



DSP-Driven バーティカル アレイ

アコースティック、
エレクトロニク
及び
メカニズムについての検討事項

A Renkus-Heinz
Engineering White Paper



目次

DSP-Driven パーティカル アレイ	3
アコースティック、エレクトロニクス及びメカニズムについての検討事項	3
Iconyx とは？	3
ステアラブル アレイのアプリケーション	3
音響上の懸念	3
建築上の懸念	3
ラインアレイは新しいアイデアではありません	4
ポイントソース間の相互作用	5
ダブルレット・ソースの指向性	5
アレイの長さ λ と波長 λ の関係	6
ドライバーの間隔と波長 λ	7
マルチチャンネル DSP はアレイの長さを制御できます	7
Iconyx: 次世代のデジタルコントロール ラインソースの設計	8
ステアラブルアレイはコラムスピーカーに似ていますが、同じではありません	8
ビームステアリング 故きを温ねて新しきを知る	8
DSP 搭載のアレイスピーカーは音響と建築の両方の問題を解決します	8
周波数に対して可変する Q	8
周波数に対して一定の Q	8
エンクロージャーの取り付け角度に依存しないアコースティックビームのステアリング機能	8
ステア アレイのアプリケーション	8
教会 (Houses of Worship)	8
交通ターミナル (Transportation Terminals)	8
講堂、博物館、ロビー等 (Auditoriums, museums, lobbies)	9
設計基準：アプリケーションの課題に 대응	9
フルレンジ出力	9
先進のエレクトロニクスでフルコントロール	9
柔軟性	9
水平指向性はアレイ エレメントで決定されます	9
より広い指向性により、性能とコストの両面で有利に	10
ラインソースの性能：実際のドライバーの相互作用	10
Iconyx の指向性は周波数が変わっても一貫している	11
ステアリングはシンプルです - ドライバーを徐々に遅延させるだけです	11
メインローブをステアリングするためにプログレッシブディレイを使用するには、アレイは 2 波長 (2λ) の長さでなければなりません	11
BeamWare: Iconyx Linear Array Systems を制御するソフトウェア	11
Iconyx: 次世代の解決策	12
サウンドクオリティ	12
より広い拡散性	12
柔軟性	12
低コスト	12
Iconyx デザインの主な性能上の優位性は以下です	12
より効率的な垂直パターン制御	12
フル帯域幅	12
高度なエレクトロニクス	12
高度な DSP アルゴリズム	12

DSP-Driven パーティカル アレイ

アコースティック、エレクトロニクス及びメカニズムについての検討事項

このホワイトペーパーは、DSP-Driven パーティカル アレイの設計と導入に関するいくつかの問題について説明します。Renkus-HeinzのICシリーズIconyxステアラブル・コラムアレイを実例として取り上げています。

Iconyxとは？

Iconyxは、ステアラブル・コラムアレイで、非常に高い指向性と音源の正確な再現性を、コンパクトで建築的にも美しいパッケージで提供します。Iconyxは、狭い範囲にフォーカスしたステアラブル・ビームと音楽的な音質の両方を兼ね備えたデジタル・ラウドスピーカー・システムです。

他のラウドスピーカー・システムと同様に、Iconyxも特定の用途に適した設計になっています。もちろん、重要なデザインのパラメーターの多くは、対象となる用途によって決定されます。設計段階で決定されたことを理解するためには、対象となる用途がもたらす特定の問題を考慮する必要があります。

ステアラブル アレイのアプリケーション

今日のステアラブルアレイは、1950年代から使用されてきたコラムスピーカーと同じような形状をしています。技術的にも性能的にも大きな進歩を遂げていますが、これらのシステムは主に同じような用途で利用されます。

