

HANIWA 統合型 REAL 3D AUDIO SYSTEM

本システムの目的は、入力された信号を可能な限り忠実に、音として再生することです。そのため、入力信号以外の音を一切出さない小型スピーカーと、デジタル技術を駆使したシステム・アンプを一つに統合したオーディオ装置として動作するように最適化しました。

HDSA01 デジタル位相制御 システム・アンプ

HDSA01（デジタル位相制御システム・アンプ）は、多様な入力信号を全てシステム標準の 192kHz/24bit に変換して処理し、ゲインと位相の周波数特性を互いに独立に精密に調整してスピーカーの特性を補正した上で、HSP01（小型フルレンジ・スピーカー）を駆動します。



入力	アナログ	RCA : 2ch (ステレオ) ±20dB ゲイン可変
	デジタル	光 : 2ch / Coax : 2ch / AES : 1ch
出力	アナログ	光 : 1ch (ステレオ) 外部パワーアンプ用 スピーカー駆動 : 400W (at 4Ω)
	USB ポート	USB 2.0 でPCと双方向接続
APDC ユニット	ゲインと位相曲線を互いに独立に調整可能	
寸法 (WHD)	316 x 95 x 370mm	
重量	5.5 kg	

HSP01 フルレンジ クリアフォーカス スピーカー

HSP01 は、

- ・アルミ一体 casting の、小型 / 完全密閉で共振を全て排除した構造
- ・再生音がボケない 仮想点音源を構成する、音出力部の形状デザイン
- ・高い音響エネルギーを十分な応答速度を保持して再生可能な、従来の常識を超えた新開発ユニットを装備しており、それを HDSA01 で、繊細なピアノシモから豪快なフォルテシモまで、精確かつ強力に駆動します。これにより 驚異的なリアリティーとインパクトを持つ再生音が実現しました。

それぞれ以下の特徴をもつ、3種類のバリエーションを用意しています。

- ・Type M : ほぼ全ての用途に対応する汎用型です。
- ・Type S : 精確な3次元空間表現により、奏者達による音楽の対話を心ゆくまで楽しめます。
- ・Type L : 低音楽器の精確な動きを支えられた壮大な曲を楽しめます。



	Type S	Type M	Type L
フルレンジユニット	3.5" アルミコーン	3.5" アルミコーン	5.0" アルミコーン
再生帯域	35Hz - 32kHz (-10dB)	30Hz - 30kHz (-10dB)	28Hz - 26kHz (-10dB)
インピーダンス	1.5Ω at 100Hz	1.5Ω at 100Hz	1.7Ω at 100Hz
インダクタンス	2.0mH at 100Hz	2.0mH at 100Hz	2.0mH at 100Hz
寸法 (WHD)	400 X 1,140 X 400 mm	450 X 1,045 X 450 mm	450 X 1,060 X 450 mm
ホーン寸法 (Φ, D)	240 X 167 mm	270 X 202 mm	290 X 210 mm
重量	9.5kg	12.0 kg	14.5 kg

HANIWA REAL 3D AUDIO



HSP01
フルレンジ
クリアフォーカス
スピーカー シリーズ

このコンパクトなシステムが
手で触れられるほどのリアリティーをもって
壮大な名演奏をお届けします



HANIWA Audio リスニングルーム

◆河川無線 大阪日本橋店
〒556-0005
大阪市浪速区日本橋4丁目8-12
TEL : 06-6631-0321
<http://www.kawaguchimusen.co.jp>

◆芦屋 HANIWA リスニングルーム
〒659-0093
兵庫県芦屋市船戸町5番2号 (ハーブ芦屋駅前ビル 1F奥)
TEL : 0797-35-0231
<http://www.kawaguchimusen.co.jp>

◆秋葉原 HANIWA リスニングルーム (予約制)
〒101-0024
東京都千代田区神田和泉町 1-12-15
クボテック株式会社東京営業所内
TEL : 03-5820-3921
メール : haniwa@kubotek.co.jp

統合型 REAL 3D AUDIO SYSTEM

HANIWA Audio

REAL 3D AUDIO が目指すのは

演奏と空間を 生々しく目の前に再現すること

カートリッジからスピーカーまで、オーディオ装置全体に視野を広げた弛まぬ開発努力が実を結び
音楽ソースに潜む情報を余すところなく引き出し
そのまま忠実にそして生き活きと再生する方法を確立しました

HANIWA REAL 3D AUDIO 開発の技術指針

1. 入力された信号波形を崩さずに同じ波形の音として再生し、リスナーに届けること
2. 左右チャンネルの時間差を正確に再現し、音空間を正確にリスナーに届けること

1. 音波形へのこだわり

「オーディオ・システムが、音楽を録音された通りに再生する」というのは単純明快で現実的な要求ですが、オーディオの現状はこの問いかけからは大きくかけ離れています。多くの場合、「音波形の維持」という客観的な技術目標ではなく、「原音に忠実」と言いつつ 再生装置固有の「良い音」という主観的目標を、技術的誤解を含んだまま追求しているのが現状です。

オーディオ・コンポーネントが原音を忠実に再現していることを確認するための解析手法として、いわゆる「f- 特カーブ（ゲインの周波数特性）」が挙げられ、オーディオ・システムやコンポーネントの良し悪しの判断に広い範囲で利用されています。周波数を高域、中域、低域に分けて考え、それぞれが周波数に対してフラットなゲインで再生できるシステムやコンポーネントは「原音に忠実な再生をする」と評されるのが普通です。しかし、「f- 特カーブ」がフラットなだけでは、波形の維持が保証されないことは、周波数解析の基本的な知識です。**波形維持のためには、f- 特カーブと共に、「時間軸方向の信号のズレの量を周波数ごとに表す周波数特性「p- カーブ」も同様にフラットであること」が必須条件**なのです。

それでは、なぜ「p- カーブ」をフラットにすることが議論の対象になって来なかったのでしょうか？

それは単純に言えば「p- カーブをフラットにするのが、不可能に近いほど困難だから」です。何故なら、これまでのオーディオ・システムが、「位相（時間特性）を思うようには制御できない物理現象」を直接利用したコンポーネントから成り立っており、しかもその各コンポーネントが個別バラバラに開発されているために、解決の目処がたたないのです。例えば、f- 特カーブをフラットに近づけようとフィルタ回路を作っても、そのフィルタ回路自身のp- カーブですらフラットにはなりません。コンポーネントを繋いで完成しているオーディオ・システムでは、コンポーネントごとに異なる、制御されていないp- カーブが何重にも積み重なってゆくの、最終的な音に辿り着くまでには、全体としてのp- カーブが收拾のつかないほど乱れたものになってしまいます。これでは、出てくる音の波形が元の音源の波形を維持していることを期待するのは、土台無理な話なのです。

