5700ESは、すでに解説した「第二世代 低ジッタ型・ロスレスデコードエンジン」に加えて、もうひとつのジッタ対策が施されています。それが「ジッタ・エリミネーション回路」。この回路もデジタル基板上に配置されています。

ジッタの除去は、入出力デバイスに内蔵されたクロック抽出用のアナログPLL回路で行うのが一般的です。

図1はアナログPLL回路の概念図です。マスタークロックを生成するのはVCO（電圧制御振動器：Voltage Controlled Oscillator）。発振出力は1/Kに分周され、位相比較器でマスタークロックとタイミングを比較されます。また入力側のマスタークロックと出力側のマスタークロックは整数比Kの関係となります。

図2はループフィルターのカットオフ周波数のグラフ例です。ループフィルターは、アナログ信号の位相比較結果の高域をカットするもので、このフィルターのカットオフ周波数よりも高い周波数ではVCOは制御されません。一方カットオフ周波数より低い周波数のジッタ成分はVCOの出力がそれを追いかけてしようとします。つまり入力信号に含まれるジッタがそのまま出力に現れてしまいます。したがって、ループフィルターのカットオフ周波数を低くすれば、それより上の周波数のジッタは除去されます。カットオフ周波数を下げると音質が良くなるのです。

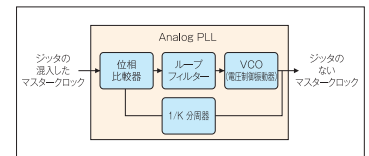
しかし、フィルターの特性は通常2次（12dB/oct）であり、高域成分はカットオフ周波数以上でいきなりゼロになるわけではありません。つまりジッタは完全には除去できないのです。またカットオフ周波数を下げすぎるとロックアップに時間がかかり実用的でなくなります。

◎デジタルPLLとアナログPLLを組み合わせることで、信号に含まれるジッタの除去量を大幅に向上

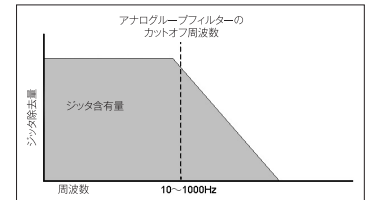
図3はTA-DA5700ESに搭載した「ジッタ・エリミネーション回路」の原理図です。この回路もアナログPLLを持ちます。しかし、その目標クロックは入力マスタークロックではなく、クリスタル精度のタイミング・リファレンス。このアナログPLLはカットオフ周波数を高くして、タイミング・リファレンスの低いジッタに追従させています。

一方、この回路はアナログPLLとは別にデジタルPLLも持っています。入力マスタークロックとVCOは、このデジタルPLLで比較されます。比較結果がデジタルフィルターでハイカットされるのが特徴です。デジタルフィルターのハイカット特性は急峻なので、ジッタ除去量も十分に大きく、たとえば1kHzの揺れを持つジッタは従来の1/100以下になります（図4）。

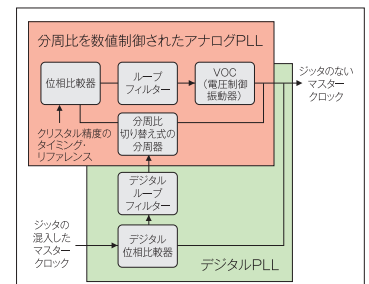
「ジッタ・エリミネーション回路」を搭載したことにより、優れたS/N感と美しい音色を再現できます。特にHDMI入力された信号は、映像信号の影響によるジッタ妨害を受けやすいので、改善度も大きいと言えます。



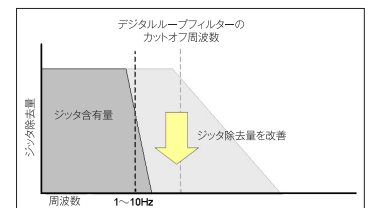
● 図1: 一般的なアナログPLL回路の概念図。通常は単独の回路ではなく、インターフェースICに内蔵されている



● 図2: ループフィルターのカットオフ周波数の特性



● 図3: 「ジッタ・エリミネーション回路」の概念図。赤色の部分はアナログPLL、緑色の部分はデジタルPLLで構成されている



● 図4: デジタルループフィルターのカットオフ周波数の特性

デジタル放送のAAC音声、DVDなどの圧縮音源や、 CDを高音質化する「D.L.L. (デジタル・レガート・リニア)」搭載。 最新のHDオーディオだけでなく、従来の音源もより高音質で再生できます

