

全ては、部屋によって決まる。

QRD



アコースティカルパレットで自在に室内音響をコントロール

フラクタル解析と整数理論によるQRD製品は
室内音響コントロール材のかたちを変える

QRDアコースティックパネルは整数理論とフラクタル解析によって理論的に裏付けられた室内音響を理想的に仕上げる素材です。ディフューザー、アブフェューザー、ディフラクタル、スカイライン、BAD、デジウェイブという材料は、その組み合わせによってすばらしい音響効果を得ることができます。音は空気を伝わって耳に届きます。自然で癖のない音響空間では、オーディオシステムの性能が全て引き出され、音がここちよくりスナーに届き、部屋に入るだけで気分が良くなるという効果も期待できるのです。私たちが室内で聴く音はオーディオ機器から発せられる直接の音とリスニングルームの壁面からはね返って来る反射音がまざった音です。間接音は、音の放射される経路、距離によって直接音の到達時間とすれりリスナーの耳に届きます。「反射をどう処理するか」が非常に大切だ、と昔から言われるのは、音量、到達時間、時間的分布、間接音の方向などによって私たちの聴く音の質が決まるからです。

音響パレットとは：

音の反射は壁面の表面処理によってコントロールできます。その処理方法は吸音、反射、拡散です。音は、吸音によって減衰され、反射によって方向が変わり、拡散によって均等に分散されます。(図1)

音は空間、時間の分野において、この3種類の表面によって変化していきます。

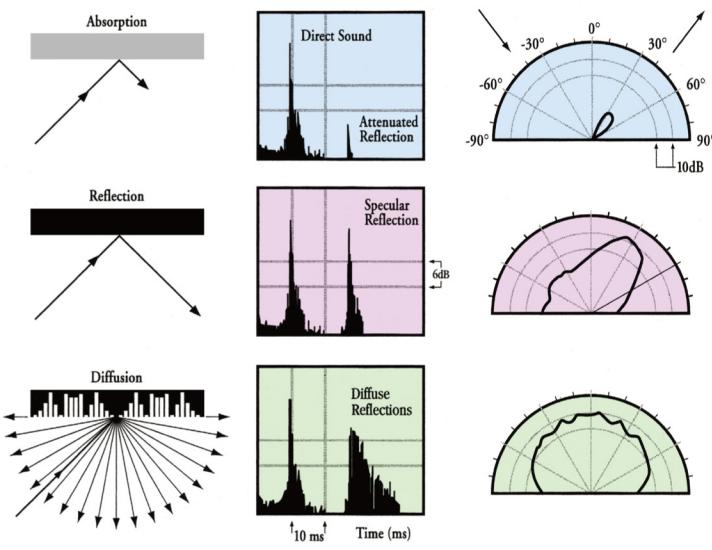


図1

吸音、反射、拡散面に音が当たった時に起こる反応。図は左から、音響処理方法、時間的反応、空間的反応、表面の違いによるパターン、図の上から吸音、反射、拡散

吸音：

吸音は古くからある音響処理の方法です。実は、音響処理材の大部分は吸音材だったのです。一般的な吸音材は500Hz以上の吸音に対して有効ですが、500Hz以下の吸音も処理しないと均一な吸音が期待できません。吸音は大切な音響処理要素ですが室内音響をかえって悪化させているのはこのためです。吸音表面の効率は吸音関数によって評価されます。これはランダムに発せられる音が吸音される割合です。この関数は残響時間の統計的な計算には役に立ちます。一方、QRDの主張する周波数による方向的な吸音係数による「吸音」は材料の極反応(ポーラリスピスンス)を特徴付けるもので、残響時間の算定に利用される吸音とはまったく異なり、パラメーターは周波数、入射角、反射角を考慮した吸音率です。これらの相関関数(特定の周波数、入射角)のプロットは極反応を描きます。図1の測定結果は、音の方向性と強度、時間的、空間的な反応を表しています。QRDは表面によってどのような極反応を得るかに焦点を当て、それを標準化する作業を行い、方向性を表す相関係数を求めました。この方法で得られた吸音処理面は方向性とランダムに放たれた音に対して優れたコントロールを示しました。吸音と拡散という二つの効果を持つQRDアブフェューザーはこうして生まれました。