アナログ・オーディオ技術の限界

「物理的な量を直接利用して信号の強弱を表現し、さらにそれを音に変換する技術」というのは、電子回路、電気回路、スピーカーユニット、そしてエンクロージャという自然現象をそのまま利用した技術、つまりアナログ技術のことで、現在のほとんどのオーディオ装置がこのような基礎技術によって作られています。

ところで、物理現象というのは、常に「時間の経過」という制御不能の大原則に支配されています。また、扱う物理量（電圧、電流、抵抗値、電気容量、誘電率など）は、物理量の変化がある範囲を越えると、現象そのものが単純な「比例関係」を保てずに歪んで行きます。例えば、人が聞き取れる音は数Hz～数十kHz であり、1万倍という広い周波数範囲にわたっていますが、その全域で比例関係を保つ物理現象はほとんどありません。そのため「信号が比例関係を保っていると許容できる範囲に区切って処理をし、その結果をあてつなぎ合わせる」という手順を踏む必要が出てきます。

このようないくつか重なった処理手順のあとへ行けば行くほど 音の高低などによる時間のズレや歪みが積み重なって行かざるを得ないのがアナログ技術です。つまり、多くのアナログ・コンポーネントを連ねて構成するオーディオ・システムでは、信号が入ってから音として出るまでに、数多くの様々な変形が積み重なって、波形が乱れざるを得ないのです。

電子回路では可聴音域の数Hz～数十kHzを信号として扱うのは比較的容易ですが、「電気回路」～「スピーカーユニット+エンクロージャ」という過程ではこのように広帯域の「電気～音」変換を波形を崩さずに実行することは、ほとんど不可能なほど困難で、波形の乱れもこの「電気～音」変換の段階で顕著に現れます。

デジタル信号処理技術の可能性

一方、デジタル信号処理がアナログ技術と決定的に異なるのは、デジタル信号処理では信号を純粋に数値として表現するので、「安定した記憶機能」という特性を利用して、「時間をずらす」ことが可能である「桁数を増やせば非常に小さな量から大きな量まで正確さを失わずに表現できる」「数式で表現できる全ての処理を情報量の大小にかかわらず正確に実行できる」

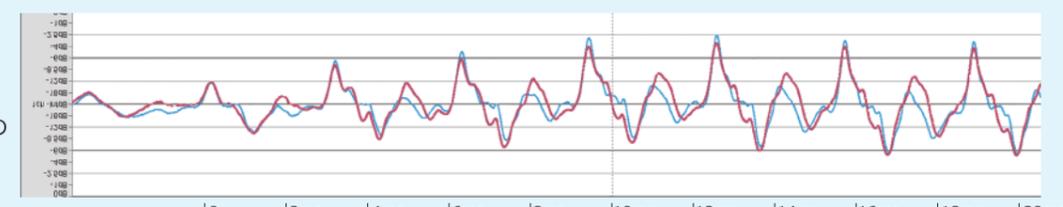
制限は記憶容量と処理速度ですが、それらは近年の劇的進化により、10Hzから96kHz（192kHzサンプリング）にわたる信号を大容量の記憶を介して処理することが出来るようになってきました。記憶装置の問題は、すでに微細化技術の進歩によって容量とその入出力速度共に十分対処可能になっており、又 それに対する信号処理機能も DSP (Digital Signal Processor) という特殊な並列処理デバイスの進化により、これまで理論的には可能でも処理速度など実装上の限界でできなかった時間軸操作が可能になっています。

HANIWA 技術の具体的成果

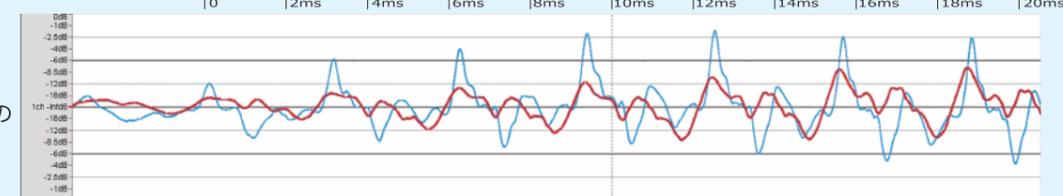
アナログ&デジタルの総力を駆使する HANIWA の実際の波形は・・・ 「HDSA01+HSP01 オーディオ・システム」 対 「他の高級マルチウェイ・システム」

青いカーブ = 入力信号波形 赤いカーブ = 出力波形 (演奏例: Art Pepper meets The Rhythm Section)

青の入力に対する
HDSA01+HSP01
オーディオ・システムの
出力音波形



同じ入力に対する
他社製 高級
マルチウェイ・システムの
出力音波形



上記2つのグラフは、2つの異なるシステムで“Art Pepper meets The Rhythm Section”を再生した時の出力音波形を比べたものです。最初のグラフは HANIWA 製品、下のグラフは高級オーディオ・メーカーの製品の出力音波形をそれぞれ入力信号波形と重ねて表示しました。それぞれがどの程度 原信号の波形を維持した出力音波形になっているか、見てみましょう。

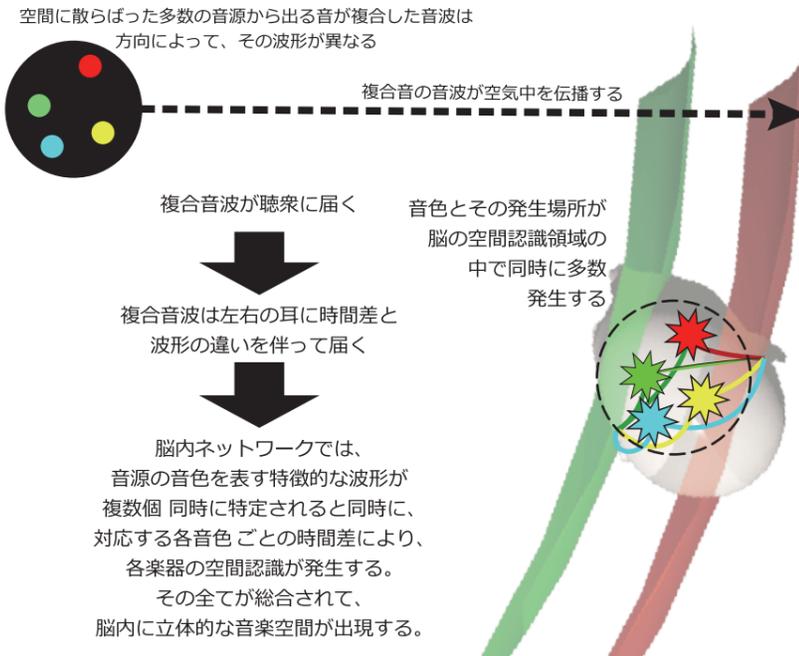
青い入力波形（上下共通）を見ると、鋭くて高い上向きのピークが示されていますが、これはトランペット等金管楽器や、サクスの音の出だしに現れる破裂音に特有の波形です。HANIWA 製品の出力波形は、この特徴ある波形をほぼ維持し、立ち上がり波形のタイミングもピークの高さもうまく再生しています。一方、市販高級マルチウェイ・システムでは、ピークの鋭さは消え失せ、波形が上下対称に近くなってサクスに特有な波形が大幅に鈍っており、その鳴り始めが遅く、立ち上がり時間も長くなってメリハリが全く失われています。