さまざまな映像コンテンツが毎日放送されるデジタル放送、そして膨大なタイトル数を誇るCDやDVD、これらの音源をより高音質で再生するために「D.L.L. (デジタル・レガート・リニア)」を搭載。圧縮音源ソースやPCM録音が抱える音質阻害要素を取り除くことで、本来の高音質を再現。お気に入りのCDやコレクションしたDVDも、よりクリアな音質で楽しめます。

デジタル放送やCDの音質阻害要素を取り除く、「D.L.L. (デジタル・レガート・リニア)」

◎お気に入りのCDやDVDライブラリーを今後も高音質で楽しむために

ブルーレイディスクに採用されたリニアPCMのマルチチャンネル、「ドルビーTrueHD」や「DTS-HDマスターオーディオ」などのロスレス圧縮方式の音声は、映画フィルムの音質（ドルビーデジタル記録）を完全に凌駕しています。これらの新しいサラウンド方式が普及することで、家庭でも映画館に迫る高品質なサラウンド再生が可能になりました。しかし、これまでにコレクションしてきたCDやDVDソフトが不要になってしまうわけではありません。古いけれども気に入った演奏のCDもあり、DVDソフトも今後もリリースされ続けるでしょう。

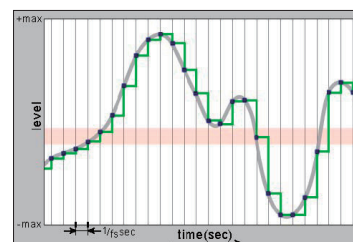
TA-DA5700ESでは、最新のサラウンド方式や高音質規格だけでなく、こうした従来の音源をより高音質で再生することにもこだわりました。ソニーでは、CDやDVD、デジタル放送に採用される圧縮方式であるAAC音源の音質を阻害する要素を取り除くことで、ソフトが本来持っている音質を最大限に引き出せると考えました。その結果生まれたのが、「何も付け加えないで圧縮音源を修復する」という新発想の音質改善技術「D.L.L. (デジタル・レガート・リニア)」です。

◎A/D変換の不完全による帯域外ノイズの発生

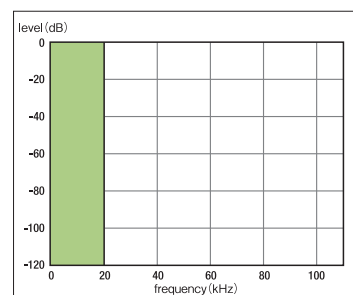
一般にデジタルオーディオは、まず元のオーディオ信号をサンプリング周波数の1/2（オーディオ帯域）までに帯域制限します。これを行わないとエイリアシングが起り、元信号にない信号が再生されることで異音が発生します。これはアンプやスピーカーを破損する原因にもなります。帯域制限をした後は、一定の時間間隔（ $1/f_s$ 秒間隔）でアナログ量をデジタルの数値に置き換えて波形を記録します。

たとえば図1では、灰色で示されたアナログ波形が緑のデジタル情報に置き換えられていく状態を示しています。アナログ波形には細かい凹凸がありますが、あらかじめローパスフィルター（アンチエイリアシングフィルター）を適用。したがって、一番波形が細かい部分でもサンプリング周波数の半分（ $f_s=44.1\text{kHz}$ の場合は、 22.05kHz まで）の凹凸しかありません。このように、帯域制限されたアナログ量が正確にデジタルデータに変換されている場合、デジタルデータの持つオーディオ情報は図2の緑の範囲に入っています。ところが、A/Dコンバーターが不完全であったり、音声信号を圧縮することでデジタルデータを変形したりしてしまうと、オーディオ帯域の外側にノイズが広がってしまいます。

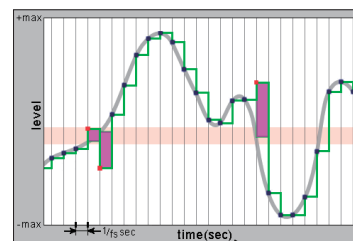
たとえばA/Dコンバーターの性能が悪いために、図3の赤い部分でアナログ量とかけ離れたデジタルデータが出力されたとします。このようなことは近年のA/Dコンバーターではほとんど見られませんが、初期のCDではよく見られた現象です。このような場合、誤差部分は波形が損傷しているのと同じでまったく帯域制限されていないため、もとの波形は緑のオーディオ帯域に収まっているのに、図4のように無限大の周波数まで広がるノイズ成分が現れてしまいます。