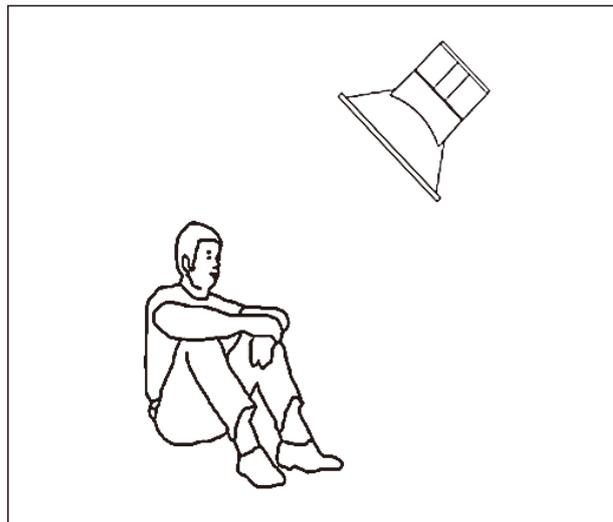
一般的には、礼拝堂、講堂、劇場、その他の同様の場所に設置されます。コラムアレイがポータブルSRに使用される場合、聴衆は200人以下になる傾向があります。このタイプのスピーカーは、大聖堂、鉄道網や空港の旅客ターミナル、立法会議場などの政府機関が使用する公共スペースでよく見られます。

音響上の懸念

音響的には、上記のすべての施設に共通してRT60(残響時間)が非常に長いという特徴があります。

残響の多い空間では、高品質のデバイスが必要です。スピーチの聞き取りや音楽の鑑賞を楽しむためには、直接音と残響音の比率が十分に高くなければなりません。

低品質のデバイスからの音響出力では、過剰な反響が生じてしまいます。このようなシステムでは、デバイスに近い人しか理解できず、会場全体で楽しむことは難しいでしょう。コストパフォーマンスの高い解決策は、より少ない数のHigh-Qデバイスをベースにしたもので、各デバイスはリスナーから離れた場所に設置できるので、より広い範囲を効果的にカバーすることができます。純粋に音響学的な観点からは、客席に向けた音源を壁や床、天井から遠ざける手法は重要ではありません。例えば、ラウドスピーカー・システムが非常に大きなホーンを含んでいても、今日のコンサート・ツアー・システムでよく見られるような湾曲した「ラインアレイ」であっても、EASEモデルでは非常に似た結果を得ることができます。



建築上の懸念

リスニング・クオリティとシステム・コストのバランスをとるには、一般的には少ない数のHigh-Qラウドスピーカー・システムを使用します。では、なぜ上記のような残響の多い空間で大型のホーンアレイやラインアレイをあまり見かけないのでしょうか？答えは、建築家は建物を設計する際に、耳ではなく目で設計することが一般的です。許容できる音響効果を得るために十分なHigh-Qを持つホーンアレイやラインアレイは、ほとんどの場合、設置されるスペースの建築要素よりも大きくなる可能性があります。

また、これらのスピーカーはインテリアデザインの形や色になじみにくいです。さらに、このようなスケールの建物での内部で大規模な変更を許容する建築家や建築主はほとんど存在しません。聴衆に視覚的な印象を与えるために、大きくて奇抜な形状のスピーカーシステムを空間の中央に吊るす許可を得るのは難しいことがあります。



一般的なラインアレイ



一般的なIconyxコラム

コラムスピーカーは、以前から妥協の解決策でしたが、DSPと個々のドライバー・コントロールの統合により、性能が向上しました。その理由は、伝統的なものであれ、モダンなものであれ、ほとんどの建築環境においてコラムは簡単に隠せるためです。通常は壁と同じ面に取り付けができ、隣接する壁に合わせて塗装できるため、その存在を簡単に隠すことができます。これは、建築家にとって魅力的で受け入れやすい解決策です。ドライバーを個別にDSP制御できるようになり、高い音響性能も提供できるようになりました。

ラインアレイは新しいアイデアではありません

Harry F. Olson氏(ハリー・F・オルソン)は、1940年に出版された古典的な音響工学の中で、連続的なラインソースの指向特性を計算し、説明しています。伝統的なコラム・ラウドスピーカーは、常にラインソースの指向性を利用してきました。音響物理学の法則を回避することはできませんが、Iconyxコラムは個々のドライバー制御とDSP機能を活用して、指向性の特徴をより効果的に活かしています。第一世代の"コラムスピーカー"の音響特性は、この表に示すように、トランスデューサーの音響特性とパッケージの物理的特性によって設定されます。