反射：

鏡面反射とも言われる反射面では入射角と反射角は等しくなります。空間的な反射音の測定は図1中の右の図です。残響特性は反射面の構造と位置で決まります。反射面は、角度を変えて特定の音響処理面へ音を届けるのに利用できます。

拡散：

拡散は均一に音を空間に分配して、連続的な音を提供します。過渡的な音(トランジエント)と減衰音(デケイ)を整えて、室内でのライブ感を改善します。ライブ感とは「直接音と間接音との比率」と定義されます。実際、音の拡散を考慮した演奏空間では、ボーカル、音楽演奏などは自然な音を聴き手に届けます。理想的な拡散音とは音のエネルギーがどの位置でも均一で、高度に凝縮された音波が全ての方向(180度)に進んでいくことです。それは、音を特定の方向に向けるとか拡散させるのではなく、多方向に音を均一に分散させる表面です。拡散は音の波長と音が届く表面に関連性があったときに起ります。多くのタイプの拡散表面が古くからありますが、これらは入射角度や波長によって一貫性がない部分拡散にすぎません。拡散の均一性(空間反応)、周波数帯域(空間反応が均一である帯域範囲)、周波数の谷の非均一性と密度、音自体の密度、反射パターン(時間軸による分布と幅)などの要素によって拡散の良し悪しが分かります。良い音を追求する方々が悩む理由は、一般の部屋のように単純構造の壁面で構成されたリスニングルームでは拡散効果が期待できないからです。

ディフューザー、ディフラクタルによる1D QRD：

QRDは、格子によって反射をコントロールし位相を整えるという整数理論を基に、光学分野で中心的な役割を担う光拡散格子を音響に応用した位相反射格子(RPG)を開発しました。溝の深さが周期的に異なる格子で、同じ幅、異なる深さの複数の溝が格子で仕切られ、18世紀にカールガウス博士が発見した深さと配列になっています。図1に示されているように、入射した音は均一にそして多方向に散らばっています。時間軸反応は深さのバリエーションが音圧減衰効

Diffusor | ディフューザー

スタンダード拡散パネル



QRDの代表的なスタンダード拡散パネルです。全てのリスニングルームに優れた効果を発揮します。どの角度から入射した音もピークとディップを生じさせず、均一に拡散、周波数帯域は250Hzから8kHzまで対応いたします。また、吸音(ディッド)は一切行わないでエネルギーは殺さずライブに保つことも可能です。スピーカー背後(正面の壁)に設置して使用することにより、理想的にステレオイメージを再現することが可能です。また、後壁面に設置することで心地良いホールの響きと、はっきりとしたサウンドステージを創り上げることが可能です。

サイズ

600(H) × 600(W) × 100(D) mm
1,200(H) × 600(W) × 100(D) mm
1,800(H) × 600(W) × 100(D) mm
600(H) × 600(W) × 230(D) mm
1,200(H) × 600(W) × 230(D) mm

Diffractal | ディフラクタル

ハイグレード拡散パネル



ディフューザー前面の反射面をフラクタル解析した拡散面を装備し、より精密な拡散を提供します。比較的小規模なリスニングルームでの拡散材としては理想的な材料で、まさにオーディオルームに最適です。特徴、使用方法はディフューザーと同等ですが、反射面積が少ないために、拡散性能がさらに向上し、より細かい拡散を超高域においても行います。

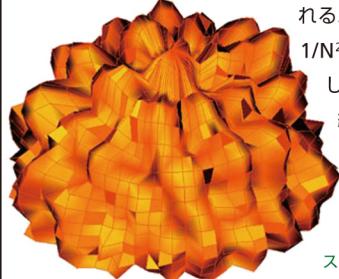
サイズ

600(H) × 600(W) × 100(D) mm
1,200(H) × 600(W) × 100(D) mm
1,800(H) × 600(W) × 100(D) mm
600(H) × 600(W) × 230(D) mm
1,200(H) × 600(W) × 230(D) mm

果に寄与していることが、直接音と比較してお分かりいただけます。空間反応は音が広範囲に散っていることが分かります。

スカイラインによる2次拡散：

図2は2D拡散パターンを表しています。反射音は包半球状に拡散しています。ディフューザーなどの1D拡散ではエネルギーの割合は $1/N$ 、(Nはリピートされるユニットの溝の数)2D拡散ではエネルギーは $1/N^2$ となります。観測点で見ると2Dは1Dに比較して音は $1/2$ に減衰され、到達エリアは半分に短縮されます。スカイラインは156本の高さの異なる角柱を配置し、均一な拡散を提供する優れた材料で、壁面や天井面に使用します。



