



統合型 REAL 3D AUDIO SYSTEM

本製品は、入力音楽信号を音として最も忠実に再現するという明確な目標を持って開発されました。この統合型オーディオ・システムは、最先端のデジタル技術を活用したシステム・アンプと、入力信号以外のあらゆるノイズをシャットアウトする小型でパワフルなスピーカで構成され、さらに市販のサブ・ウーファを制御対象として追加し、よりスケールの大きな再生が可能です。

HDSA03 位相制御型デジタル・システム・アンプ

HDSA03 (デジタル位相制御型システムアンプ) は、ゲインと位相特性をそれぞれ独立に、かつ詳細にデジタル補正する機能を持っており、小型フルレンジ・スピーカ HSP03 の長所を生かし、余力を持って駆動します。さらに、超低域の再生をも可能にするためにサブ・ウーファ用の特別な出力端子を備えており、20Hz 以下の再生を違和感なく実現することができます。これにより、TRUE FULL RANGE で壮大な演奏を、他の楽器のリアルな音を犠牲にすることなく、心ゆくまで体感できます。

入 力	アナログ	RCA : 2ch (ステレオ) $\pm 20\text{dB}$ Variable Gain
	デジタル	Optical : 2ch / Coax : 2ch / AES : 1ch
出 力	アナログ	RCA : 1ch (stereo) 外付けパワーアンプ用
		RCA : 1ch (stereo) サブ・ウーファ用 スピーカ駆動 : 10A at 1.0 Ω
USB ポート		USB 2.0 (PCと双方向で接続)
APDC 機能		ゲインと位相の曲線を、互いに独立に制御



サブ・ウーファを追加して
 正確な位相制御が可能な
 「Super Woofer System」を構成

HSP03 フルレンジ クリア・フォーカス・スピーカ Type M / Type L / Type U

- 全て、アルミ一体鋳造の筐体で、完璧な気密性を持ち、共鳴を起こさない構造です。
- 音の放出部分は、仮想点音源を構成する形状を持っています。つまり、音の焦点が非常にシャープなので、3次元空間内の定位がブレません。
- スピーカ・ユニットは、常識にはこだわらず、最も急峻なコーンの運動にも耐えることを前提として新規設計しました。その結果、高い音響エネルギーを、鋭い応答速度で放射できるスピーカ・ユニットが完成しました。このユニットを HDSA03 で正確かつ強力に駆動することで、デリケートなピアノシモから力強いフォルテシモまでを忠実に再現します。
- 本タイプのユニットには、低インピーダンス (-L と、-U には 1 Ω 、-M には 0.8 Ω) のボイスコイルによる非常に強い磁気回路が備わっています。
- 「フレミングの左手法則」によれば、磁界で発生する「力」は、磁界の強さとその中で流れる電流量に比例します。しかし、業界ではスピーカの性能を「消費電力」対「力」の関係で示すのが普通です。これでは誤解を招く恐れがあります。
- HSP03 シリーズのスピーカは、磁界回路とボイスコイルを全て設計し直し、非常に高い効率と鋭い応答性能を実現しています。その結果、驚くほどリアルで強いインパクトを持って音が再現できています。

シリーズの3種のモデルは、以下の特性を持っています。

- Type M: 正確で詳細
- Type L: 標準型
- Type U: 大型モデルで、スケールの大きい音楽再生が可能

	Type M	Type L	Type U
フルレンジ・ユニット	13cm	16cm	19cm
インピーダンス	0.8 Ω DCR	1.0 Ω DCR	1.0 Ω DCR



HANIWA REAL 3D AUDIO



HSP03 Series

REAL Full Range Sound
 大ホールでのライブ演奏を全身で感じて、体験してください



HDSA03

Digital Phase Control System Amp

Integrated REAL 3D AUDIO
 with Super Woofer SYSTEM

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



REAL 3D AUDIO 開発の目標：

生演奏を目の前に再現する

個々の演奏者と、会場の雰囲気を実際に表現する

音源が持つ大事な情報を取り出し、演奏の本来の音を、忠実に、生き生きと再現することを目指して開発を進めています。そのために、開発の技術範囲を、全てのオーディオ・コンポーネント（カートリッジ～スピーカ）にまで広げ、最適なシステムを構成する革新的な装置を設計し直しました。

REAL 3D AUDIO 技術の基本

1. 入力音楽信号と同じ波形をもつ音を提供する。
2. 左右両チャンネル音の時間差を維持し、正確な音響空間を再現する。

1. 波形を維持するとは？

オーディオシステムは、記録された通りの音を正確に再生していると思いますか？ この質問は、電子装置から出る音の「忠実度」について興味があれば、どうでも良いことです。しかし、もしあなたがオーディオマニアであれば、この設問には真剣に耳を傾けられて当然でしょう。残念ながら、オーディオ業界はこの設問に、それほど真剣に対応しているとは限りません。むしろこの問題から耳をそらしているとも考えられます。業界用語で「忠実度」と言うときは、「自分達の独自の音の好み」に忠実であることを意味し、特に客観的な技術目標として、例えば「音の波形を維持する」ことにはそれほど熱心ではありません。

ところで、オーディオ装置について、技術的な議論をする場合には、周波数解析を基本として考えます。特に装置の周波数曲線（略して F 曲線）に頼っています。もし、F 曲線が、可聴周波数全域で平坦であれば、その装置は**忠実度が高い**と評します。しかし、ちょっと待ってください。と言うのは、この F 曲線は、再生音の大きさについて表しているだけなのです。周波数解析の基礎知識では、波形を再現するには、二つの曲線が必要であり、F 曲線はその一つであるだけで、もう一つの位相曲線（略して P 曲線）も必要なのです。**P 曲線は、各周波数でどの程度時間遅れが発生しているかを表しています。**言い換えれば、波形の忠実度を保証するには、**P 曲線も、F 曲線と同等に可聴音域を通して平坦でなければならぬ**のです。それでは、なぜ P 曲線が議論の対象になっていないのでしょうか？ 簡単に言えば、それを**制御するのが非常に難しかった**からです。

それが難しかったのは、従来のオーディオ装置が、位相要素（タイミング）を完全に制御できない、アナログ技術を元にして開発されてきたからです。さらに、装置ごとの開発社が、音についての開発方針もバラバラでした。例えば、F 曲線を平坦にするためにフィルタを開発しようとすると、その P 曲線が平坦ではない恐れが十分にあります。さらに、現状のオーディオ・システムは、一連のコンポーネント群で構成されており、各コンポーネントが制御されていない P 曲線を積み重ねて行くのです。これでは、最終的に出来上がるシステムの P 曲線が完全に混乱してしまってもしょうがありません。これでは最終的な出力音の波形が、入力された音楽データに似ていることを期待するのは無理です。

アナログ・オーディオ技術の限界

ほとんどのオーディオ・コンポーネントは、電子回路、電気回路、スピーカのユニットと筐体、などで構成されています。これらのコンポーネントは、物理現象を使って音楽情報を表現し、処理しています。つまり、全体がアナログ技術で成り立っています。

ところで、物理現象というのは、常に「時間の経過」という制御不能の制限を受けています。また、電圧、電流、静電容量、誘電係数などの物理量は、ごく限られた範囲でしか互いに比例関係を持っていません。その範囲を越えると、比例関係は歪んでしまいます。一方、人の可聴範囲は、数 Hz から数万 Hz という 1 万倍の範囲をカバーしています。この広い範囲の信号をたった一つの物理装置でカバーするのは、とても無理です。従って、「小分けにして、つなぐ」という作業が不可欠になります。入力信号が、この多数の分業で成り立っている過程を経由するに従って、周波数帯域毎のタイミングのずれや、その他の変形が累積し、同時に波形の歪みも累積してゆかざるを得ません。

電子回路が可聴帯域全体を処理可能だとしても、電気回路やスピーカ・ユニット、エンクロージャを通過する時には、波形を維持するのは、ほとんど不可能です。実際に、この「電気→音」の変換過程で、波形の乱れが最も顕著に発生します。

デジタル信号処理技術の可能性

一方、デジタル技術では、信号を抽象的な数で表現しますが、その利点は以下の通りです。

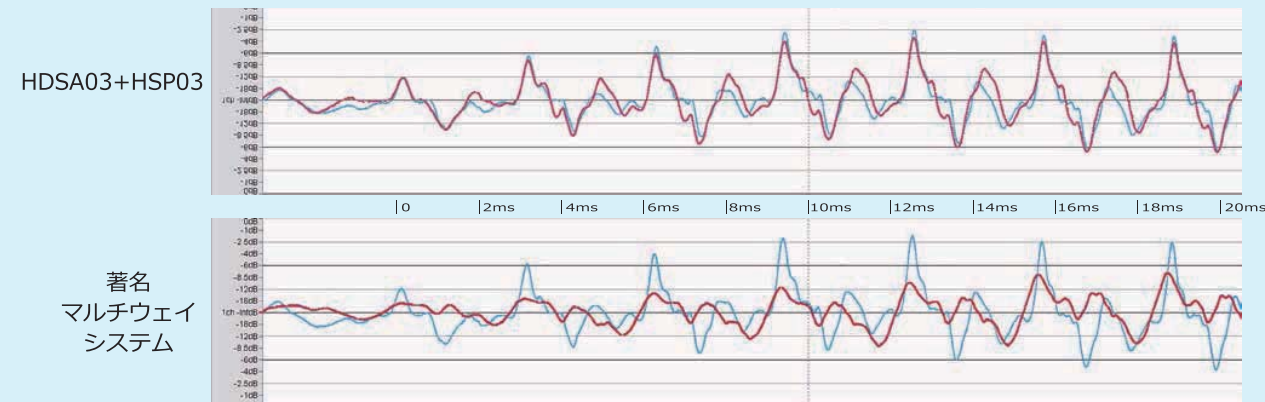
- タイミングの調整は、大容量で安定した記憶装置を使って実現できます。
- デジタルの桁を増やせば、大きな量を、精度を落とさずに処理可能です。
- プログラミング言語で形式化されていれば、どのような信号処理機能でも実現できます。