第一世代の"コラムスピーカー"の音響特性は、右上の表に示されているように、トランスデューサーの音響特性とパッケージの物理的特性によって設定されます。

The directional characteristics of a continuous line source are shown in Fig. 2.4. The directional characteristics are symmetrical about the line

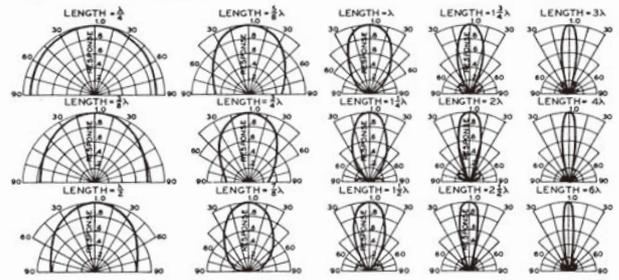


FIG. 2.4. Directional characteristics of a line source as a function of the length and the wavelength. The polar graph depicts the sound pressure, at a large fixed distance, as a function of the angle. The sound pressure for the angle 0° is arbitrarily chosen as unity. The direction corresponding to the angle 0° is perpendicular to the line. The directional characteristics in three dimensions are surfaces of revolution about the line as an axis.

連続ラインソースの指向性、音響工学に記載 ハリー・F・オルソン、1957年

システム	アコースティックパフォーマンス
コラムの長さ	長さ(垂直)があるコラムスピーカーは、最低周波数帯域において指向性をコントロールしやすいです(長い波長)。
ドライバーの間隔	グレーティングローブに影響を与えない最高周波数
ドライバーのタイプ(コーン型、同軸型など)とサイズ	水平方向の分散
ドライバーの帯域幅	周波数特性

1. コラムの長さで垂直分散を制御する最低周波数を決定する。
2. ドライバーの間隔は、アレイが別々のソースの集まりではなく、ラインソースとして機能する最高周波数を決定する。
3. 水平方向の分散は固定です。通常、ドライバーを選択するときに設定されます。なぜなら、コラムスピーカーにはウェーブガイドがないからです(上述したように、最小限の効果しかないウェーブガイドのサイズでさえ、ターゲットとするアプリケーションの建築的要件を満たすには大きすぎるためです。)
4. 帯域幅、パワーハンドリング、感度など、ドライバー特性によって、システムの同等の性能特性が決まります。

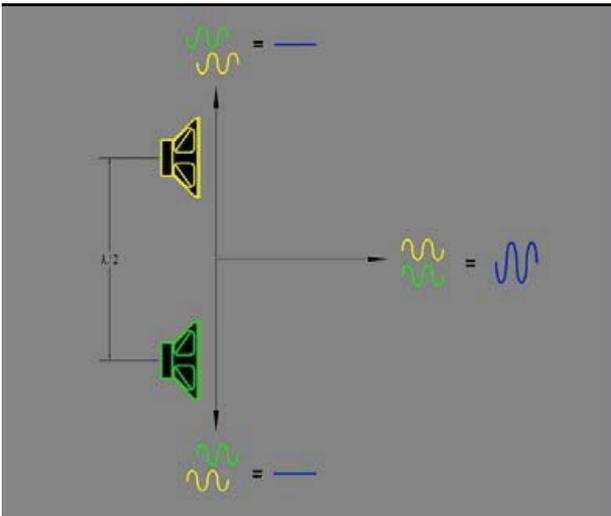
これらの特性の結果で満足のいかない点は、"従来型"のコラムラウドスピーカーのパワー・レスポンスがスムーズではないということです。室内に多くの低周波数が拡散することになり、このエネルギーは垂直方向の分散が広がる傾向があります。残響音が低周波数エネルギーを多く含むため、リスナーが子音や楽器のアタックトランジェントなど高い周波数の音を認識しにくくなり、その結果として明瞭度を得られる範囲が短くなる可能性があります。