スカイラインの拡散パターン。全方向均一なパターンに注目

ディフラクタル：

マンデルブロット氏は同じパターンの形状のものをフラクタルと名付けました。QRDはディフューザーをフラクタル解析した表面を反射面に使い、きめ細かく拡散するディフラクタルを開発しました。2ウェイスピーカーのよう高域、低域を分割し均等に拡散する点が優れています。2つのディフューザーはその拡散性能においては独立しており、低域拡散は高域拡散の表面には全く干渉しないきめ細やかな拡散パネルです。

BAD、デジウェイブによる効率的な拡散：

音響設計で成功するには、吸音、反射、拡散を適切に組み合わせますが、予算や拡散材の厚みなどによって制限を受けることもあるでしょう。妥協で吸音壁面を使用しますと、デッドなスペースになり、空気感や自然な音響空間を得ることは出来ません。QRDでは薄くて効果的な2進法増幅ハイブリッド拡散板を設計

Abffusor | アブフェューザー

スタンダードハイブリッドパネル



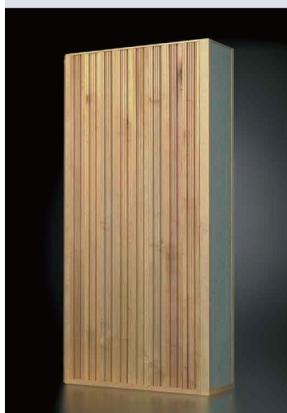
アブフェューザーは様々な角度で入射した音も100Hz以上の周波数帯域において均等に吸音・拡散いたします。スピーカー背後(正面の壁)に設置したディフューザーと組み合わせて使用することにより、ステレオイメージを再現することが可能です。また、側壁面に使用することで一次反射を防ぎ、部屋の音の位相を整えます。このアブフェューザーの出現によって理想的なリスニングルームをいとも簡単に、そして完璧に創ることが可能になったのです。

サイズ

600(H) × 600(W) × 100(D) mm
1,200(H) × 600(W) × 100(D) mm
1,800(H) × 600(W) × 100(D) mm

Flutter Free | フラッターフリー

フラッターエコー処理材



フラッターフリーは音を均一に拡散することを目的とした294mm幅の建築材料です。主に天井面や側壁後面などの使用が効果的です。フラッターフリーを連結して使用壁面に取り付けます。また、自由な長さに加工も可能です。吸音は一切行わず、反射面を拡散することによりスラップエコーをコントロールし、理想的な音響空間を創ります。

サイズ

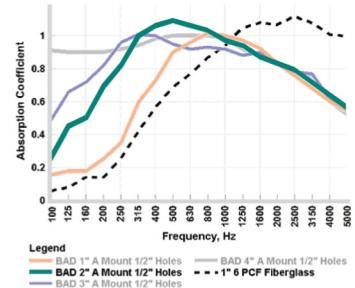
1,200(H) × 294(W) × 30(D) mm

しました。フラットで厚みが5cm、ファブリックにも広い選択肢があります。BADは拡散吸音パネルで、中高域において均一な音の拡散が、また拡散周波数帯域以下の低域では純粋な吸音というQRD独自のクロスオーバーパネルです。BADは60×60cmの面積を1023画面に分割し、ジェームスアンガスによって提唱された二進法反射増幅格子を形成します。BADは伝統的な吸音面に取って代わるのみならず、過度の吸音を防いで好ましい音響空間を作り上げます。グラフはBADが低域を吸音し1kHz以上での拡散を行うことを示しています。

1000Hzは伝統的な吸音材では吸い取られてしまいますが、BADでは拡散によって反射コントロールを行い、部屋の音響環境を整えます。BADを波状の面にしたデジウェイブは入射角での影響を受けにくく均等拡散が望めます。