この実験で HANIWA が既存システムとは比較にならないほど正確に入力音波形を維持し、原音の魅力を再生できることが実証出来ました。

2. 演奏空間を再生する問題

聴覚を使って3次元空間を感じる際には、左右の耳に届く音の時間差が重要な役割を果たしています。生演奏は様々な楽器が配置されたホールで演じられるので、それを空間を含めて忠実に再生するためには、この時間差が少しでも狂ってしまうと演奏空間が混濁して、生の現実感が失われてしまいます。

音響によって3次元空間を認識するプロセスとは？



多くの楽器が持つそれぞれ固有の音波形を正確に伝える技術は、音楽空間をリアルに表現するためには絶対に必要です



聴覚は、そもそも動物の生存本能を満たす道具として、危険回避と捕食のために必須の機能であり、自然災害、外敵や獲物の場所を特定するという重要な役割を担ってきました。

音楽の澁刺とした生演奏を再現するのであれば、この3次元空間を認識する聴覚の働きを良く理解した上で、オーディオ装置を開発しなければなりません。

ところで、生演奏を楽しんでいる時、脳内では何が起きているのでしょうか？

楽器や歌手が発した音は、左右の鼓膜にわずかな時間差を持って到達します。例えば、楽器が左耳に近い側で演奏されると、その音は左耳に右耳よりわずかに早く届きます。

この聴覚刺激が脳ネットワークに広がって伝わるに連れて、同時に鳴っている多数の楽器の音がリアルタイムで識別され、それぞれの楽器音の左右の時間差が同時に多数認識されます。

この過程では、左右の複合した音波形の中から非常に微細な各音源の波形の特徴が抽出され、それを抛り所として複数音源のそれぞれの空間位置が素早く安定して判断されます。

これらの情報は、脳内の空間認識領域で演奏の総合的なイメージとして統合されます。演奏鑑賞の体験がステージの広がりや奥行きを伴って脳内に作り出されるのです。

原音の波形が正確に伝わることで初めて生演奏の一部始終を自然に感じ取れる

このように聴覚の働きを理解すると、オーディオ・システムが正しい音波形を送り出すことがいかに重要であるかを、正確に理解できます。特に、音波形の特徴を正確に、かつ時間関係を崩さずに再生することが、存在感を持った音楽を生々しく感じ取れるための鍵となります。同時に、ピアノ、ヴァイオリンの繊細なタッチや金管や打楽器の迫力なども、正確な音波形の伝達によってのみ、蘇るのです。

「オーディオ装置が勝手に音を作り出してはいけない」これが Haniwa の主張です。

3. Haniwa のソリューション

精確な空間表現には、フルレンジのシングル・ユニット・スピーカーが最適です

波形を精確に再生し、リアルな空間表現を実現するのに最適なスピーカーを追求した結果、フルレンジのシングル・ユニット・スピーカーが最善であり、特に空間表現に関してはマルチウェイ・スピーカーは不適當、と言う結論に達しました。

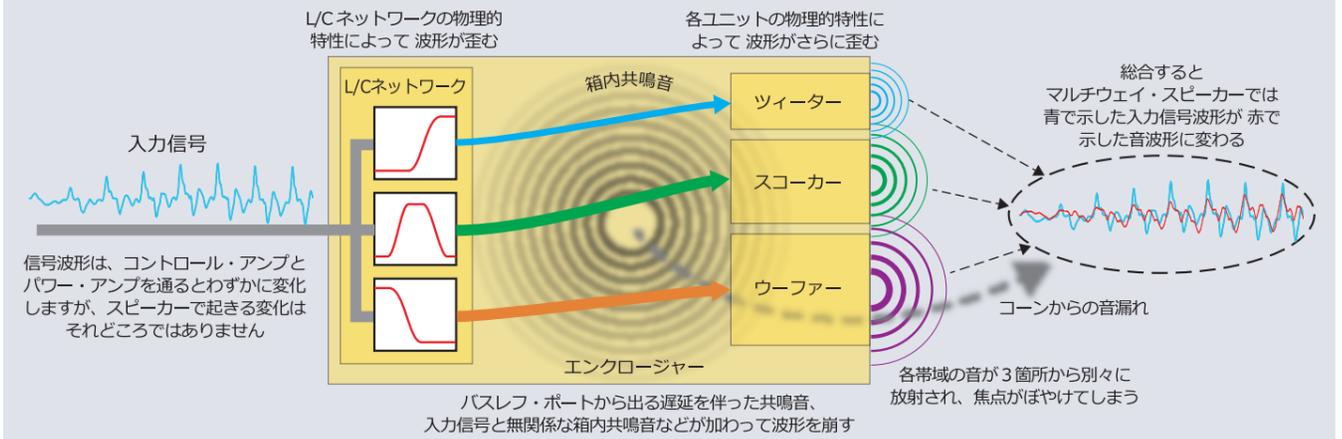
単純に考えると、マルチウェイ・スピーカーの方が音楽を豊かにフル・スケールで表現するのに向いているように思えます。広く信じられているのは、音源の再生にはその信号を高音、中音、低音の帯域に分割し、それぞれの、いわゆる f-特カーブを平坦に調整することで、不適当な音の変化を防げる、と言う考え方です。しかし、この理屈では f-特カーブだけに問題を限っており、位相遅れを示す p-カーブの乱れは放置したままなので、時間軸で見た波形の乱れは避けようがありません。

下の図では、音楽信号がマルチウェイ・スピーカーで再生された場合に、時間軸に沿った音波形が大幅に崩れてしまい、元の信号波形を音として出力出来ておらず、その波形の崩れがマルチウェイ・スピーカーでどのようにして発生するのかを示しています。