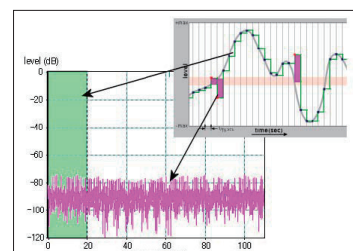
●図1: A/D変換の模式図。一定の間隔でアナログ量をデジタル値に置き換えていく



●図2: 正しくA/D変換が行われた場合の、デジタルデータが持つオーディオ情報は 22.05kHz 以下の部分のみになる（サンプリング周波数 44.1kHz の場合）



●図3: A/D変換のミスにより、アナログ量と関係のないオーディオ帯域外のデータが出力された場合



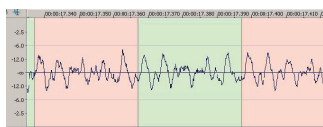
●図4: 波形が破損した部分のオーディオ帯域外のデータは広い周波数帯にノイズとして現れる

◎音声圧縮による帯域外ノイズの発生

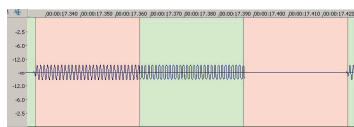
次にAAC、MP3、ドルビーデジタルなどの非可逆圧縮（ロッシー圧縮）と呼ばれるデジタル音声信号の場合です。

一般的に非可逆圧縮では、最初の元のオーディオ波形を20～40ミリ秒ごとに分割（図5）。次に、分割された各断片に含まれる周波数成分の振幅と位相が解析されます。その後、勢力の小さい周波数成分を記録しなかったり、記録精度（ビット数）を減らしたりして情報を間引き。音声の圧縮は主にこの間引きにより記録情報を減らしているわけです。これらは他に音量が大きいなど、耳に入りやすい周波数成分があるから起こること（聴感マスキング）で人間には間引いたことは分かりにくいという理論で行われます。

ここで、あるひとつの周波数成分に注目していると、断片ごとにひずみが増えたり、波形がなくなったりします（図6）。これは先の不完全なPCM波形同様に波形に不連続性が生じるため、オーディオ帯域外の成分を含むようになります。この精度劣化は動的に起こるので、周波数成分も動的に変化しますが、広い周波数にノイズが発生することがあります（図7）。



●図5:非可逆圧縮でのA/D変換の行程。圧縮のため一定の時間ごとに波形が分割される。図ではそれぞれの断片を赤と緑で区別している



●図6: 情報を間引かれたため、信号波形の乱れや、断片ごと欠落した部分が生じた周波数成分(1075Hz-15dB)の例

◎ノイズ折り返しによるビートの発生

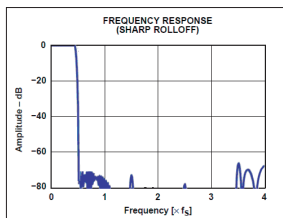
これまで示したふたつの帯域外ノイズは、可聴帯域外のためにあまり問題視されていませんでした。しかし、この成分はサンプリング周波数の1/2 ($f_s=48\text{kHz}$ の場合は 24kHz)で折り返されるため、実際のノイズ波形分布は可聴帯域内にも現れます。また現在のDAコンバーターの主流はオーバーサンプリング型ですが、オーバーサンプリングを行うと、さらに f_s 、 $2f_s$ ……での折り返しが発生し、ノイズ波形が複雑になります（図8）。

この複雑なスペクトラムのうち、サンプリング周波数 ($f_s=48\text{kHz}$)の周辺はノイズ波形が折り返されているため、同じ大きさの周波数が近接して多数存在。これらの周波数が干渉あい、その差成分が人間の耳にビート音として聴こえてしまいます。

このサンプリング周波数周辺の帯域外ノイズの分布は、オーバーサンプリングデジタルフィルターで減衰することができますが、人間の聴感には敏感なのでなかなか除去できません。また無理に減衰させようとして急峻なフィルターを使うと、次に示すリングングの発生が問題になります。

◎急峻なデジタルフィルターによるリングングの発生

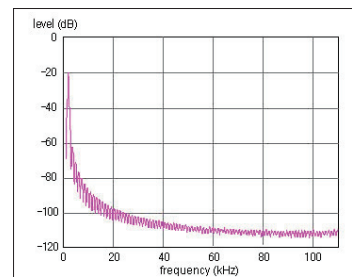
図9はアンプでごく普通に使われているデジタルフィルター（シャープカットオフ特性）の代表例です。特長はサンプリング周波数の1/2付近の狭い周波数範囲でシャープに減衰させていることです。このような特性のフィルターに帯域制限されていない波形（キズのある波形）を入力すると、リングングが発生します。