BAD(赤)、吸音(黄)、反射(緑)、理論的理想拡散(破線)
BADの均一拡散性に注目。



BADと吸音材との吸音係数の比較。
吸音材(破線)は1kHzから急激に吸音係数が低下。
一方、BADは優れた吸音性能を示す。

音響設計の神髄：

デザイナーは反射、拡散、吸音という3種類の表面の組み合わせを主体に音響建築を設計します。不要な雑音を排除、減衰させて音楽やスピーチの質を音響的に高めるには、利用目的によって組み合わせが違ってきます。体育館、図書館等の雑音排除には吸音が一番効果的です。一方、音楽学校、礼拝堂などでは拡散と反射が重要視され、吸音は最低限に止めます。録音、リスニングルームなどでは拡散、吸音、反射のどれもが同等に重要な要素になってきます。部屋の規模に関

Skyline | スカイライン

天井用無指向性拡散パネル



無指向性拡散パネルです。156個の高さの異なる四角柱より構成され、反射波を半球状に180度に渡って均等に拡散します。半球状に拡散することによって、拡散係数が理想的の0に非常に近づきます。天井、壁などあらゆる面上に効果的です。非常に軽量で手軽に取り扱うことができます。取付は専用の付属ネジで簡単に出来ます。(一般的な天井と壁)

サイズ

600(H) × 600(W) × 100(D) mm

Flutter Free | フラッターフリー

フラッターエコー処理材



Omniffusor | オムニフェューザー

天井用無指向性拡散パネル



半球状に音を180度に渡って均一拡散する64個の同一面積、異なる深さのセルを装備した木製三次元拡散パネルで、天井に、または壁面に使用します。通常の二次元ディフューザーと比較すると、反射音の希薄化が半減するので、高音減衰と全方向への拡散が必要とされる場所に集中して使用すると効果です。そのままでも、ディフューザー、ディフラクタルと併せて使用し、効果がございます。

サイズ

600(H) × 600(W) × 100(D) mm

わらず初期反射と0.1秒以上の遅延で到達する後期反射を操作するために拡散はたいへん重要です。適切に縦、横、高さが決定された部屋で反射壁面が共鳴して帯域の一部を反射し音質を劣化させる場合には、吸音は行わずに拡散させるためのディフューザーがとても有効です。拡散は一次反射をコントロールするのも有効です。今まででは吸音に頼っていた初期反射を拡散すると自然な音響空間の環境を得ることが出来ます。QRDによって優れた録音スタジオが多く作られました。

実際にQRDによって音場を作っていく：

では、どのように音響パレットでリスニングルームを仕上げていけばよいのでしょうか。

意図的に部屋の前方を無響状態にした実験の結果、良い音の部屋と正確な音の部屋とは別々なものではないことが判明しました。録音環境での空間的定位、構成を把握できるように実験を積み重ね、後ろの壁面と側壁面に反射して生じる高周波数帯域非常に拡散した音場を創り出すことで、二つの耳における非対称性を増やし、包まれるような感覚が協調された印象を得られるようにします。

理想の音響空間を仕上げる：

第一段階は、リスナーの前面、背面の反射をなくします。音圧と時間分布に加えて、初期反射の指向性が音楽の双耳聴取に影響を及ぼす重要なパラメーターであることは、シュローダー博士によって観察されています。水平方向の拡散反射は双耳において非対称性を誇張する傾向があり、これが空間認識を生みだします。そのため、効果的な拡散面が必要です。QRDは入射音を音場全体に拡散するので、リスニングポイントで位相不整合による有害な干渉が起こりません。正面にアブフェューザー(80%吸音)やディフューザー、ディフラクタル(拡散)、後壁面に拡散板を配置します。後ろの拡散面の効果は次のことが上げられます。

1. 密度の変化や不連続性を伴わない、間隔の短い高密度で均等な反射波がリスニングポイントで得られる、

2. 不規則に並んだノッチ周波数が均等に分配され、密度の濃いパターンを作るので広帯域に渡って周波数の乱れの原因となる反射波の合成が起きにくくなる、
3. システムへの入射角にかかわらずに広帯域、広角度の均一な拡散を生みだす、
4. 反射エネルギーを減少させて反射無害ゾーンでは直接音への干渉がなくなるので、周波数は影響を受けない、音像もはっきりしてくる。

私たちの耳にはタイムウインドウ内で類似した音を再構築する能力があります。このタイムウインドウは、音楽プログラムでは20~30ミリセカンドの間です。この時間的融合のおかげで、私たちは直接音、初期拡散反射、減衰が混ぜ合わさって、より豊かな音として聴くことができるのです。