音楽信号はコントロール・アンプとパワー・アンプをほぼ原型を保って通過したのち、スピーカーのL/Cネットワークで複数帯域に分割されます。この段階で既に信号波形の乱れは生じており、さらにそれらにツイーター、スクーカー、ウーファの各スピーカー固有の波形の歪みが加わった上に時間もずれて、バラバラの場所から複数の音として出力されます。

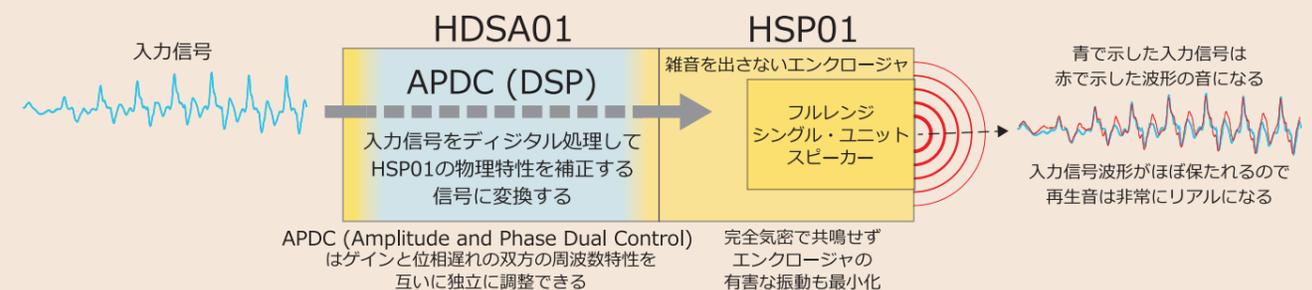
この過程の各段階で波形が歪んでゆき、さらにスピーカのエンクロージャの影響（入力とはかけ離れた共鳴と振動）まで加わって最終的な音出力波形はひどく混乱したものになるので、音源の音楽空間情報は正しく伝わりません。

入力信号の波形がマルチウェイ・スピーカーでどう変わるか？



Haniwa では、最も単純化されたフルレンジ・スピーカー HSP01を、その低音域不足と波形の乱れを克服する技術で駆動します。HDSA01 (デジタル位相制御システム・アンプ) は DSP (Digital Signal Processor) を極限まで利用した APDC (Amplitude & Phase Dual Control) ユニットの装備しています。APDCは、音として出力される段階で原音波形を精確に復元できるように、信号に対する各スピーカー固有の反応をあらかじめ実測して決めたパラメータで入力信号を補正します。出力音の波形を入力信号波形に一致させる、と言う意図で設計されているので、Haniwa システムはピタリと焦点が合った空間イメージを聴衆に届け、元の音楽空間を忠実に再生します。

HDSA01+HSP01 のシステムでは 入力信号波形はどのように出力されるか？

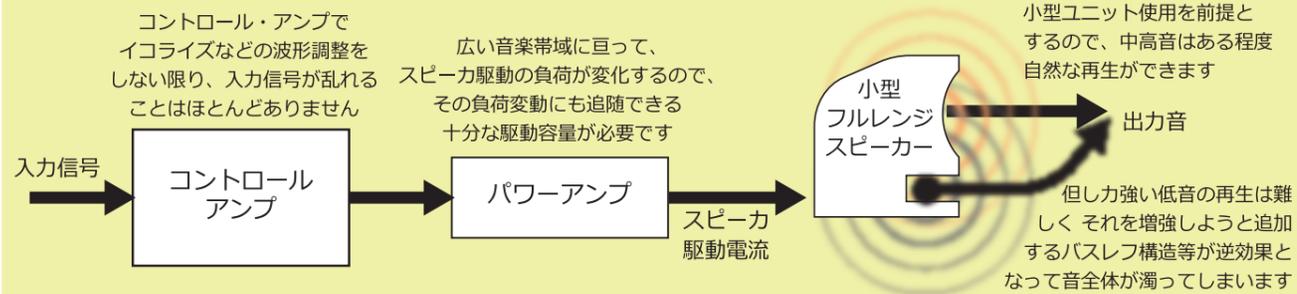


HSP01

フルレンジ クリア・フォーカス スピーカー

制御しやすくノイズを出さないことを 徹底的に追及した新世代のスピーカーです

従来のフルレンジ・オーディオ・システムの弱点



エラスティック (弾性)・サスペンション技術 小口径ユニットでも 低音楽器のパンチの効いた演奏が再現できます

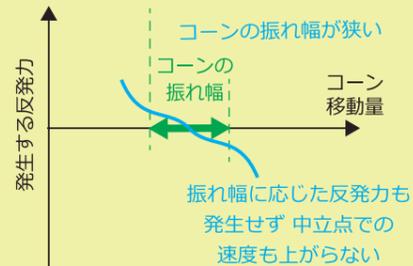
「大音量で存在感のある低音を出すためには、大口径のウーファが必要」というのは低音再生の常識とされています。しかし、大型のウーファで低音が出る理由については誤解があります。そもそも音とは、空気の圧力が変化する波であり、その圧力を生み出すのはコーンの前後運動速度です。大型のスピーカーはコーンの振れ幅も大きく、低音時でも十分な圧力を生み出すだけのコーンの移動速度が得られるので、低音域まで音が伸びるのです。コーンの直径が大きいため低音が伸びているのではありません。

一方、小型フルレンジ・スピーカーは中高域の自然な再生という特徴がありますが、これはコーンが小型であることで中高音域で分割振動を起こしにくいのがその理由です。しかし、そのサイズ故に低域で十分なコーン速度が出せず、低域不足という欠点は避けられませんでした。

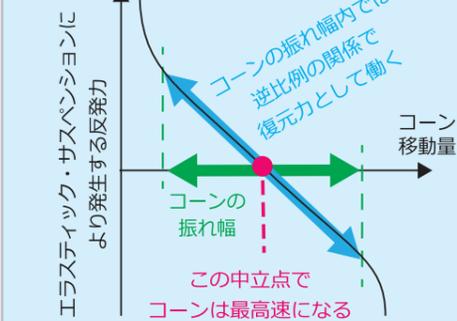
それを克服するために、HSP01 では剛性の高いコーンを低音域でも十分に速く駆動するためにコーンの振れ幅を通常の2倍程度確保し、さらに最大振幅位置からの復帰速度を上げるためのエラスティック(弾性)・サスペンション方式も援用して癖の少ない低音再生を行なっています。

更に、HSP01では電流駆動方式を採用して強力にコーンの動きを制御します。フレミングの左手の法則に示されるように、強力な駆動力を生み出すためには、強い磁界と、優れた電流の応答が必要です。新開発の磁気回路が生み出す強い磁界の中で、2Ω以下という低インピーダンスのボイスコイルを大電流で駆動する事により、コーンは俊敏で力強い応答を示し、生々しくダイナミックな再生音を実現します。