限界は、記憶装置の容量と処理速度です。これらの限界は、劇的に進歩を続けるデジタル技術によって、常に改善され続けています。例えば、大容量のメイン・メモリがあれば、192kHz のサンプリングで、10Hz から 96kHz にわたる信号を処理可能です。記憶装置の技術は、すでにこの処理に対応する能力を、速度と容量の双方で実現しています。さらに、プロセッサの性能も劇的に向上しており、必要とされる時間軸制御も、現在入手可能な DSP (Digital Signal Processor) で、実現可能になっています。

HANIWA の波形維持技術の具体例

HDSA03+HSP03 と 著名なマルチ・ウェイ・システムとの比較

青い曲線 = 入力信号 赤い曲線 = 波形の実測データ 試聴データ = "Art Pepper meets The Rhythm Section"



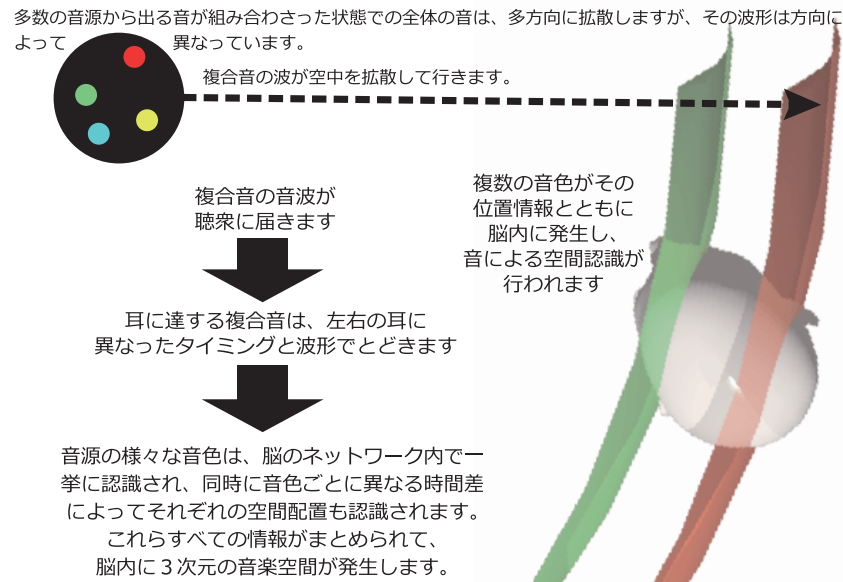
上記の2つのグラフは、HANIWA システムと著名な市販のマルチウェイ・スピーカを比較したもので、「Art Pepper meets The Rhythm Section」を例題として使っています。上図は HANIWA システム、下図は著名なマルチウェイ・システムで、出力波形が同じ入力信号に対してプロットされています。

入力音の信号（上下同じ青い曲線）は、鋭い上むきのピークを持っていますが、これは金管やサックスの出だしの破裂音に特徴的な波形です。この入力の特徴的な波形が、HANIWA システムでは、タイミングとピークの高さがほぼ完璧に再生されています。著名マルチウェイ・システムでは、ピークの鋭さが消え、波形が縦方向に対称に近くなり、そして、特徴的な出だしが鈍くかつ遅れて出ています。従って、音の歯切れが悪くなっています。この実験で、HANIWA システムが、入力信号波形を正確に維持した音を出力して、元の音楽の魅力を再生できることがわかります。

2. 音楽空間を再現するとは？

人が聴覚によって3次元空間を認識する際、音が左右の耳に到達する時間差が重要な役割を果たしています。ライブの音楽演奏が、様々な楽器が配置されているホールで行われる、ということをご想像すると、この時間のずれを正確に伝えることは、音楽演奏の3次元空間をそのまま、鮮明に、かつ実体感を持って再現するためには必須の要件となります。

音によって3次元空間を認識するプロセスとは？



音響空間の現実感をリスナーが認識できるようにするには、詳細で正確な音の波形を伝達できる技術が絶対に必要です。



音の感覚は、危険の回避や獲物の獲得など、動物にとってその生存に関わるほど大切なものです。自然災害や捕食動物から身を守るためにも不可欠な感覚です。

ライブ音楽を生き生きと再生するためにも、この音感覚の基本的な性質をよく理解した上で、装置の設計、開発を行うべきでしょう。

ところで、ライブ演奏を楽しんでいるときに、脳内では何が起きているのでしょうか？

音楽演奏の音は、左右の鼓膜に微小な時間差を伴って到着します。左耳に近い方向で演奏されると、その音は左耳より少しだけ早く到着します。

この音による刺激が脳のネットワーク上を伝搬する際に、個々の音源から出た音が、実時間で同時に同定されます。それぞれの音源の認識も同様に、各音源ごとの時間差を保って行われます。

このプロセスを通じて、非常に微細な音波形の特徴が拾われ、それを元に、即座に、各音源の位置関係が、空間内に配置され、安定的に決定されます。

これらの情報が統合されて、音楽演奏全体の印象に組み込まれて行きます。このようにして、音楽演奏を感じ取り、それが演奏の全体像として、脳内に広がって行きます。

正確な音波形こそが、ライブ演奏の新鮮な感覚を取り戻す鍵となります。

聴覚の仕組みを理解することにより、オーディオ・システムが正しい波形の再現を目指すべきことが、明快に理解できます。私達が音楽を音の存在感と新鮮さを保って聴き取れるためには、音波形の特徴を、正確に、時間関係を維持したまま再現しなければなりません。ピアノやヴァイオリンの繊細なタッチ、管楽器や打楽器の衝撃音などを生々しく再現するためには、正確な波形の再現が必須条件です。

「オーディオ・システムが音を勝手に創り出してはいけない」
Haniwa の拘りです

3. Haniwa の方針：フルレンジ / 単一ユニットの選択

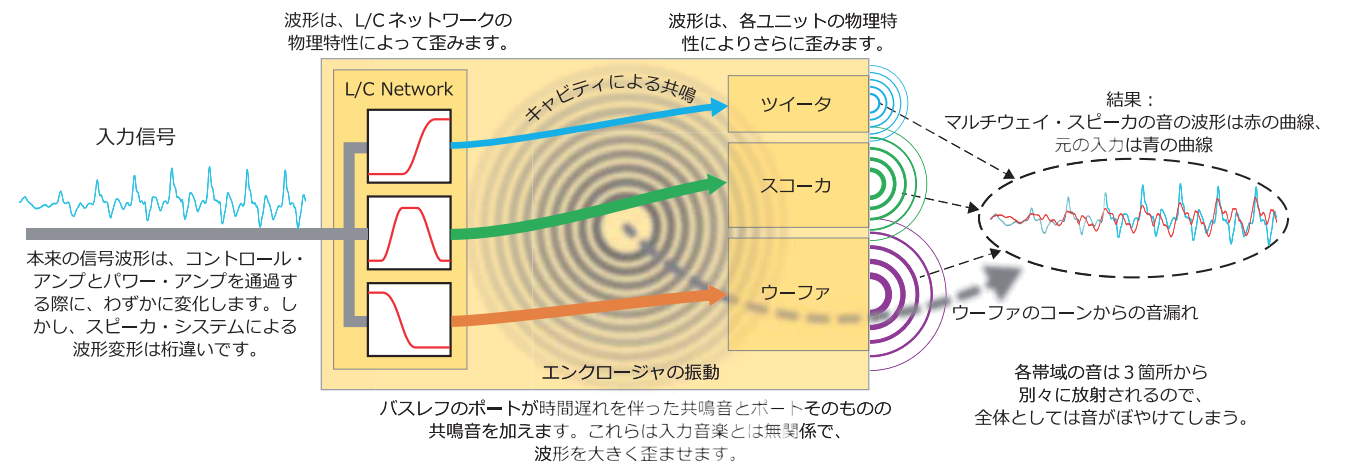
波形を正確に再生するのに最適なスピーカを長期にわたって探した結果、単一のフルレンジ・スピーカに行き着きました。マルチ・ウェイのシステムは、特に正しい音楽空間を再現するには不都合だということが判明しました。