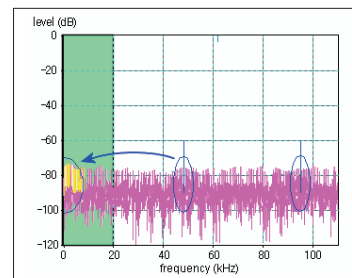
●図9:シャープカットオフ特性を持つデジタルフィルターの周波数レスポンス

図10は波形の損傷が再生に与える影響を解析するために作ったサンプル波形です。基本は正弦波（純粋な単音の周波数波形）ですが、一周周期に一回程度データを欠落させてあります。図11はその周波数を解析したものです。

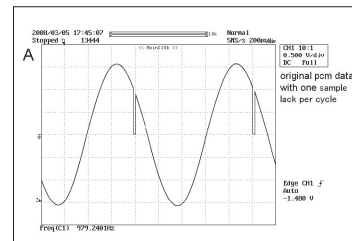
このサンプル波形をシャープカットオフ特性を持つデジタルフィルターに入力すると、図12のような波形が出力されます。元のサンプル波形の欠損部分を中心にリングングが発生していることがわかります。このリングング自体は可聴帯域内の振動ではないので、基本的には人間の耳に聴こえるものではありません。しかし回路や部品は余分なノイズ成分を扱うことになり、半導体の非線形部分で整流や混変調が起こるようです。このため、音質劣化や、いわゆるデジタル臭いといわれる音質の硬さの原因となります。



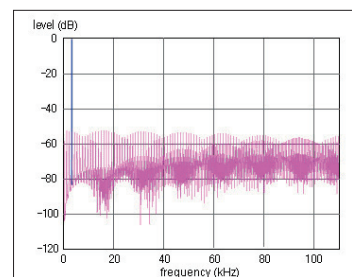
●図7: 波形の乱れや欠落が原因で発生するノイズの例



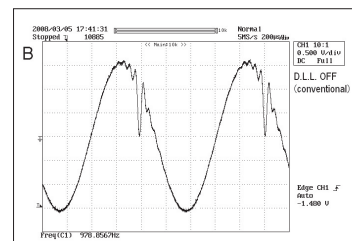
●図8: 帯域外ノイズが折り返されることで、可聴帯域内にもノイズスペクトラムが現れてしまう。黄色い部分は耳にビート音として聴こえてしまうノイズ成分



●図10: 検証のため、部分的に波形を欠落させたサンプル波形



●図11: サンプル波形の周波数を解析したもの。青い線が元の正弦波の波形分布。ピンクの複雑な波形分布は、波形の欠落が原因で発生した帯域制限されていない成分



●図12: シャープカットオフ特性を持つデジタルフィルターで処理した場合のサンプル波形

このリングングは波形の損傷のないデジタルデータでは発生しません。たとえば近年の性能の良いA/Dコンバーターを使って制作されたCDやブルーレイディスクに記録されたHDオーディオでは、シャープカットオフ特性のデジタルフィルターを使って再生しても問題は発生しません。しかし、一般に録音状態が悪いPCMコンテンツや、DVDやデジタル放送に使われる非可逆圧縮は、少なからず存在する損傷部分ごとにリングングが発生し、音質を劣化させます。

◎「非可逆圧縮音声にとって理想的なDA変換処理「D.L.L. (デジタル・レガート・リニア)」

このようにCDや非可逆圧縮信号のDA変換処理では、データの欠損が原因のビートやリングングの発生を避けられません。これらを改善するためには、(1)あらかじめサンプリング周波数付近の帯域外成分を大きく減衰させる。(2)リングングの発生しない特性のデジタルフィルターでロールオフ処理を行う。その後で、DAコンバーター用オーバーサンプリングを行う必要があります。この二つの処理をDSP上で実現するのが、「D.L.L. (デジタル・レガート・リニア)」処理です。

図13は「D.L.L. (デジタル・レガート・リニア)」が動作しているときの、DAC出力までの総合フィルター特性。サンプリング周波数 ($f_s=48\text{kHz}$) の部分でとても大きな減衰があり、サンプリング周波数の2倍付近 ($2f_s=96\text{kHz}$) 以上ではノイズが完全になくなっています。

図14は「D.L.L. (デジタル・レガート・リニア)」から出力された後のノイズの分布です。サンプリング周波数とその2倍の周波数の近くにあるノイズは、 -200dB 以下まで減衰。これによりビート障害が防止されます。