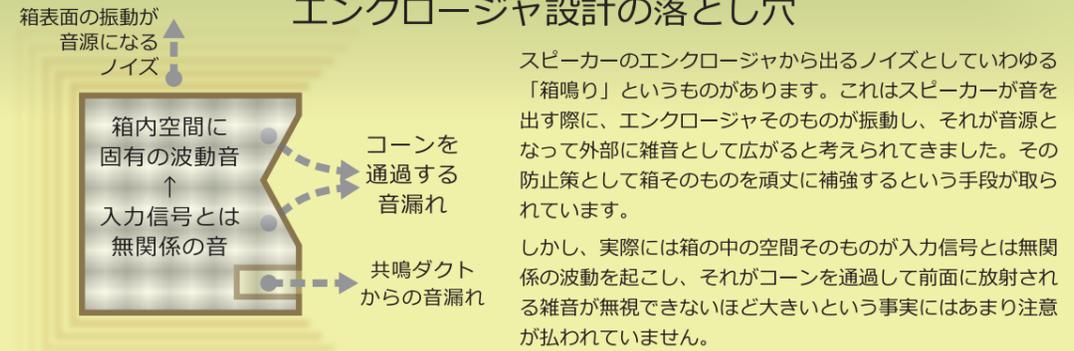
小型フルレンジ・スピーカー コーンの移動量と中立点での移動速度



HSP01における エラスティック (弾性)・サスペンション 復元力効果



エンクロージャ設計の落とし穴



クリア・フォーカス スピーカー のエンクロージャ

仮想点音源を持つ形状 / 音漏れや共振を遮断する 一体型 高剛性・完全密封構造

HSP01の構造



HSP01のエンクロージャ形状は、コーンユニット前方のキャビティ内に「仮想点音源」が出来るように設計されており、全ての音はその一点から出力されるように聴こえます。

また、その構造をアルミ一体鋳造とすることで、剛性と気密性を徹底的に高め、筐体内の形状を工夫して有害な筐体内空間波動を抑え、コーン前面以外から出る雑音も徹底的に排除する方式を採用しています。

スピーカー・ユニットには剛性の高いアルミ・コーンを採用し、完全封止で組み付けることで、コーンを通して前面に漏れる音を有効に遮断しています。

このユニットは超高速応答が可能で、大幅な低域ブーストにも余裕で対応出来、数十Hzから数十kHzまでの全音域を単独でカバーしています。

HSP01の製品展開

- ・アルミ一体鋳造構造の完全密閉型エンクロージャという設計コンセプトを共通として、特に高音、低音を余裕をもって再生し、音源の性格と再生音への拘りに幅広く対応できるよう、-S/-M/-Lの3タイプの製品を用意しました。
- ・HDSA01にはそれぞれに最適化された信号処理パラメータがライブラリとして予めインストールされています。
- ・-S/-M型に搭載した3.5インチ小口径コーンドライバは、軽量かつ高剛性で全帯域を素直な特性で再生し、HDSA01の制御によって精確な空間表現が可能です。
- ・-L型に搭載の5インチドライバは、特に「大音量低音楽器にも対応できる」ために再設計されており、大口径ウーファで低音域だけを取ってつけたように増強している従来の「低音再生」とは根本的に異なる作動方式です。



HDSA01 位相制御システム・アンプ



HDSA01 は Haniwa REAL 3D AUDIO の中核となるシステム・アンプで音源再生の最初から最後まで音楽信号処理全体を統括・制御します。

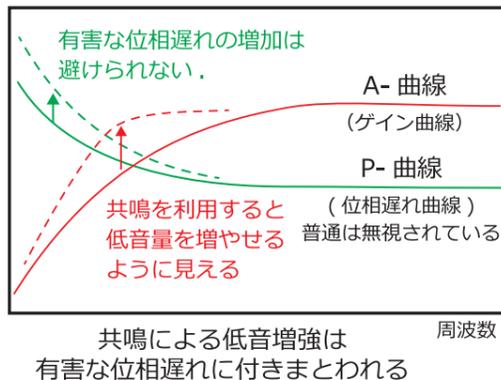
デジタル技術を極限まで利用した位相制御機能により、スピーカー特性の精確な補正が可能です。特にHSP01との組み合わせで、入力信号の波形を維持しながら音として再生するというこれまでのオーディオとは明確な一線を画す新時代システムを実現します。

真に迫る低音が欲しい「スピーカーの物理特性」という壁を越える方法はないか？

一般的に使われているダイナミック・スピーカーは、低音に向かって音出力が弱くなり、位相遅れが増えて行く傾向がありますが、これは物理的な制約のために避けられない現象です。

この問題に対処するために、多くの有名なスピーカーで、例えば、キャビネットを大きくするなど様々な工夫を凝らしてきました。最近では共鳴効果を利用することで小型でも低音が出ることを謳った製品が数多く提示されています。

しかし、共鳴効果を利用すると、単純に低音を追加するだけではなく、共鳴が始まるまでの分だけ時間が遅れた低音を追加することにならざるを得ません。従って、音の変化についてゆけない「影」のような低音が元の音についてまわることになります。その結果、全体として音量は増えるように感じますが、音がぼやけて実在感が失われてしまいます。