単純に考えると、マルチウェイのスピーカの方が、音が豊かで、フルスケールの演奏には向いていると考え、そちらを選ぶ方に進みがちです。音色を忠実に再現しようとするれば、全オーディオ帯域を、例えば低音域、中音域、高音域に分けて、各音域を平坦な周波数応答で再生するユニットで分担することで、全体としては全音域で平坦な応答をするシステムにまとめる。これが合理的と考えがちです。この考えの最大の欠点は、それが音の強さの周波数特性のみを考えている、という点です。周波数ごとの位相の変化については、意識的にせよ無意識的にせよ、議論の外に置いていて、位相変化による波形の変化の方は不問に付しています。

下図は、従来のマルチウェイ・スピーカ・システムで、音信号の波形が崩れてしまう様子を説明しています。音楽信号がコントロール・アンプとパワー・アンプを通る間は、目立つ波形変化は起きません。それが、L/Cネットワークを経由して低/中/高音帯域分けられる訳ですが、その時点で、分離用のフィルター回路のL/Cネットワークにより、波形が歪んでしまいます。それがさらに低/中/高音用のスピーカを駆動すると、そこでさらに波形が歪みます。その結果、音全体として、タイミングと発生位置関係が混乱してしまいます。

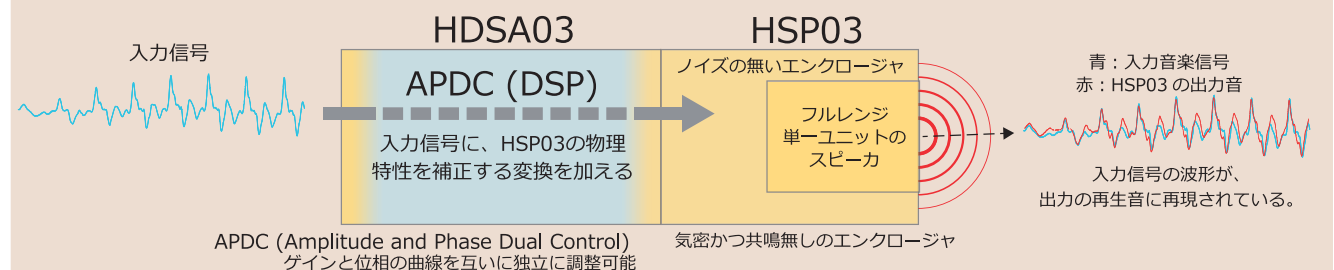
この過程全体で波形が歪んでいますが、さらに悪いことに、スピーカのエンクロージャが、それぞれ共振や振動を加えます。聴衆は、本来の音楽空間の情報ではなく、混乱した音の渦に巻き込まれてしまいます。

入力信号波形が、マルチウェイのスピーカによって歪む様子



HANIWA システムでは、非常に単純な構造のフルレンジ・スピーカ HSP03を、低音を保ち、最小の波形歪みで駆動します。HDSA03 (Digital Phase Control System Amp) は、APDC (Amplitude & Phase Dual Control) 機能を備えており、DSP (Digital Signal Processor) を限界まで利用し尽くしています。APDC は、元の信号にあらかじめHSP03用に調整済みの補正を加え、出力音が、入力信号と同じ波形の音を出すように調整してあります。このように音の波形を再現することで、HANIWAシステムは、リアルな音楽空間を明快な焦点で再現します。

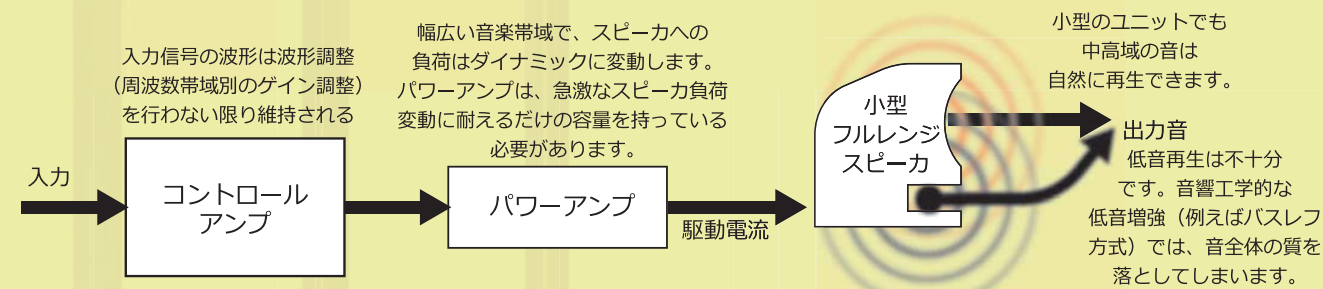
HDSA03+HSP03 の音は、元の波形を維持しています



HSP03-M, -L & -U

フルレンジクリア・フォーカス・スピーカ 新世代のスピーカ・システム

従来のスピーカ



弾性サスペンション技術

小型スピーカでも、低音楽器の力強い演奏を表現できる

「豊かな低音を出すためには、大型のウーファが絶対必要条件」これは現在のオーディオ界では常識です。しかし、その原因については誤解があるようです。

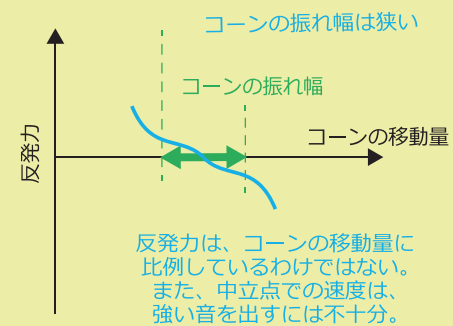
まずはじめに、音は空気圧の波であり、その空気圧は、コーンのピストン運動の速度によって発生します。大型のスピーカは往復運動のストロークも長くなります。従って、低い周波数範囲でもコーンは音波を発生するのに十分な速度を持っています。コーンの直径の大きさは、ウーファからの低音の質には直接には関係しません。

ところで、小型のフルレンジスピーカは、その自然な中高音を評価されていますが、低音については評価されません。その理由は、小型であるために、コーンが低音を音として発生させるにはコーンの移動速度が不十分だからです。

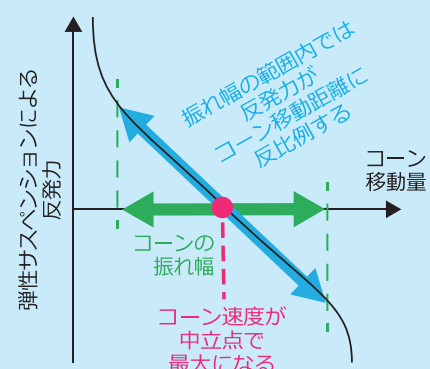
HSP03では、この欠点を克服するために、コーンの振れ幅を2倍にし、弾性サスペンション技術を採用して、最大振れ幅からの戻りの速度をあげています。

HSP03のコーンは、電流駆動方式によって力強く制御されています。フレミングの左手の法則によれば、強い磁場と電流の高速応答によって、力強いコーン駆動が可能です。新設計の強力な磁界内で、1Ω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方式を開発したことにより、生き生きとしたダイナミックな音が実現しました。

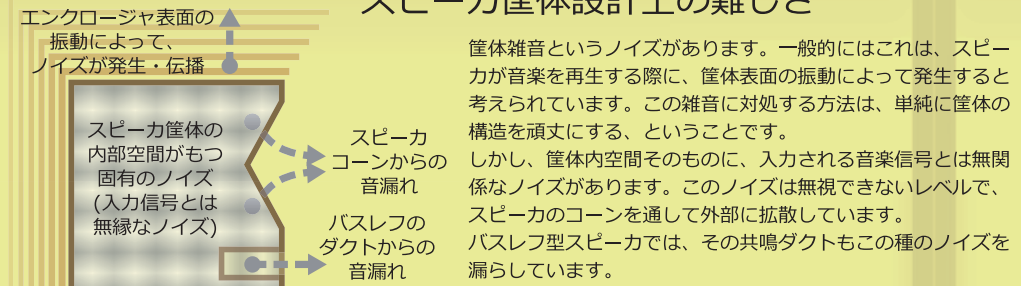
従来の小型フルレンジ・スピーカ 中立点でのコーン振れ幅と移動速度



HSP03 弾性サスペンション：反発力の働き方



スピーカ筐体設計上の難しさ



クリア・フォーカス・スピーカの筐体デザイン

仮想点音源 / 一体成型、頑丈で気密の構造：音漏れ、共鳴が発生しない

HSP03 の構造



HSP03の筐体形状は、コーン・ユニット前部空間内に仮想点音源が形成されるように設計されています。

リスナーは音がその一点から放射されているように感じます。その構造は、アルミの一体 casting であり、非常に頑丈で気密性が高く、その内部空間は空隙ノイズを最小にするようなデザインとなっています。前面以外の方向に発生するノイズも全方向に対して最小となるような形状を採用しています。

スピーカ・ユニットは、丈夫なアルミ・コーン型で、取り付け部も音漏れが無いように、高い気密性を維持する工夫を施しています。

HSP03 製品ラインアップ

- 共通の仕様：アルミ一体 casting の筐体は、気密性が高く、有害な共鳴や振動が発生しない構造です。静粛性と発生音のダイナミズムを兼ね備えた演奏を、この共通デザインにより実現しました。
- HSP03には、3タイプ(-M, -L, -U)の製品があり、様々なタイプの音楽再生を楽しめます。