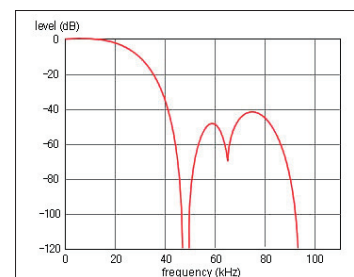
図15は先ほどのサンプル波形を「D.L.L. (デジタル・レガート・リニア)」に入力したときのグラフです。リングングの発生がないことがわかります。

「D.L.L. (デジタル・レガート・リニア)」処理後の音の特徴は、音色が自然で豊かになることです。音楽が演奏される場所の音場感が豊かに再現され、よりリアルな音が得られます。特にデジタル放送 (AAC) の音質改善は大きく、クラシックの音楽番組は瑞々しい音があふれ、映画では音響効果の深みが増し、迫力のあるサウンドが得られます。またDVDの圧縮音声や、CDを再生してみると、音の硬さや、音場感の向上といった音質改善効果を実感できるでしょう。

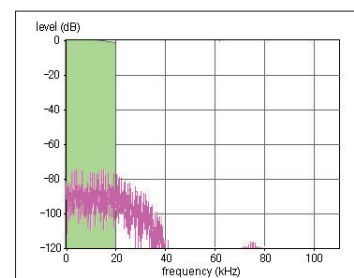
◎「D.L.L. (デジタル・レガート・リニア)」の動作仕様

「AUTO」に設定すると、非可逆圧縮で録音された音声を高音質で再生できます。リニアPCMで記録されているCDの音声ならさらに音質が向上します。設定はAUTO1/AUTO2/OFFの3つがあり、好みやソースに合わせて選択できます。

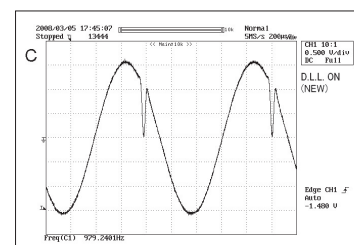
- ・AUTO1 非可逆圧縮された音声フォーマットとアナログ音声信号に対して機能します。
- ・AUTO2 リニアPCM信号に対しても、非可逆圧縮された音声フォーマットとアナログ音声信号と同様に機能します。



● 図13: 「D.L.L. (デジタル・レガート・リニア)」動作時の総合フィルター特性。 $f_s=48\text{kHz}$ のときのものを示している



● 図14: 「D.L.L. (デジタル・レガート・リニア)」で減衰されたノイズの分布



● 図15: サンプル波形を「D.L.L. (デジタル・レガート・リニア)」で処理した場合の波形

スーパーオーディオCDのDSD信号を高精度にデジタル伝送する 「H.A.T.S. (High quality Audio Transfar System) for HDMI」を採用。 DSD信号の豊かな情報量を失わない信号処理「32ビットDSD DAC」を実現し、 スーパーオーディオCD本来の高音質を再現

TA-DA5700ESは、スーパーオーディオCDの高音質再生にもこだわりました。

ジッタ発生のない高精度な伝送方式「H.A.T.S. for HDMI」や

DSD信号の情報をそのままニアPCM信号に変換する「32ビット DSD DAC」で高音質を追求。

ステレオソースはもちろん、マルチチャンネルソースでもスーパーオーディオCDの優れた表現力を堪能できます。

双方向通信でアンプとプレーヤーが同期して動作。データを高精度に転送できる「H.A.T.S. for HDMI」

◎HDMI端子を使って、双方向伝送(フロー制御)を実現

TA-DA5700ESには、従来モデルでも好評だった「H.A.T.S. for HDMI」を搭載。スーパーオーディオCDの音声信号をHDMI接続でDSDデータのままデジタル伝送できるもので、対応するスーパーオーディオCD／CDプレーヤー、SCD-XA5400ESと組み合わせによって機能します。

「H.A.T.S. for HDMI」は、双方向通信によりアンプとプレーヤーが通信を行いながらオーディオデータの転送スピードをコントロールする技術です。スーパーオーディオCD／CDプレーヤーとTA-DA5700ESのクロックは基本的に数10ppmしかずれていませんが、完全に一致していないので、プレーヤーからの送りだされる信号とアンプが受け取る信号は次第にずれていきます。アンプは内蔵のデータバッファに貯めこまれるオーディオデータの量を常に監視し、バッファが空にならないよう、あるいは溢れないようにデータ量に応じてプレーヤーからのデータ転送速度をコントロールします(図1)。