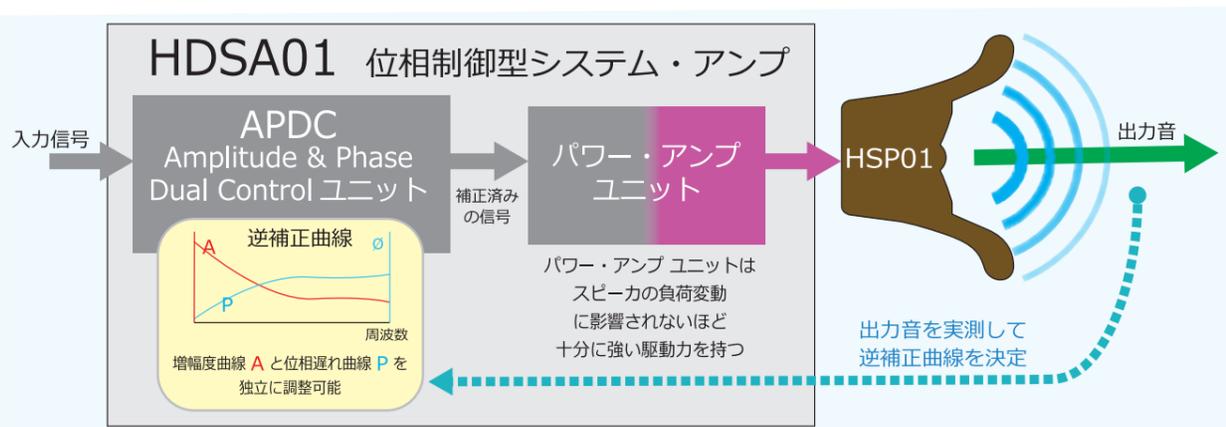


共鳴による低音増強は有害な位相遅れに付きまといわれる

波形を維持する = A- 曲線と P- 曲線が共に平坦な「信号→音」変換

「波形を変えない 信号→音 変換」を実現するという課題を周波数解析という手法から見ると、音の大きさを表わす Amplitude 特性 (A-曲線) と時間ズレ情報を表わす Phase 特性 (P-曲線) の両方を信号周波数に対して出来る限り平坦に保つ必要がありますが、アナログ信号処理では時間という物理的な制約があるために、位相を思い通りに制御できません。そのため、時間を制御できるデジタル信号処理を利用する以外にはないということが明らかです。

しかし、それを実用的なレベルで実現するには、アナログとデジタルの信号処理技術についての深い理解と、実装上の様々な工夫が必要であり、容易に開発できる訳ではありません。HANIWA では、この開発指針によって努力を重ねてきた結果、ついにその実用化に成功しました。この A-曲線と P-曲線 の双方を独立して制御できる機能を凝縮した処理ユニットを APDC (Amplitude & Phase Dual Control) と名付けて HDSA01 に実装し、「位相制御システム・アンプ」というユニークな新製品とすることにより、Haniwa REAL 3D AUDIO の実現に大きな一歩を踏み出すことができました。

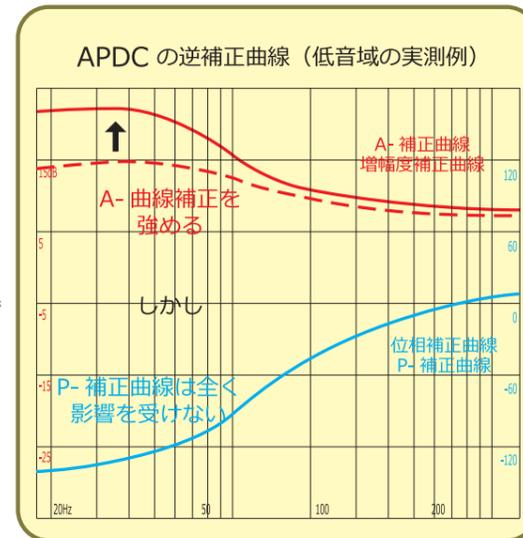


APDC Amplitude and Phase Dual Control

右図は、APDCで HSP01の音声出力周波数特性を補正するための A-とP-の補正曲線です。A-曲線の補正を変えても、スピーカーの位相曲線をフラットにするための P-補正曲線は変化していないことに注目してください。このように A-曲線と P-曲線を互いに独立に補正する、ということはこれまで実現できませんでした。

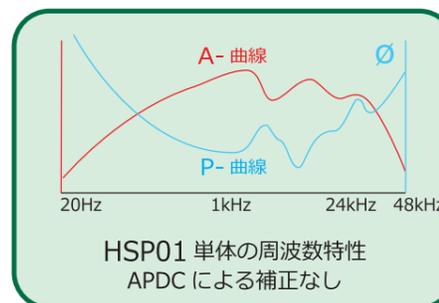
従来、イコライザーと称して、周波数特性をコントロールし、音質改善を試みるものがあります。アナログ式ののものや、最近ではデジタル方式のグラフィック・イコライザーなるものも登場しています。しかしそれらのほとんどがコントロールするのはA-曲線だけで、いわゆる F-特のみをイコライズするものであり、その結果として位相特性が大きく影響を受けることはほとんど無視しています。F-特を改善したものの、位相特性は却って悪化してしまうのです。音の質は改善されないのですから、結局多くのユーザーはイコライザーを外してしまうことが多いのです。

APDCは、このようなイコライザーとは全く異なるものです。APDCという技術の革新性は、信号の波形をそのまま音として再生するために必要不可欠であると同時に、簡潔で正直なオーディオ装置の可能性を拓くところにあるのです。

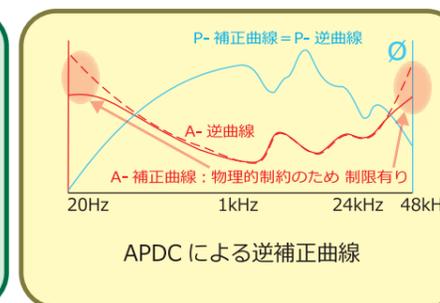


APDC Amplitude & Phase Dual Control による改善 (周波数領域で表現)

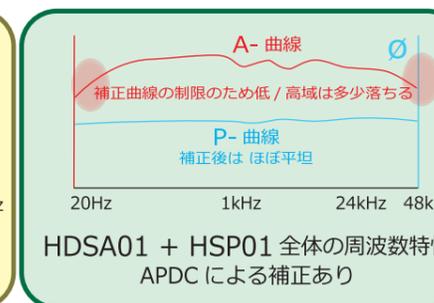
APDC (Amplitude and Phase Dual Control) は、出力音の波形を入力信号に近づける補正を行う デジタル信号処理機能で、DSP (Digital Signal Processor) の機能をフルに活用して実現しています。



HSP01 単体の周波数特性 APDC による補正なし



APDC による逆補正曲線



HDSA01 + HSP01 全体の周波数特性 APDC による補正あり

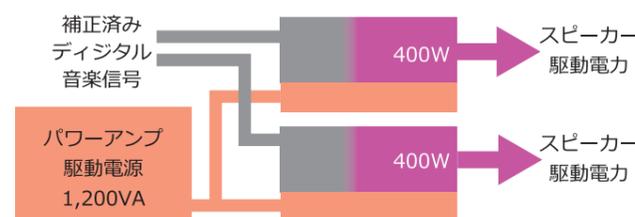
HSP01 は単体では典型的なシングル・コーン・スピーカーの特性を持っており、ゲインの周波数特性 (A-曲線) は、1kHz 以下の低い帯域ではなだらかに深く落ち込み、位相遅れ特性 (P-曲線) は逆に低域に向かって大幅に増えて行きます。

小型フルレンジ・ユニットの物理的制約により、中高音域の自然で滑らかな表現は魅力的ながら、低音の量は単体では不十分にならざるを得ません。

シングル・コーン・スピーカーの A-、P- 曲線をフラットにするためには、それらの曲線を反転した逆補正をかければ良いのですが、特に100Hz 以下の低域を補正して低音楽器のスケール感を失わないようにするには、必要な逆補正のレベルも深くなります。従って、単純に信号レベルだけの問題ではなく、その補正に耐える物理的な駆動能力とそれを支える強固なユニットとエンクロージャを持つスピーカーの開発とが噛み合っていないとなりません。