Type-M	13cm ユニット	Φ10cm のコーン / Φ30mm のボイスコイル (DCR 0.8Ω)
Type-L	16cm ユニット	Φ13cm のコーン / Φ36mm のボイスコイル (DCR 1.0Ω)
Type-U	19cm ユニット	Φ16cm のコーン / Φ36mm のボイスコイル (DCR 1.0Ω)
- HDSA03には、各タイプに最適化された信号処理パラメータ・ライブラリが備わっています。
- Type-M のドライバは、軽量ですが高い剛性を持っています。音楽の全帯域を再生可能で、特に、音楽の全帯域をカバーしながらも、精確でスケールの大きな空間表現が可能です。
- 大型のType-Uは、特に豪快な低音楽器の表現に優れています。そのドライバは、19cmで、屈強な筐体にマッチしています。これまでの、巨大なウーファで不自然かつ歯切れの悪い低音を出す製品群とは基本的に異なる新世代の製品です。

HDSA03 位相制御型 システム・アンプ



HDSA03 は、Haniwa 3D AUDIO システムの中核となる製品です。
音楽再生の最初から最後まで、全ての機能がひとまとめになっています。

特に、スピーカの物理特性を精確に補正する、デジタル位相制御機能を備えており、
HSP03シリーズのスピーカと合わせて、次世代型のオーディオ・システムを実現しています。
入力信号波形と同等の波形を持つ、入力に忠実な音を提供します。

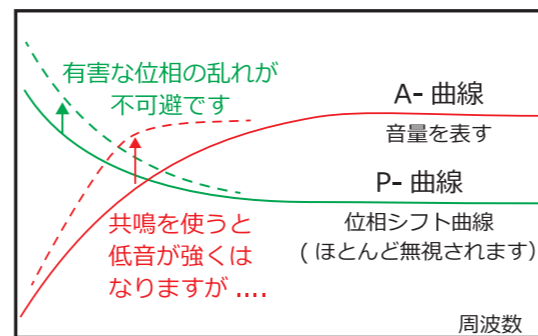
「本物の低音」を追求する スピーカ・ユニットの物理限界を克服

一般的に、スピーカの音は低域に向かって弱くなってゆき、同時に位相遅れが顕著になって行きます。この傾向は、物理的な限界がその理由であるので、避けがたいものです。

この限界を克服するために、色々な対策が講じられてきました。例えば、スピーカ・キャビネットを大型にするなどはその典型例です。最近では、より小型のモデルが低音増強を主張していますが、大抵は共鳴現象を応用しています。

共鳴を使うと、低域の音量を増すことはできるのですが、共鳴という現象は、元の音が出てから、時間遅れを置いて始まります。従って、時間遅れで出てくる共鳴音は、元の音のぼやけた影のように、元の音より遅れて、まわりつき感じになります。

その結果、共鳴は低音の量を増やす効果はありますが、音の波形を乱してしまい、音全体がぼやけて、歯切れが悪くなってしまいます。

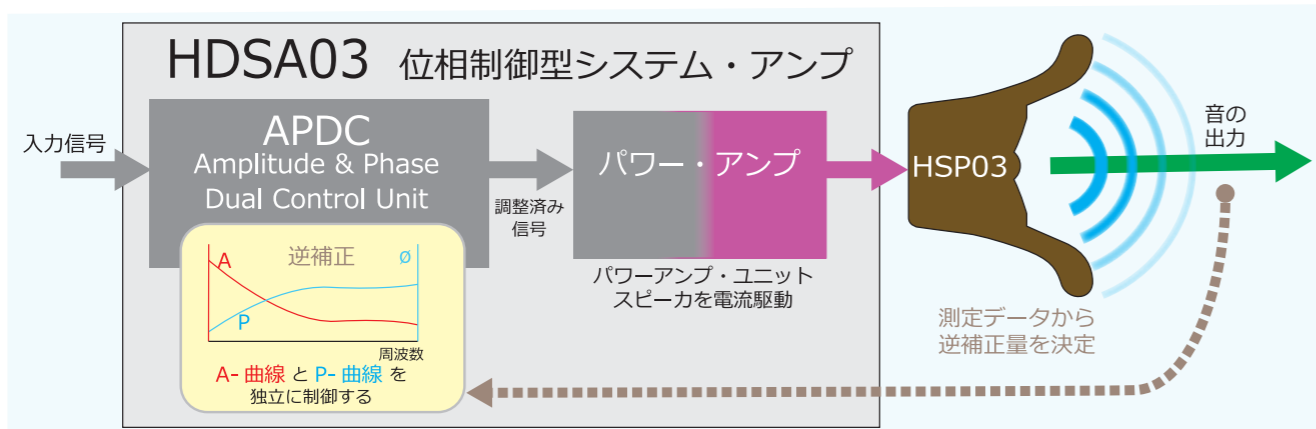


低音増強に共鳴を使うと、
有害な位相シフトが発生します。

波形を維持する = 信号→音 の変換で、A- 曲線と P- 曲線 を共に平坦にする

波形を維持するための必須条件は、周波数解析の理論に寄れば、ゲインと位相遅れが共に周波数に対して一定であることです。つまり、音量を表す曲線 (A-曲線) と位相曲線 (P-曲線) が、周波数に対して平坦でなければなりません。アナログ技術では、情報を物理現象そのもので表さざるを得ません。この条件は、アナログ技術では任意には変えられない時間そのものに関わるので、アナログ技術に対しては厳しすぎます。位相制御の問題は、デジタル信号処理技術によってのみ解決できるのです。

とにかく、波形を維持するというのは、簡単な問題ではありません。アナログとデジタル両方の技術に対する深い理解を元にした、実装上の優れた工夫が必須です。Haniwaの APDC (Amplitude & Phase Dual Control) 技術は、当社が独自に開発し、A-曲線と P-曲線をそれぞれ独立に制御可能で、位相制御型システム・アンプ HDSA03に実装されています。このユニークなシステム・アンプは、Haniwa REAL 3D AUDIO の中核となる製品です。

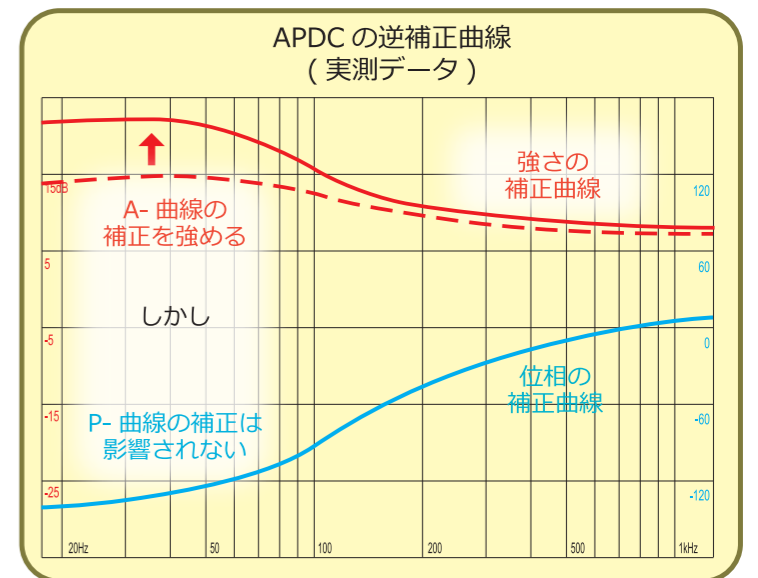


APDC Amplitude & Phase Dual Control

右図は、HSP03の出力を補正するために、APDCで使われた A-とP-の補正曲線です。A-補正曲線を強めても、P-補正曲線は、影響されていない点に注目してください。アナログ技術では、A-とP-曲線を互いに独立には制御できません。