伝統的なコラム型ラウドスピーカーがなぜそのような動作をするのかを知るために、基本的なラインアレイとステアラブルアレイの物理学の重要な概念を簡単におさらいしておきましょう。

ポイントソース間の相互作用

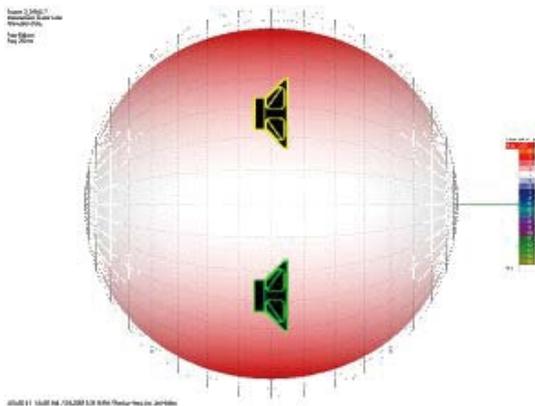
ダブルット・ソースの指向性

垂直面では、これらの2つのソースは1/2波長離れているため、互いの出力が真上と真下で打ち消し合います。水平面では、両方のソースは合計されます。したがって、全体の出力は次のようになります(下図参照)：



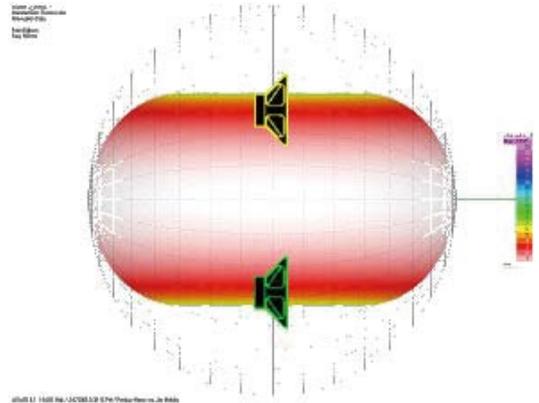
$\lambda/4$ (1/4波長)

2つのソースが1/4波長以下で離れていると、ほぼ1つのソースのように振る舞います。垂直面ではごくわずかに狭くなります(下図参照)



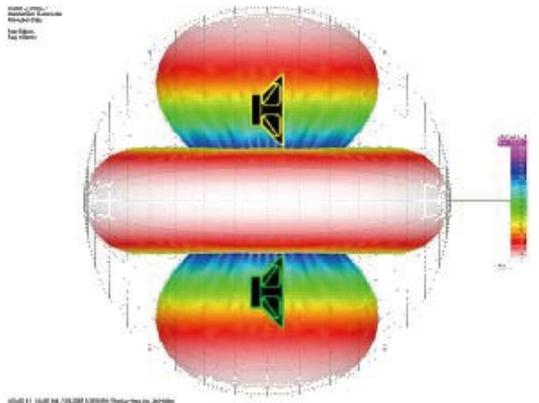
$\lambda/2$ (1/2波長)

前ページの図で説明した通り、1/2波長の間隔では垂直面で大幅な狭帯域化が生じます。これは、波形が180°位相でずれた垂直面で互いに打ち消し合うためです。



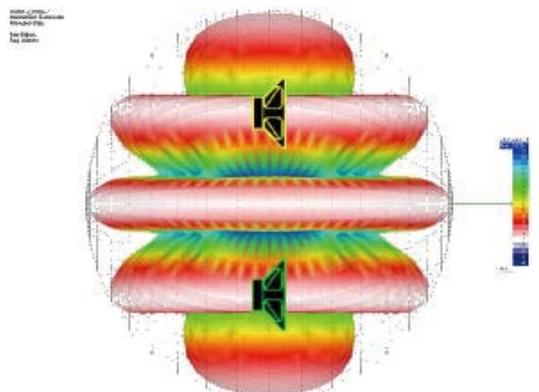
λ (1波長)