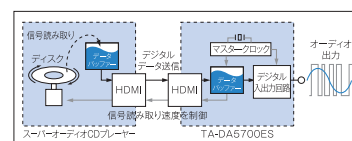
DA変換自体はDAコンバーター近くにあるマスタークロックのタイミングで行われるので、データ伝送時に発生するジッタは混入せず、楽器の実体感と高音質はもちろん、広い音場に染み渡るように広がる空気感までも再現するクリアな音質を獲得しています。「H.A.T.S. for HDMI」は、HDMIメニュー内の「H.A.T.S.」で「ON/OFF」の切り替えが可能ですので、音質の違いを手軽に比較できます。

DSDデータの情報量を損なわずにPCMデータに変換する「32ビット DSD DAC」

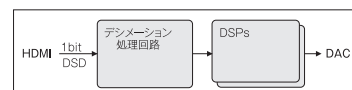
◎32ビット精度でスーパーオーディオCDの高音質をありのままに再現

TA-DA5700ESに入力されたDSDデータは、アンプ内部でPCM信号に変換(デシメーション処理)されます。これは、アンプ内で自動音場補正機能などのデジタル信号処理を行うためには信号がPCM信号でないと演算処理ができないため、必須の処理。このDSD-PCM変換処理は一種のデジタルフィルターで、通常FIRフィルターでは64fs($f_s=2.8\text{MHz}$)もの高速データ列を処理する必要があり、一般に使われるDSPでは演算不可能で、従来はDSPの外部に専用のデバイスを追加して行っていました(図2)。しかし、このデバイスは内部アーキテクチャーが古いので、デシメーション結果が24ビット精度に達成しておらず、音質的に改善の余地がありました。TA-DA5700ESでは、DSPでデシメーション処理を行う新しい手法「32ビット DSD DAC」方式を採用。独自のアルゴリズムにより高速データ列をDSPでデシメーション処理することを可能としました(図3)。この方式は一回のフィルター演算で64fsのデータを一気に4fsに落とすので、数回に分けて処理を行う一般的な方法に比べても、情報量の欠落がほとんどありません。その結果として32ビットもの高い分解能を獲得。スーパーオーディオCDのDSDストリームは、中域ではほぼ30ビット、低域はそれよりやや大きく、高域はそれよりやや少なくなります。したがって32ビット分解能は、ほぼDSDの情報量を失わない性能です。

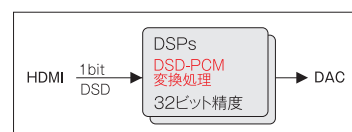
図4は「32ビット DSD DAC」のフィルター特性。30kHzまではほぼフラットなレスポンスで、それ以上の高域ではなだらかに減衰していきます。これとアンプのDAコンバーター出力にあるアナログローパスフィルターの組み合わせで、スーパーオーディオCDの規格をまとめたスカーレットブック推奨の減衰特性を得ています。



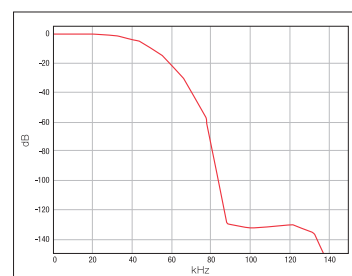
●図1:「H.A.T.S. for HDMI」によるデジタル伝送の概念図



●図2: 従来搭載されていたDSD-PCM変換処理の回路イメージ。専用のデバイスで変換処理を行った後で、DSPに入力される



●図3: TA-DA5700ESのDSD-PCM変換処理の回路イメージ。DSP内部でデシメーション処理を行うことで32ビット精度の分解能を実現



●図4:「32ビット DSD DAC」のフィルター特性

すべての映像をハイビジョン解像度で出力する 「フルHDアップスケーリング」、 音質の影響にも配慮した待機用電源など低消費電力化にも配慮しました

TA-DA5700ESでは、高音質に加えて画質面にも力を注ぎました。

特にDVDをはじめとするSD映像（従来解像度の映像）がアナログ映像入力された場合、これらはハイビジョンの解像度である1080p信号にアップコンバートが可能です。

このためDVDソフトの再生でも、従来より高精細で色鮮やかな映像を堪能できます。

さらに、電源OFFでもHDMIのパススルーなどが使える省エネルギー電源搭載で使いやすさも改善しました。

フルHDアップスケーリング

◎STmicro社の高性能映像処理技術「ファロージャ DCDiシネマ技術」を採用

TA-DA5700ESでは、入力されたすべてのアナログ入力映像信号を1080pまでアップスケールしHDMI端子から出力できるほか、アナログコンポーネント出力端子からも1080iまでの出力が可能です。