次に上記と同じ理由で側壁面の初期反射を押さえます。側壁面にアブフェューザー、BAD、デジウェイプなどを配置すると、一次反射が押さえられ部屋の響きとスピーカーから発せられる音楽とがほどよくブレンドし、録音環境の空間的情報を構築することができるのです。

忘れてはならないのが天井を処理です。天井に吸音させるとせっかくの生き生きとした音が死んでしまいます。スカイラインやデジウェイプ(2D拡散)によって音の響きを生かしつつ、リスニングポイントには反射音が届かないよう処理します。直接音と反射音の干渉がない空間を反射無害ゾーン(RFZ)と呼びます。QRDのデザイン哲学は、幾何学的な自由拡散の応用で、室内に存在するエネルギーを効率的に利用することです。ステレオ音像、周波数バランスがリスニングルームの悪影響を受けずに楽しめ、均一なモード特性が得られるので、オーディオ装置は性能をフルに発揮し、疲労度も少なくストレスのない音楽鑑賞によって理解も深まります。

QRDのポイントを押さえた使用によって、貴方のリスニングルームも居心地の良いスタジオのように、音楽再生を楽しめる空間に変貌します。古くから「音は人なり」と言われていますが、それはオーディオ装置の選択に加え、音響空間をどう仕上げるか、ということでしょう。良い音のリスニングルームはQRDによってぐっと現実的になり、理想的な空間が手に入る時代になりました。

ファブリックについて：

アブフェューザー、BAD、デジウェイプに使用のファブリックは音楽スタジオ、美術館などで使用されている高級ファブリックです。アイボリー、ライトベージュの二色が標準です。他の色をご要望の場合にはご相談ください。

ウッド製品：

木質系QRD製品は、無塗装が標準仕様です。コストパフォーマンスに優れ、インテリアにとてもよく馴染み最もスタンダードな仕上げです。ペイントタイプはチーク、ウォルナット、黒檀の3色からお選びいただけます。オイルステイン仕上げしたもので、天然の木目を生かした高級家具仕上げとなっています。(表記の木材を実際に採用したものではありません)。

スカイライン：

カラーはアイボリー、ベージュ、ブラウン、ライトグレー、ブラックの合計5色となります。お部屋になじみやすいソリッドな塗装で仕上げています。

QRDに関するご質問は、販売店、当社までどうぞお気軽にお問い合わせください。リスニングルームの設計段階からのご相談、ご依頼も承りますので、お気軽にお問い合わせください。このカタログに記載の仕様、規格、および外観などは改善のため予告無く変更することがあります。また、図版の色彩は印刷インキや撮影条件などにより、実際の色と異なる場合がございます。あらかじめご了承下さい。

Digi-wave | デジウェイブ

ハイグレード壁掛けハイブリッドパネル



ハイブリッドパネル、BADの表面にウェイブ処理することで、入射角にも左右されない均等な拡散・吸音効果を得ることができます。独自のウェイブによって拡散係数は500Hz以上においてほぼ一定です。音楽スタジオ、美術館などで使用されているギルフォード・メイン社製ファブリックを使用。側壁、天井面の拡散材として幅広く使用できます。取付は、BAD同様に専用金具で容易に行えます。
(1,800mmタイプは、専用フットをご用意しております。)

サイズ

600(H) × 875(W) × 100(D) mm
1,800(H) × 875(W) × 100(D) mm

BAD | バッド

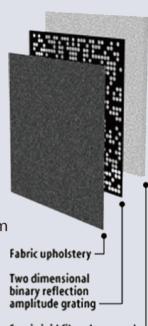
壁掛けハイブリッドパネル



アブフェューザーやディフューザーの厚さがインテリア設計の障害になる場合、BADは拡散、吸音性能を妥協せず、理想的な音響を提供してくれる優れものです。付属の専用取付金具で、お部屋に絵画を飾るような感覚で本格的な音響処理ができるます。(壁に取付けができない場合にも、専用スタンドをご用意しております。)

サイズ

600(H) × 600(W) × 36(D) mm



〒103-0027 東京都中央区日本橋 2-12-9 日本橋グレイス1F

Tel: 03-6225-2777 Fax: 03-6225-2778

Website URL: <http://www.taiyo-international.com>

株式会社 太陽インターナショナル