1波長の間隔では、2つのソースは垂直方向と水平方向の両方でお互いを補強します。これにより、垂直方向と水平方向の2つの波長が形成されます。

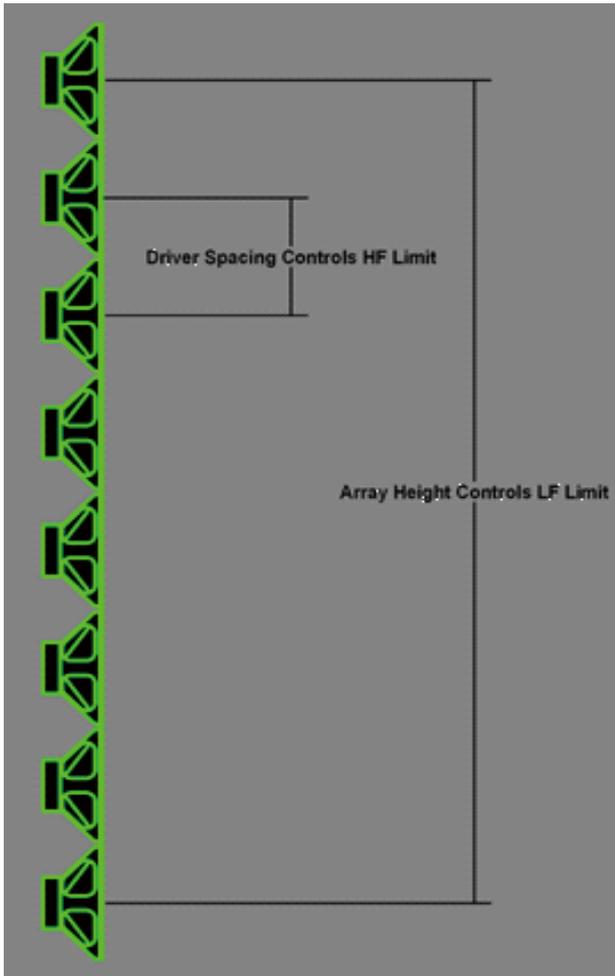


2λ (2波長)

波長とドライバーの間隔の比率が増加すると、ローブの数も増加します。ラインアレイで使用されるような固定ドライバーの場合、周波数が高くなるにつれて比率が高くなります($\lambda=c/f$, f は[可変]周波数、 c は[一定]音速です)。



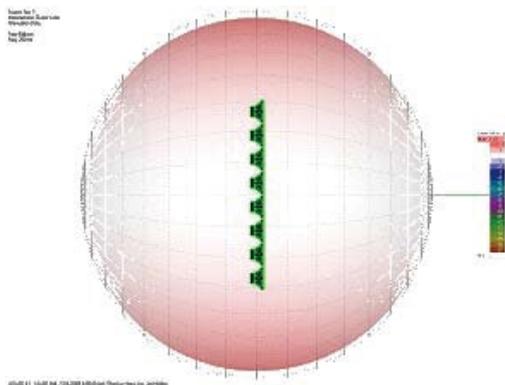
ラインソースのパフォーマンスに関する制限



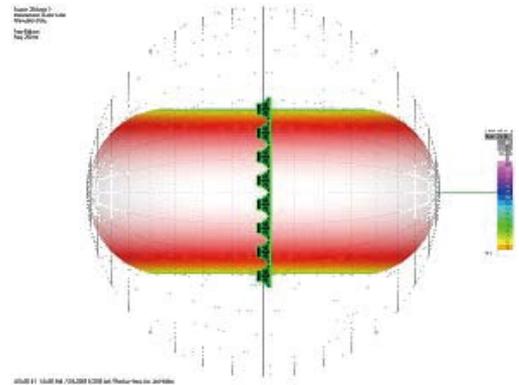
ドライバーの間隔は、最高周波数を設定します。アレイの全高は、垂直方向の指向性を持つ最低周波数を設定します。