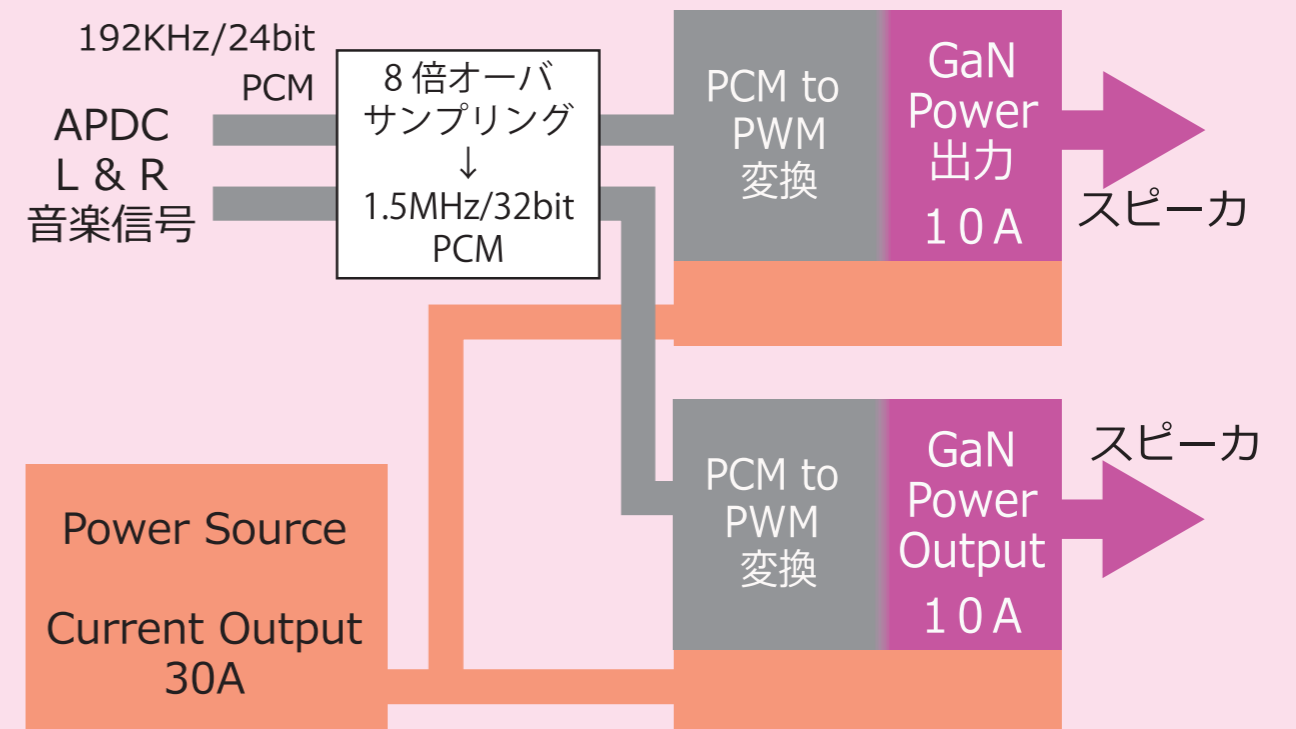
周波数特性を調整して音質を高めるイコライザーという製品がありますが、ほとんどがアナログ方式です。最近ではデジタル・グラフィック・イコライザーも発表されています。しかし、それらはA-曲線だけしか調整せず、それによって惹起されるP-曲線の変化を無視しており、音質劣化を招いています。その結果、そのようなイコライザーは宝の持ち腐れになっているのが現状です。

それに対して、APDCは全く異なる革新的な製品です。デジタル技術を極限まで利用して、位相と強さを独立に制御できるよう、工夫されています。



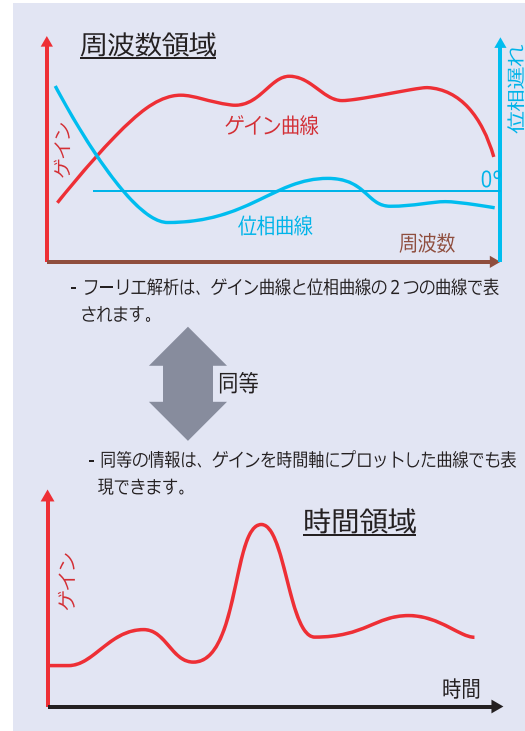
最新の技術を活用したパワー・アンプ部

- HSP03 のボイス・コイルの DCR は、1.0Ω以下です。
- それを、高速応答のパワー・アンプ部が駆動します。
- 駆動電流は GaN を用いた出力回路が送り出しています。
- 入力の 192kHz/24bit 信号を 8 倍オーバーサンプリングして 1.5MHz にしたハイレゾ PCM 信号を、GaN の大電流超高速スイッチング機能で電流に変換して、スピーカを強力に駆動します。
- 演奏の高速な音色や強弱の変化を余裕を持って表現します。
- 本技術により、演奏のダイナミックで微妙な変化を余すところなく伝えることができます。



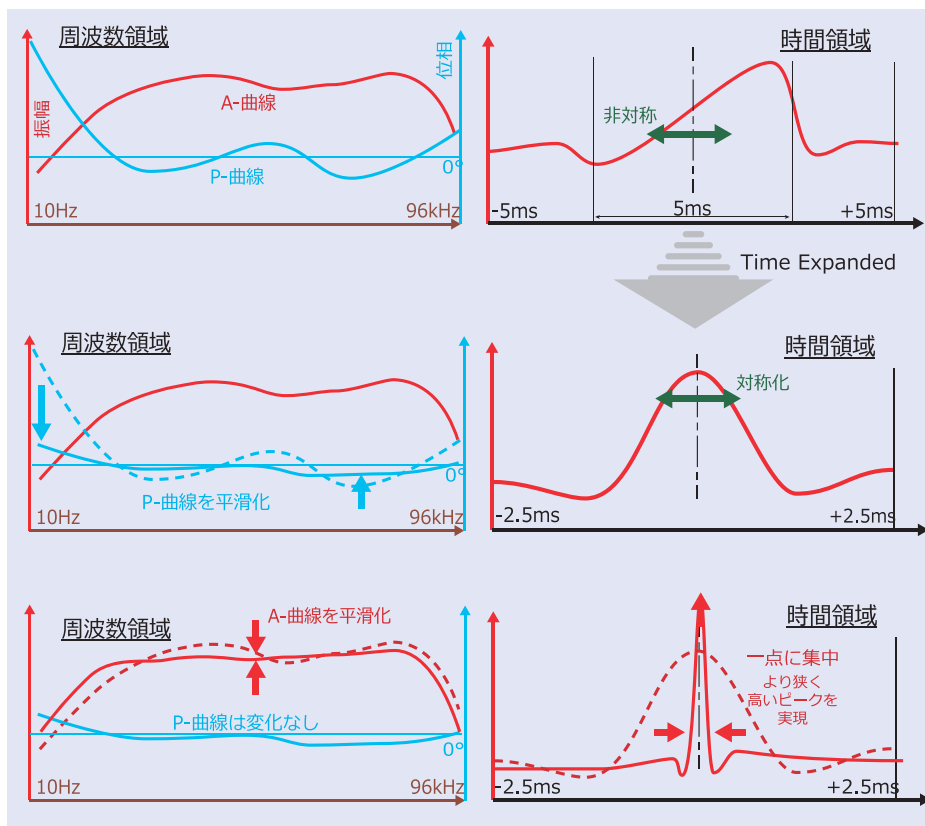
オーディオ解析の周波数領域表現と時間領域表現

- フーリエ解析は、様々な入力に対するシステムの挙動を把握するのに有益な手段です。
- フーリエ解析のデータは、それを周波数に対してプロットした周波数領域表現と経過時間に対してプロットした時間領域表現で示されます。
- この2つの表現法は同じオーディオ信号の解析結果の、見方を変えた表現になっています。
- 時間領域の表現と同等の情報を周波数領域で表現するには、ゲイン曲線と、時間に関する特徴を表す位相曲線の両方が必要です。
- 周波数領域では、周波数に対するゲインの変化をゲイン曲線、時間に関する特徴を表す位相の変化を位相曲線としてプロットします。
- この2つの曲線を合わせて、時間領域でのゲイン曲線と同等の情報を表現しています。
- オーディオ業界では、周波数領域でのゲイン曲線が「周波数応答」としてその測定結果を広く公表していますが、位相曲線（時間軸での特徴）は必ずしも示されません。システムの評価は、ほとんどゲイン曲線だけで行われ、時間軸での重要な音楽情報を表す「波形」についてはほとんど言及されません。
- HANIWAでは、開発の初期段階に位相特性の重要性を認識しており、ゲイン曲線と位相曲線を互いに独立に制御する技術を開発してきました。HANIWAの新製品群は、この根本方針で開発され、現在それを市場に投入しています。