HSP01 単体の特性を APDC で逆補正し、A-、P- 曲線をともに低域に向かって考えられぬほど平坦に伸ばすことに成功しました。この信じ難い性能は、これまでのスピーカー技術だけでは実現不可能でした。これまでのスピーカーは単体で、しかも位相遅れを精細に制御できない物理現象だけに頼って設計されていました。APDCの驚異的特長は、デジタル技術により「時間の制御」が可能で、それによってP-曲線とA-曲線とを独立に調整できるのです。

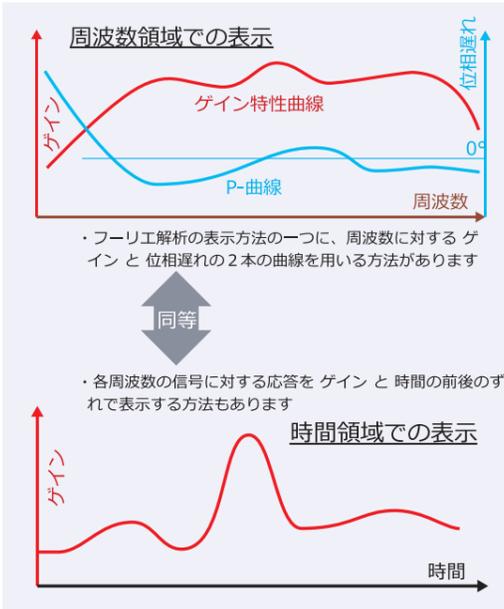
パワー・アンプ ユニット スピーカーの大きな負荷変動にも余裕で対応



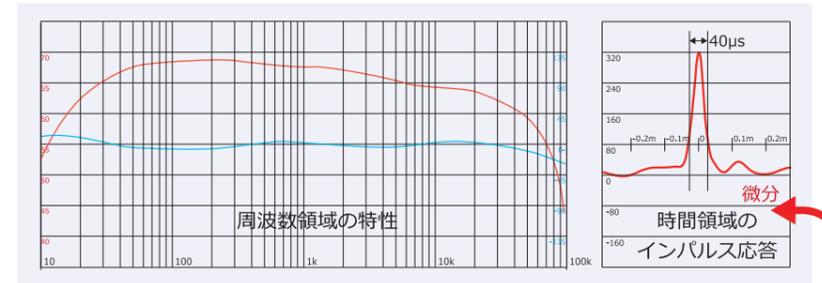
超大型器並みの 1,200VA という大容量の駆動電源を搭載して、400W x 2チャンネルの大出力アンプを強力にサポートします。そのパワーアンプの出力インピーダンスは低く、超低インピーダンスの HSP01 の大きな負荷変動にも余裕を持って対応します。これは低音楽器の力強い再生には不可欠の性能です。

6. 周波数領域 (Frequency Domain) と時間領域 (Time Domain) の関係

- ・フーリエ変換は、信号を解析するためのツールとして非常に有効で、システムに加えた入力への応答を観察すると、様々な特性を知ることができます。
- ・その解析結果を表現する方法として、周波数領域 Frequency Domain と時間領域 Time Domain のデータがあります。周波数領域では横軸が周波数、時間領域では横軸が時間で表示されます。
- ・この2つの表現は、同じフーリエ解析結果の表示方法の違いに過ぎません。
- ・周波数領域で時間領域と同等の情報を表現するには、ゲインと時間の両方の特性が必要で、それぞれをゲイン特性曲線と位相特性曲線 (P-曲線) で表現します。この2つの特性を合わせて、初めて時間領域でのゲイン情報と同等に対応することになります。
- ・入出力波形が同じであることは、時間領域ではインパルス応答が時間の1点に集中することで、これを「インパルス応答が1である」と言います。
- ・オーディオの世界では、ゲイン特性曲線は計測され、F-特として公表されていますが、時間情報を表す位相特性は重要視されていません。つまりF-特のみでシステムの評価をしており、時間関係を含み最も重要な音楽情報である「波形 wave form」の維持は無視されてきたのです。
- ・HANIWA Audio は、この位相特性の重要性を認識し、従来の「F-特のみに頼り切ったシステム開発」とは異なる新しい視点から、オーディオの開発を続け、ゲイン特性と位相特性を互いに独立して制御する技術を確認することで最適な「音楽波形再生システム」の開発に成功しました。



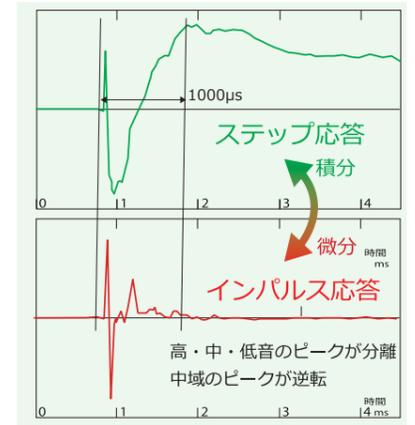
- ・右図の周波数領域特性は、HANIWAシステムの実測結果で、対応する時間領域のインパルス応答は、中心前後約 $\pm 20\mu\text{sec}$ の範囲に応答が集中しています。これは 192kHz サンプルングでは 8クロックという幅で 測定限界であり、ここまで鋭い応答はこれまで実現されていません。
- ・この状態を「時間領域におけるインパルス応答が“1”に近づいた」と言います。



HANIWA と高級マルチウェイ・システムとの相違を時間領域表示で観察する

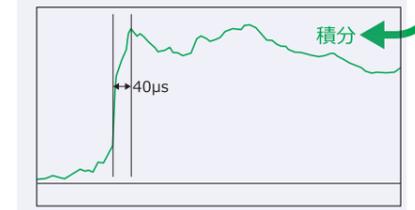
高級マルチウェイ・システムの場合

- ・前出の高級システムの時間領域グラフとしてステップ応答が公表されています。
- ・インパルス応答は中高域の応答の挙動を見るには適しています。しかし、低域の応答が広い幅に分散して発生するので、低域の応答を観察するには不適当です。
- ・インパルス応答を積分したものがステップ応答です。逆にステップ応答を微分したものがインパルス応答です。
- ・そのステップ応答は、立ち上がり直後で $1000\mu\text{s}$ という広い範囲で非対称になっており、周波数によってタイミングが大きくズレていることが分かります。高域、中域、低域の応答のタイミングが異なり、特に低域の遅れが目立ちます。また、それぞれのピークが複数現れ、極性も正と負 両側に出ています。