アレイの長さと言長(λ)の関係

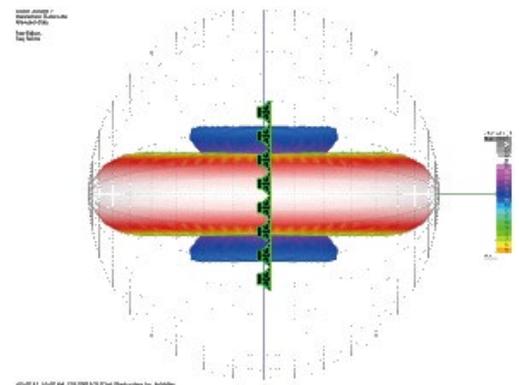
$\lambda/2$: アレイの長さの2倍の波長では、パターン制御はありません。



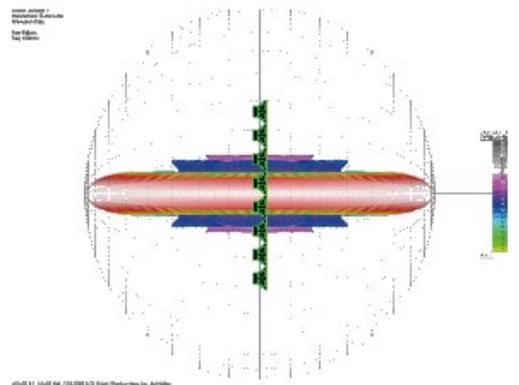
λ : 周波数が上昇すると、波長はラインの長さに近づきます。この段階で、垂直面での実質的な制御が可能になります。



2λ : 高い周波数になるにつれて、垂直方向のビーム幅は狭まり続けます。いくつかのサイドローブが現れますが、この方向に放射されるエネルギーは、フロントローブやバックローブに比べて大きなものではありません。

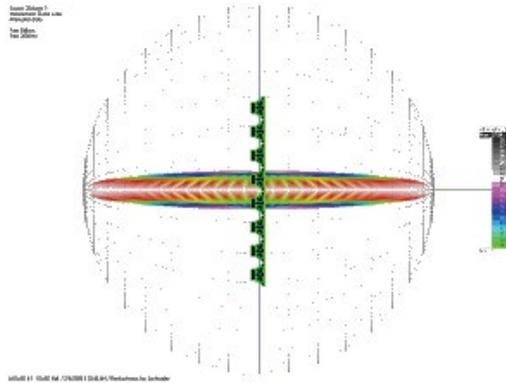


4λ : さらに縦に狭くなり、サイドローブはより複雑になりエネルギーが大きくなってゆきます。

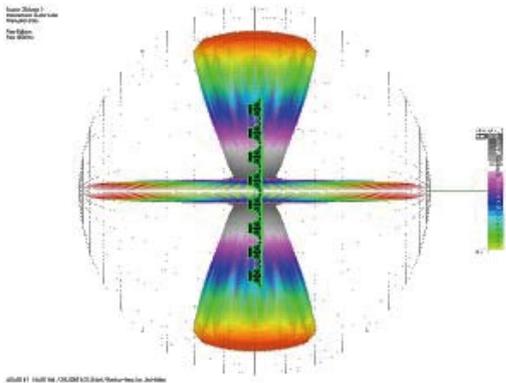


ドライバーの間隔と波長 (λ)

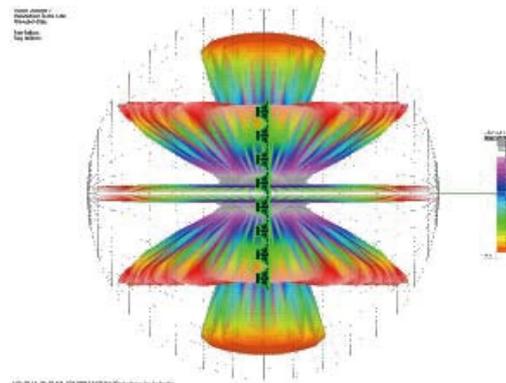
$\lambda/2$: ドライバーの間隔が $1/2$ 波長以下の場合、アレイはサイドローブを最小限に抑えた指向性の強いビームを生成します。