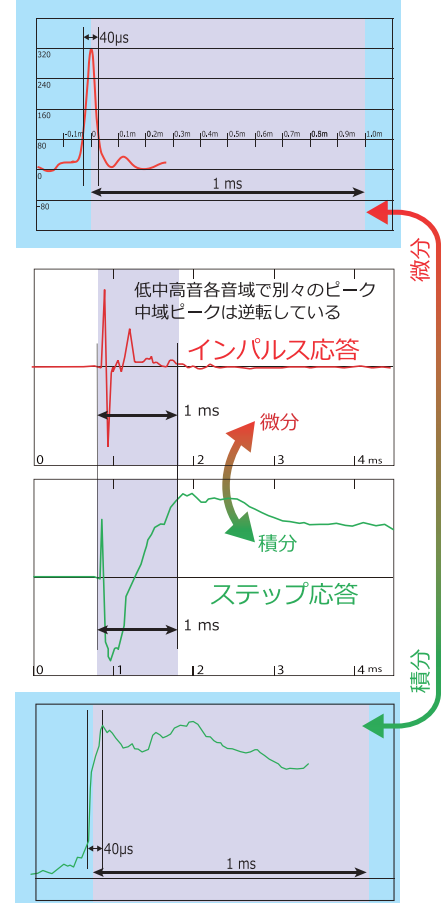
HANIWA オーディオ・システムの改良プロセス

- オーディオ業界では、ゲインを振幅と呼びます。
- 音楽情報は、10Hz ~ 30kHzの範囲に広がっています。精度を確保するために、測定サンプリング周波数は192kHz、解析レンジを96kHzに設定しています。時間領域では、-5ms ~ +5msの範囲が検討の対象になります。
- APDC (Amplitude & Phase Dual Control) とは、A-とP-曲線を平滑化する方法です。
- 以下に、周波数領域で特性曲線を改善することによって、時間領域の曲線が変化する様子を示します。
- まず、ADPCによってP-曲線を平滑化し、次に、時間領域で全帯域の応答が同時に発生するように調整すると、応答曲線の形が時間軸に沿って対象になります。
- 次に、A-曲線を平滑化すると、時間領域の応答が一点に集まります。
- A-及びP-曲線が平滑化されると、全帯域で応答が互いに打ち消しあい、パルスの裾の部分が平坦になって、中央のピークだけが残ります。



HANIWA と 高級Multiway System : 時間領域での比較

- 右図は、HANIWAシステムの性能を時間領域で示しています。その応答は、 $\pm 20\mu\text{sec}$ 程度の範囲内に集中しています。これは192kHzのサンプリング周波数で、8 clock分に相当しており、測定限界に近い結果です。このように鋭い応答は、これまで報告されていません。
- この状態を「時間領域でのインパルス応答が、ほぼ1である」と評します。



高級 Multiway System

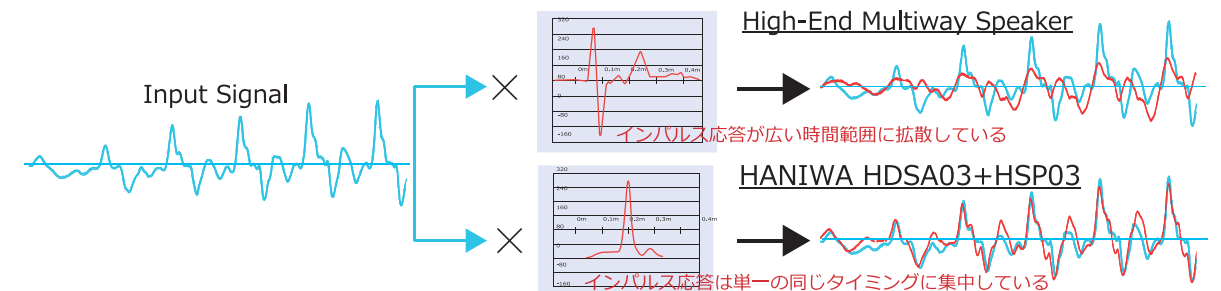
- 前述の高級システムのステップ応答が、時間領域データとして公表されています。
- ステップ応答は、中・高音域の挙動を観察するのに適しているのですが、低音域については、不適当とされています。低音域の応答は、幅広い時間帯に亘って分布しています。
- インパルス応答の積分が、ステップ応答です。その反対に、ステップ応答の微分がインパルス応答です。
- このシステムのステップ応答は、1000µsに亘って分布しており、非対称です。つまり、高・中・低音が大幅にずれています。
- 特に低音の遅れが顕著に見られます。
- 高・中・低音のピークが個別に現れ、極性も一致していません。

HANIWA HDSA03 + HSP03

- 右図は、HSP03出力のステップ応答を示しています。
- その立ち上がりは40µsec以内と急峻で、立ち下がりには緩やかです。
- 上述のように、そのインパルス応答は、立ち上がり、下がり共に20µsecで、完全な鋭い単一ピークを持つ独立パルスです。
- その結果、HSP03は、きれいなステップ応答を持ち、高音、中音、低音の分離も起きていません。

インパルス応答と出力波形の関係

- インパルス応答は、入力信号がシステムによって変化する様子を表します。
- オーディオ・システムへの入力は、波形として表現された音楽情報で、その出力も音の波形です。
- 入力信号は、システムのインパルス応答によって音に変換されます。インパルス応答が1に近ければ近いほど、出力音の波形が入力信号の波形に近くなり、究極的にはほとんど同じになります。
- 以下に実際の音の波形比較の例を示します。ここでは実際に計測されたデータをそのまま使っています。
- 従来型の高級マルチウェイ・スピーカのインパルス応答は、時間軸上に広いタイミング範囲に広がっており、しかも正負のピークを持っています。そのため、出力の波形は非常に乱れており、音の「きれ」を失うと同時に、波形の高さも失っています。



- HANIWA システムの方は、録音された音楽信号の波形をほぼ保った波形が出力できており、様々な楽器の音色が再現され、巨匠の演奏の全ての機微を、その演奏位置も含めて、はっきりと味わえます。
- それが、REAL 3D Audio の真髄で、従来のシステムに比べて一段高いリアリティを持って演奏を再現しています。

HANIWA SuperWoofers System

HANIWA Real 3D でサブ・ウーファが真価を発揮します

サブ・ウーファは、単純に低音を追加するだけのものでしょうか
意味のない低音を追加しても望みは叶えられないのでは？
本当は、パワフルであっても、繊細な低音楽器の演奏によって、
ダイナミックで、重厚な音楽空間を繰り広げて欲しいのではないですか？

従来のサブ・ウーファの問題点

- 30Hz 以下の低音は、音楽の位置情報には大きな影響を及ぼさない、という意見もあります。それが正しいとすると「サブ・ウーファは一台でも低音増強には十分で、それを空間のどこに配置しても構わない」ということとなります。

これは、音の強さを補強するだけで、タイミングについては無視した意見です。

- ほとんどのサブ・ウーファは、バスレフ方式か、巨大なキャビネットを密閉型で利用する方式をとっています。低音の音量を増すために、共鳴を使っている場合もあります。そうすると、なかなか減衰しない不明瞭な低音がつきまとい、歯切れの悪い演奏になってしまいます。

これは低音量をあげるだけでは改善されません。

- 低音の共振が、部屋全体の共振を引き起こすこともあります。それがスタンディング・ウェーブにまでなってしまうと止めるのが困難になり、少なからぬオーディオ・ファンが「部屋丸ごとの防振処理」を施さざるを得ない事態に陥っています。

1. 応答が遅れ、しかも中々減衰しない低音を引きずることになります。

これは、音のインパクトをぼやかしてしまいます。

2. 最も高いピークがそれに続く 2 番目のピークより遅れて出ることすらあり得ます。そうすると、メイン・スピーカーに対して遅れを調整しても、無意味です。サブ・ウーファに「位相スイッチ」がついているものもありますが、単純に最初のピークを飛ばすだけです。

3. メーカーの関心は専ら周波数応答のゲイン曲線だけで、タイミングの制御は考えないのが普通です。

4. タイミング調整機能があっても、タイミングを遅らせるだけで、それを早めることはできません。

HANIWA のスーパー・ウーファ

基本の考え方は「追加したサブ・ウーファも含めて、システム全体のインパルス応答を、同じタイミングに集中させる」ということです。

1. サブ・ウーファを、個別の追加ユニットではなく、HANIWA システム全体の一部として扱い、

Real 3D Audio の技術を適用して、ゲイン曲線と位相曲線を帯域全体で平坦にします。

2. HSP03 のインパルス応答は理想的に制御されており、その位相曲線は 30Hz 以下まで平坦です。

3. 20Hz 以下の帯域でも、リアリティを追求したい、というオーディオ・ファンがいます。

しかし、従来の技術では位相曲線を正確に制御できないので、満足のゆく重低音は実現できていません。

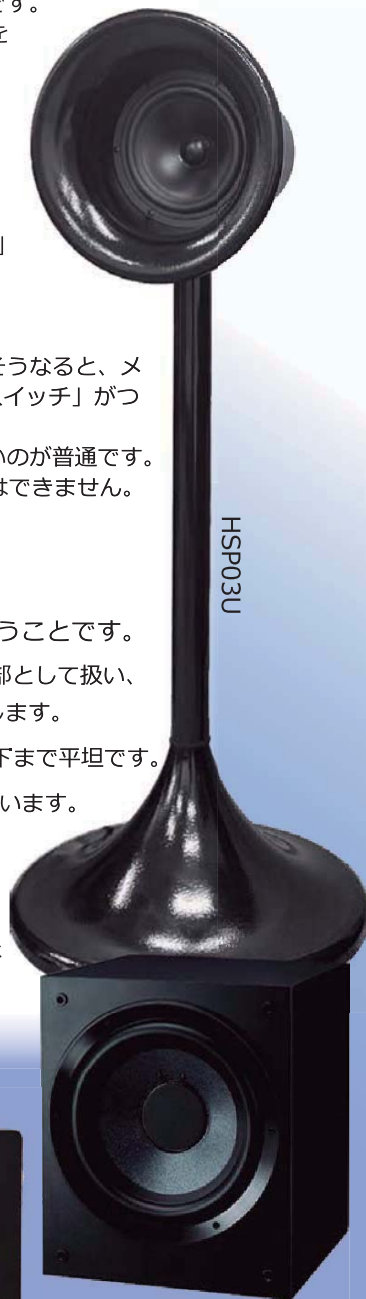
4. HANIWA Real 3D Audio の機能強化によって、サブ・ウーファを HSP03 と合わせて、ゲインと位相の両曲線を、オーディオ帯域全体 (20Hz 以下から 20kHz) で、連続的に平坦にすることに成功しました。