アナログ入力からHDMIへの映像アップコンバート処理では、自動で映像解像度を設定。接続したテレビやプロジェクターに合わせて最適なアップコンバート映像を出力します。この映像処理にはSTmicro社（旧Genesis社*）「ファロージャ DCDiシネマ技術」（写真1）を採用しました。これによりアップスケーリング、I/P変換をはじめ、コンポジット信号の3次元Y/C分離やTBC機能を備え、ビデオ素材、フィルム素材ともに斜め線のギザギザが目立たない、なめらかな輪郭の映像を楽しめます。さらに、3Dノイズリダクション機能やMPEGノイズリダクション機能、原色そのままの色を再現する「アドバンスド・カラー・マネジメント」機能により、DVDなどのSD映像をハイビジョン映像に近い高画質で再現できます。

また、この映像処理用LSIは、「GUIブレンディング」などのビデオ処理も行います。

*2008年にSTmicro社と合併



●写真1: 高画質技術「ファロージャ DCDiシネマ技術」のロゴマーク

使いやすさと省エネルギーを両立するスタンバイ用電源を追加

◎低消費電力でHDMIのパススルーやネットワーク機能を動作

TA-DA5700ESでは、新たに「省エネルギーHDMIのパススルー&ネットワーク」を採用。メイン電源がOFFのときのみ動作する低消費電力のスイッチングレギュレーターを搭載することで、少ない消費電力でネットワークとHDMIのパススルー機能を使用できます（初期値はどちらもOFF）。マルチチャンネルインテグレートアンプはブルーレイディスクレコーダーなどのテレビ受信機器やAVソースのセクターになっていることが多いですが、常時電源をONにしておかなくても、HDMIのパススルー、ネットワーク機能を単独で10W以下、同時使用で17W以下の低消費電力で使用できます。なお、パススルーやLANが停止する状態を選択する（初期値）と、スタンバイ時の電力は0.5W以下まで小さくなります。また、電源がONになると大型の高音質電源トランスが動作しますが、このときはスイッチングレギュレーターは動作を停止してノイズ源になることを防止しています。また、動作を停止してもスイッチングレギュレーターにはノイズ防止用のコンデンサというものがあり、これがついていることでトランス動作時にもACラインからノイズが混入する経路となってしまう。そこでTA-DA5700ESでは、電源トランス動作時はスイッチングレギュレーターをリレーにより電氣的に完全に切り離すというように、徹底した高音質設計を施しています。

[前面]



DIGITAL

- OPTICAL IN1 (GAME)
- IN 2 (SAT/CATV)
- IN 3 (TV)
- IN 4 (MD)
- OUT
- COAXIAL IN 1 (BD/DVD)
- IN 2 (VIDEO 1)
- IN 3 (SA-CD/CD)
- ASSIGNABLE (INPUT ONLY)

IR REMOTE

- IN
- OUT 1
- OUT 2

HDMI

- ASSIGNABLE (INPUT ONLY)
- IN 5 (VIDEO 1)
- IN 4 (BD/DVD)
- IN 3 (SA-CD/CD)
- IN 2 (SAT/CATV)
- IN 1 (GAME)
- OUT B
- OUT A ARC

COMPONENT VIDEO

- MONITOR OUT
- IN 2 (SAT/CATV)
- IN 1 (BD/DVD)

MULTI CHANNEL INPUT

- PHONO
- ZONE 3
- ZONE 2
- VIDEO 1
- SAT/CATV
- GAME
- BD/DVD
- TUNER
- MD
- TAPE
- TV

PRE OUT

- CENTER
- FRONT
- SURROUND
- SUR BACK
- FRONT HIGH
- SUBWOOFER

SPEAKERS

- SURROUND BACK (ZONE 2)
- SURROUND -
- FRONT B / FRONT HIGH
- FRONT A -

AC OUTLET

SWITCHED TOTAL 100W/1A

IMPEDANCE USE		
SPEAKERS	SELECT 4Ω	SELECT 8Ω
FRONT	A or B	8-16Ω
A + B	8-16Ω	16Ω HIGHER
CENTER, SURROUND, SURROUND BACK	4-16Ω	8-16Ω

~ AC IN

Manufactured under license from Dolby Laboratories.
Dolby, Pro Logic, the "AAC" logo, and the double-D symbol are trademarks of Dolby Laboratories.