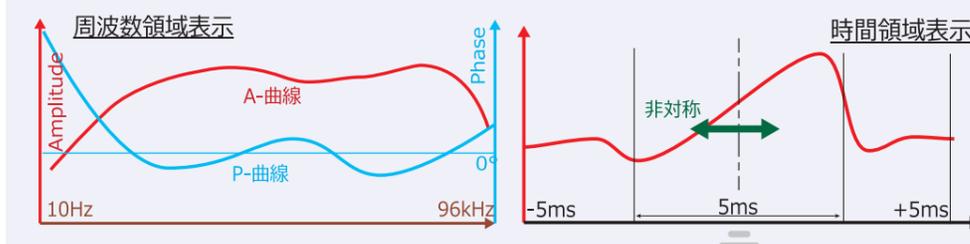
HANIWA HDSA01 + HSP01 の場合

- ・HSP01 から出る音のステップ応答が示されています。
- ・ $40\mu\text{sec}$ という短時間で立ち上がって後、緩やかに下降します。
- ・インパルス応答の方は、上述の通り、入力に対する出力応答が極限まで狭い $20\mu\text{sec}$ で立ち上がり、 $20\mu\text{sec}$ で元に戻るという鋭い単一ピークになっています。
- ・そのため、上記のマルチウェイ・システムにみられた高・中・低音の立ち上がりが分離してしまうことなく、ステップ (階段) 応答 本来の形になっています。

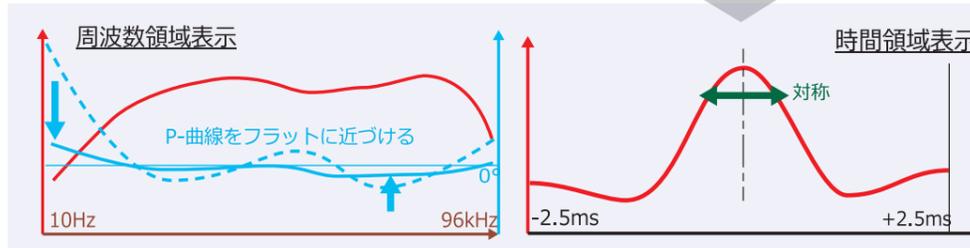


オーディオ・システムにおける 実際の改善手順

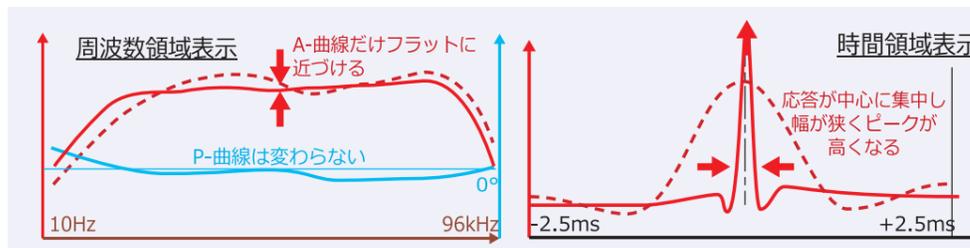
- ・オーディオでは、周波数領域でのAmplitude特性と位相特性 (Phase特性) でシステム性能を表現するのが一般的です。
- ・音楽情報は 10Hz ~ 数十kHz に広がっているため、その広い帯域と時間の前後のずれを正確に見るために、HANIWAシステムの開発では 192kHzのサンプルングで計測を行い、96kHz までのハイレゾリューションの解析を行っています。また、時間領域では、あるタイミングを中心に前後約10mSec の幅で詳細に観察しています。
- ・周波数領域で A-と P-曲線 の両方をフラットに近づけるための手法が Amplitude Phase Dual Control (APDC) です。



- ・以下に「周波数領域で特性を改善することによって、時間領域での特性がどう変わるか」を示します。

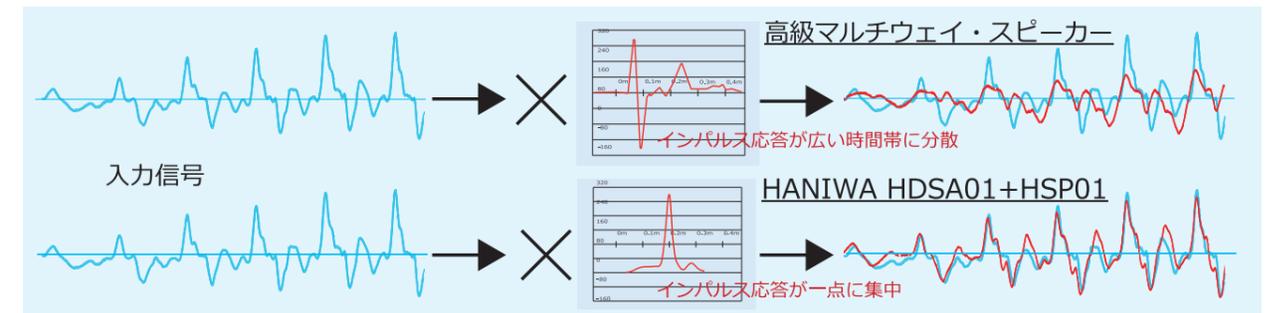


- ・次に、A-曲線を平坦にすると、応答が中心に集中してきます。
- ・最終的に、A-曲線と P-曲線の両方がフラットに近づくと、各周波数帯域が打ち消しあい 前後の応答はほぼ 0 に近づき、中心のタイミングに集中します。



インパルス応答と波形の関係

- ・インパルス応答は、入力信号がシステムによってどのような変化を受けるかを示すものです。
- ・オーディオ・システムへの入力信号は音楽情報そのものである「波形」、その応答信号はスピーカーから出る「音波形」です。
- ・入力信号は、インパルス応答の変化を受けて出力音になりますので、当然インパルス応答が“1”に近づけば出力音波形は入力波形に限りなく近づいてほぼ等しくなります。
- ・この原理を実際の波形で見てみましょう。
- ・従来型の高級マルチウェイ・スピーカーでは、インパルス応答が広い時間幅に分散し、しかも正負のピークが出ているために波形が大きく崩れて出力音が鋭さを失っています。また、波形の振幅も小さくなっています。



- ・このように、HANIWAでは、記録された音楽信号波形を忠実に再生可能であるため、複数の楽器それぞれの音色の個性が正確に伝えられるので、演奏者各人の演奏の機微はもとより、空間配置も明瞭に聴き取れるようになります。
- ・それが これまでのオーディオとは一線を画す現実感をもたらす REAL 3D Audio です。