SubWoofer



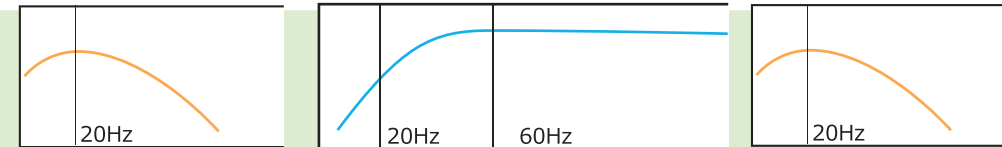
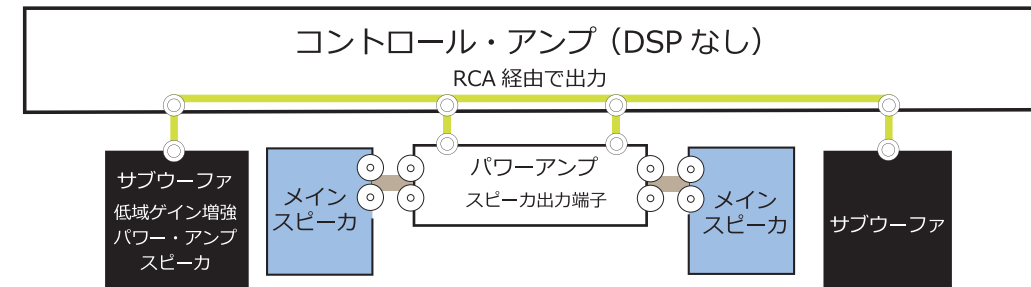
HDSA03
Digital Phase Control System Amplifier



SubWoofer

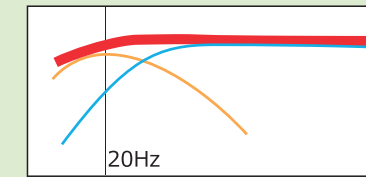
従来のサブ・ウーファは？

より良い音楽を実現？それとも 悩みを増やしている？

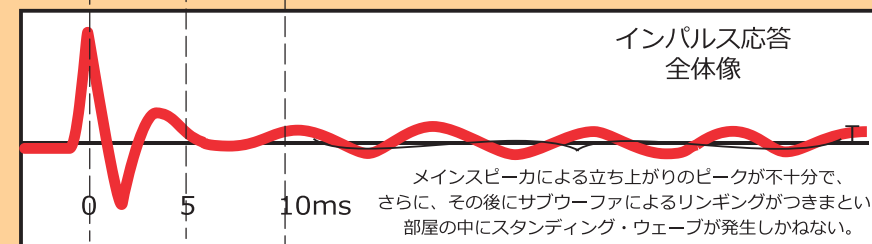
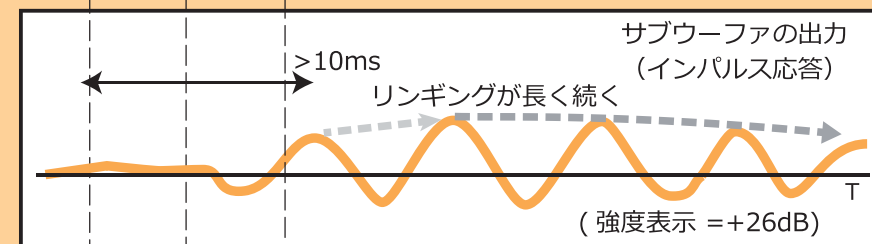
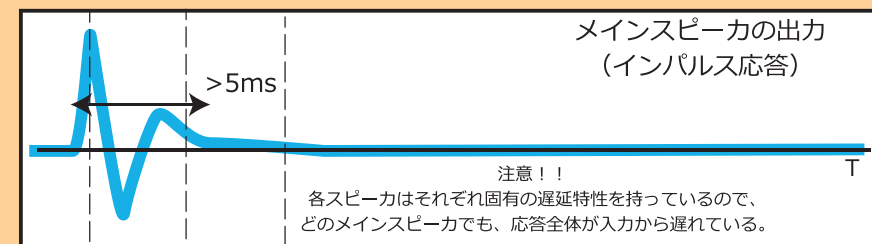


周波数領域：

一見、サブ・ウーファは、メインスピーカーの出力が十分力強くない低音域 (20Hz まで) を増強しているように見える。



しかし 時間領域で見ると - - - インパルス応答が、問題を明らかにしています。



先ず、メインスピーカーのインパルス応答が時間軸上で 5ms 以上の範囲に広がっていますが、これは低域でのグループ遅延の影響です。

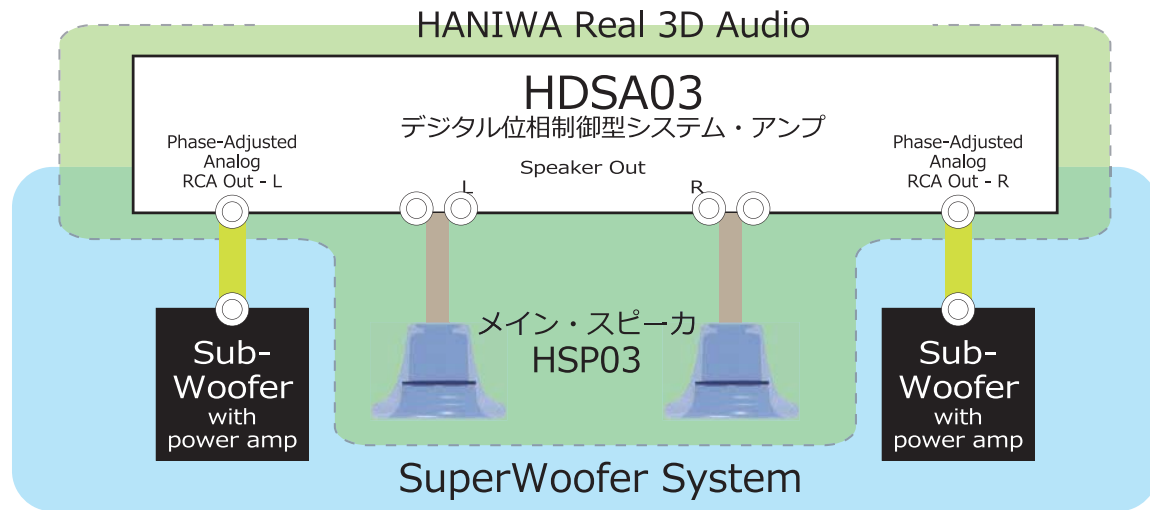
通常、サブウーファのグループ遅延はメイン・スピーカーのものより長く、しかもその立ち上がり、メインスピーカーより遅れます。更に、共鳴に起因するリングングのために、インパルス応答の後ろに一連のピーク列が長く続き、100ms を超えることすらあります。発生するピーク列では、最初のピークよりそれに続くピークの方が高いことすらあります。その場合は、メインスピーカーの応答が終了した後逆エコーが続くこともあります。

全体として、ぼやけた応答が長く続き、低域を強めようと、ボリュームをあげると、部屋に定在波が生じる可能性すらあり、そうするとそれを抑えるのが更に難しくなります。

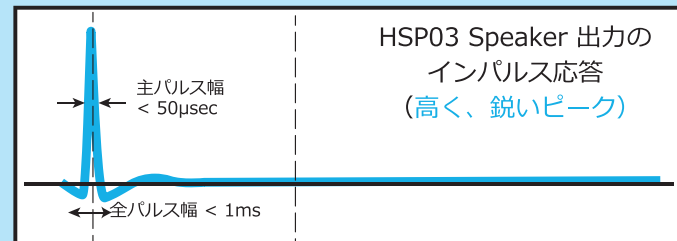
サブウーファを DSP で制御しないと、グループ遅延が増加して、応答の歯切れが悪くなります。そうすると、音に締まりが無くなり、ピークが連なるリングングに付きまとい、部屋の中にスタンディング・ウェーブが発生しかねない。

HANIWA SuperWoofer の考え方

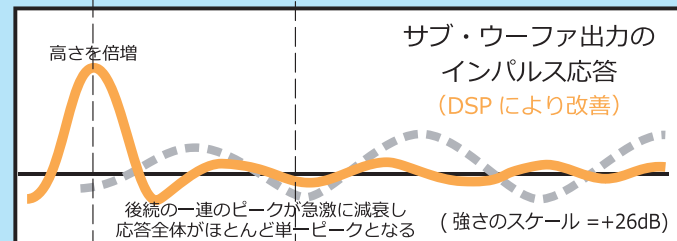
サブ・ウーファ製品を HANIWA Real 3D システムの一部として組み込む