SONY® MODEL NO. TA-DA5700ES
MULTI CHANNEL INTEGRATED AMPLIFIER
ソニー株式会社 MADE IN MALAYSIA
PS E.MCS ~100V 50/60Hz 300W

4-203-928-61 DA5700ES J SERIAL NO. 0000004

Manufactured under license under U.S. Patent No's: 5,956,674, 5,974,380, 5,978,762, 6,487,535, 6,226,616, 7,212,872, 7,003,467, 7,272,567, 7,668,723, 7,392,195, 7,333,929, 7,548,853 & other U.S. and worldwide patents issued & pending. DTS-HD, the Symbol, & DTS-HD and the Symbol together are registered trademarks & DTS-HD Master Audio is a trademark of DTS, Inc. ©DTS, Inc. All Rights Reserved.



多機能リモコン
RM-AAL039



簡単リモコン
RM-AAU124



〔音場補正マイク〕

◎TA-DA5700ESの主な仕様

●映像系機器（音声&映像）入力／出力	： 5系統／1系統
●映像モニター出力	： 1系統
●コンポーネント映像入力／出力	： 2系統／1系統
●HDMI入力／出力	： 6系統／2系統（A/B切替、同時、OFF）
●HDMI（3D対応／ARC／パススルー）	： ●／●／●（＊1）
●LAN端子	： 4系統
●PC入力（USB端子Bタイプ）	： ●（＊2）
●USB端子Aタイプ	： ●（＊2）
●デジタル入力 光／同軸	： 4系統／3系統
●デジタル出力 光	： 1系統
●オーディオ入力	
フォノ（MM）／ライン系	： 1系統／5系統
●オーディオ出力	
REC OUT	1系統
フロント	： 1系統（L/R）
センター／サラウンド	： 1系統／1系統（L/R）
サラウンドバック	： 1系統（L/R）
フロントハイ	： 1系統（L/R）
サブウーファー	： 2系統
ヘッドホン	： 1系統
●マルチチャンネル入力	： 1系統（7.1チャンネル）
●実用最大出力（JEITA 4／8Ω）	： フロント160W+160W、センター160W、サラウンド160W+160W、 サラウンドバック160W+160W、フロントハイ160W+160W
●定格出力（20Hz～20kHz、8Ω）	： フロント120W+120W、センター120W、サラウンド120W+120W、 サラウンドバック120W+120W、フロントハイ120W+120W
●スピーカー適合インピーダンス	： 4Ωまたはそれ以上
●全高調波ひずみ率	： フロント0.09%以下（8Ω負荷、120W+120W、20Hz～20kHz）
●周波数特性	： 10Hz～100kHz±3dB（8Ω時、スーパーオーディオCD入力ースピーカー出力間）
●SN比（Aネットワーク）	： LINE系:96dB（サラウンド、EQすべてOFF時）
●トーンコントロール	： フロント BASS/TREBLE、センター BASS/TREBLE、サラウンド BASS/TREBLE、 サラウンドバック BASS/TREBLE、フロントハイ BASS/TREBLE
●ネットワーク機能	
DLNAクライアント（＊3）	： ●
インターネットサービス	： ベルリン・フィル（ブラビア）デジタルコンサートホール、ソニー・エンタテインメントネットワーク ビデオ オンデマンド（＊3）、YouTube™
●ヘッドホン出力	： 60mW+60mW（32Ω）
●自動音場補正システム	： ペアマッチング方式、1/3オクターブバンド・グラフィックイコライザー方式
●電源	： AC100V、50/60Hz
●消費電力	： 約300W
●ACアウトレット	： 連動2系統
●外形寸法（幅×高さ×奥行）mm	： 約430×187.5×420
●質量	： 約18.2kg
●付属品	： 音場補正マイク、電源コード、リモートコンマダー（単リモコン）、 リモートコンマダー（多機能リモコン）
●対応サラウンドフォーマット／ サウンドモード	： ドルビーデジタル、ドルビーデジタルEX、ドルビーデジタルプラス、ドルビーTrueHD、 DTS、DTS 96/24、DTS-ESマトリックス6.1、DTS-ES ディスクリット6.1、 DTS-HDマスターオーディオ、DTS-HD ハイレゾリューションオーディオ、 DTS-Neo:6、DTS-Neo:X、MPEG-2 AAC、 ドルビープロジックII、ドルビープロジックIIx、ドルビープロジックIIz、DSD

＊1：ARCおよびパススルーはHDMI A出力のみ ＊2：PC入力は背面、USB端子Aタイプは前面にあります ＊3：DLNAクライアントはパソコン内にある写真、音楽ファイルをAVアンプで再生することができます ＊3：Android™ 携帯が無線LANを搭載し、かつDLNAサーバーソフトがインストールされていることが必要です

●仕様および掲載の写真類は設計段階のものであり、実際の商品と異なる場合があります

ソニー株式会社／ソニーマーケティング株式会社