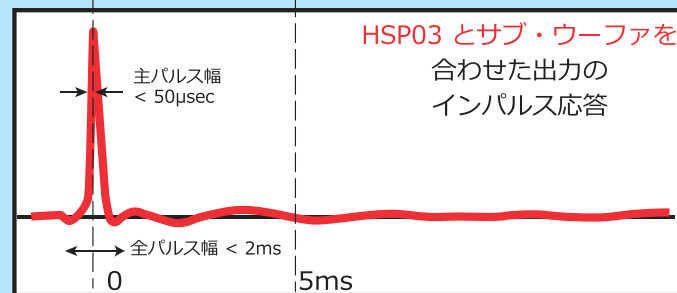
HANIWA system が、強力な位相制御能力を発揮して、HSP03 とサブ・ウーファのインパルス応答を合わせて同じタイミングに集中させる



HSP03 Speaker 出力のインパルス応答 (高く、鋭いピーク)



サブ・ウーファ出力のインパルス応答 (DSPにより改善)



HSP03 とサブ・ウーファを合わせた出力のインパルス応答

結果として、全体のインパルス応答を、主応答に合わせて一箇所に集中させることに成功しました。インパルス応答の位置を一箇所に揃えることで、インパルスの幅がより狭くなり、ピークはより細く高くなりました。減衰も非常に速く、理想的なインパルス応答が実現しました。従って、サブ・ウーファの応答もメイン・スピーカから遅れずに、同時に起きます。

その結果、出力音が自然で明快になり、つきまとっていた共鳴音も綺麗に抑えられています。

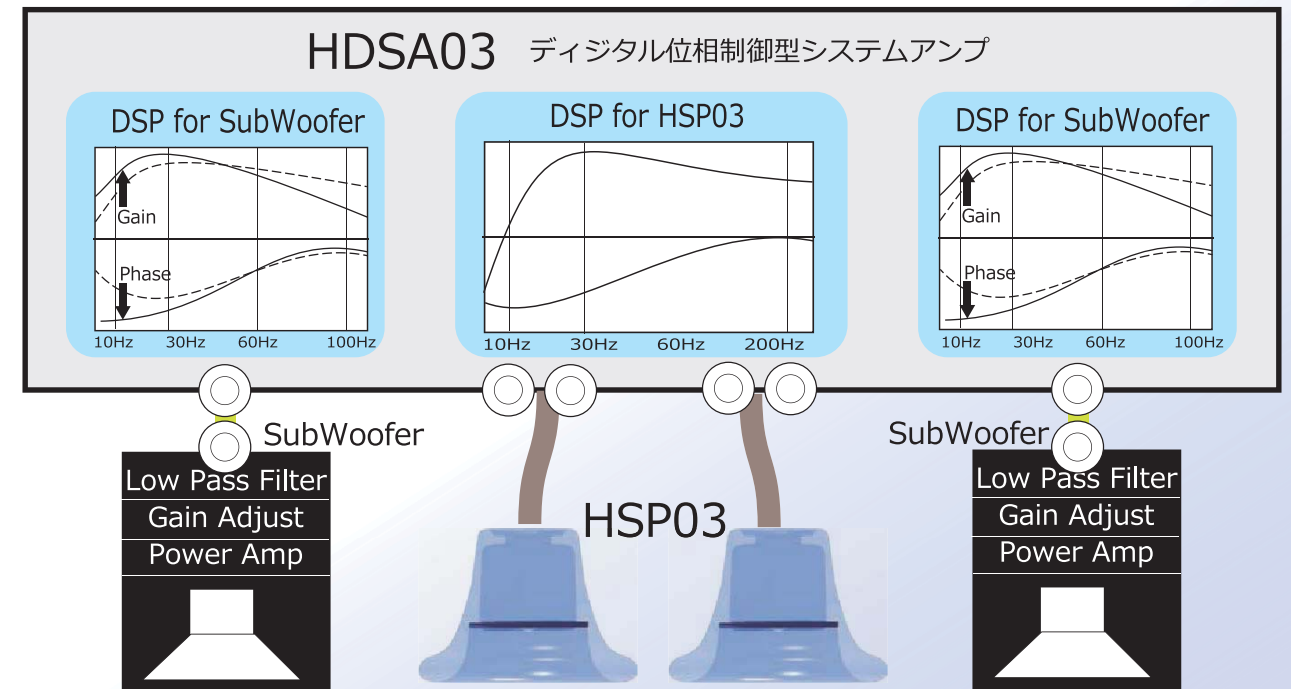
- HANIWA Real 3D Audio system では、すでに HSP03 の周波数応答の位相曲線を 30Hz 以下まで平坦に維持することに成功しています。しかし、ゲイン曲線は 50Hz 以下では落ちていきます。これは HSP03 に組み込まれたフルレンジ・スピーカユニットの限界です。

- 熱心なオーディオ・ファンの中には、高品質の 20Hz 以下の極超低音を求めている方がおられますが、残念ながら、通常の技術ではパルス応答を詳細かつ強力に制御する機能は不十分です。ゲインを 20Hz まで伸ばせても、その周波数まで位相曲線を平坦に保つことは不可能です。結局、望むような低音の改良は実現していません。

- HANIWA Real 3D Audio では、HSP03 と SubWoofer をまとめて、全オーディオ帯域 (20kHz - 20Hz) で、ゲインと位相の両曲線を平坦にすることに成功しました。

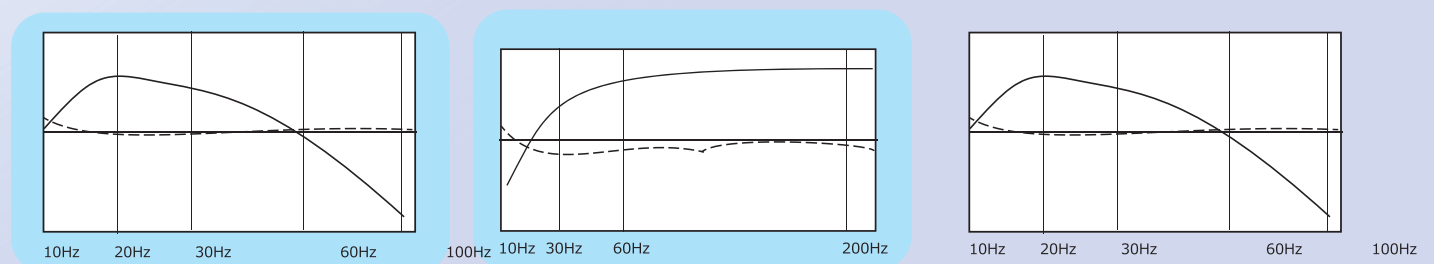
メインスピーカとサブ・ウーファの位相を合わせるための DSP を開発しましたが、10Hz 以下までその効果があります。

HANIWA SuperWoofer System 完全にリアルな音楽再生を目指しています



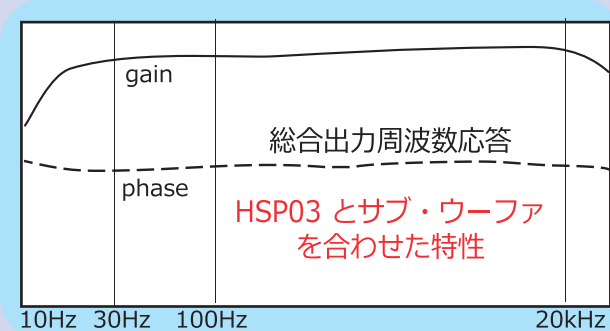
HDSA03 には、低音を増強するためのドライバを備えた、サブ・ウーファ専用の出力が備わっています。単純な低音増強ではなく、位相特性も調整し、時間領域でのインパルス応答を理想に近づけます。その結果、時間領域で、HSP03 とサブ・ウーファを合わせて、ほぼ完璧なインパルス応答が実現しました。非常に鋭く、際立った単一ピークを持ち、そのパルス幅が 50μsec 以下、そして基部の幅が 2ms 以下という特性を持っています。

つまり、サブ・ウーファを追加するということは「ぼやけた低音」が増強されるのではなく、低音楽器の演奏が、他の楽器の演奏に呼応して生き生きと蘇る、ということを実現しているのです。

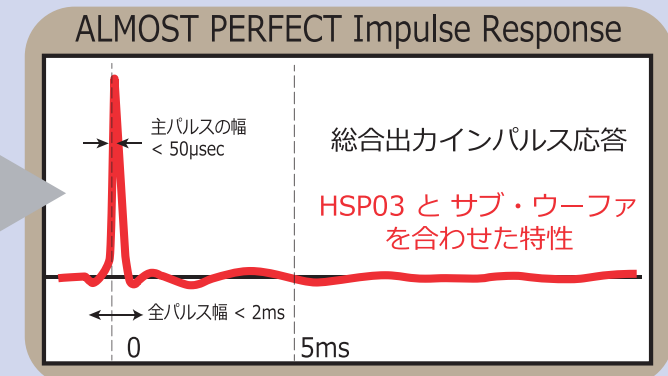


周波数領域

時間領域



総合出力周波数応答 HSP03 とサブ・ウーファを合わせた特性



ALMOST PERFECT Impulse Response 総合出力インパルス応答 HSP03 とサブ・ウーファを合わせた特性