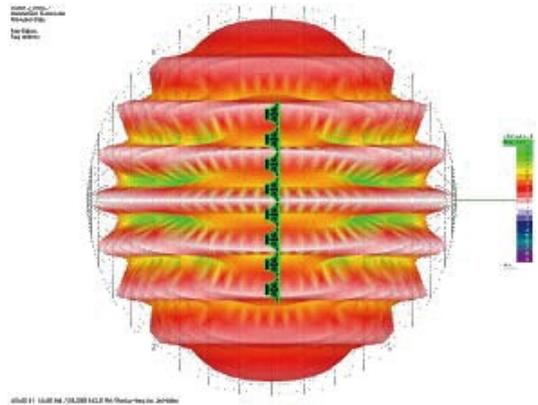
λ : 周波数が高くなるにつれて、波長はドライバーの間隔に近づいてゆきます。この時点で、グレーティングローブが測定に大きく影響するようになります。聴衆の大部分またはすべてがこの垂直ローブの外側に位置している場合は、問題にならないかもしれません。



2λ : さらに高い周波数になると、ローブが増えます。つまり聴衆者からローブやその反射から切り離すことが難しくなります。

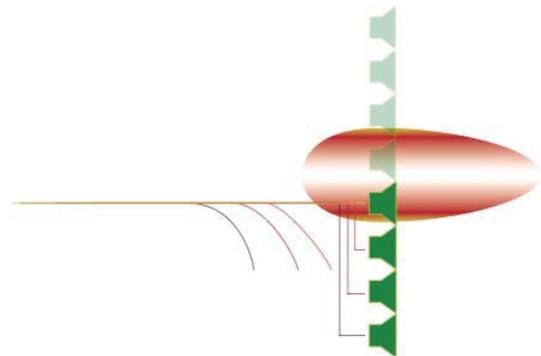


4λ : ドライバーの間隔が波長の4倍に近づくと、アレイは非常に多くのサイドローブを生成し、その出力は単一のポイントソースに近づきます。アレイの放射エネルギーが、アレイの長さが $1/2\lambda$ であったときとほぼ同じになるところまで「一周」しました。最初の図に示すように、これがラインアレイの指向性の高域限界です。



マルチチャンネルDSPはアレイの長さを制御できます

垂直アレイのパターン制御の上限は、常にドライバーの間隔によって設定されます。設計上の課題は、周波数特性と最大出力を最適化しながらこの寸法を最小化することであり、過大なコストをかけることなくそれを実現することです。ラインアレイは、周波数が高くなるにつれて指向性が強くなります。高周波数では指向性が強すぎて音響的に役に立ちません。しかし、各ドライバーに個別のDSPが用意されていれば、それを使って周波数が高くなるにつれてアレイを音響的に「短く」することができます。このテクニックは概念的に単純です。ローパスフィルターを使用して、アレイの上端と下端にあるトランスデューサーへのドライブレベルを減衰させます。このテクニックは基本的なものです。アレイの各ドライバーにアンプ1チャンネルとDSP1チャンネルを割り当てる必要があります。



上記は簡略化された回路図ですが、マルチチャンネルDSPは周波数が高くなるにつれてアレイを「短く」することができることを示しています。わかりやすくするため、処理チャンネルは半分だけ示しています。

Iconyx: 次世代のデジタルコントロール ラインソースの設計

ステアラブルアレイはコラムスピーカーに似ていますが、同じではありません。

単純なコラム型ラウドスピーカーは垂直指向性を提供しますが、ビームの長さは周波数によって変化します。そのため、これらのラウドスピーカー全体のQは必要以上に低くなります。初期の設計の多くは小型コーン型「フルレンジ」トランスデューサーを使用しており、これらのドライバーの高域特性の低さは、評価を高めるものではありません。



ビームステアリング 故きを温ねて新しきを知る

ドン・デイビスの有名な言葉に「古人は我々のアイデアを盗み続ける」というものがあります。これは、ハリー・F・オルソンの『音響工学』からの別の図解で、デジタル・ディレイを個々の音源のラインに適用することで、ライン音源を傾けるのと同じ効果が得られることを示しています。この比較的簡単なシステムのコストが十分に低くなり、商業的に実行可能なソリューションが市場に出回るようになるのは、1957年以降のことでした。

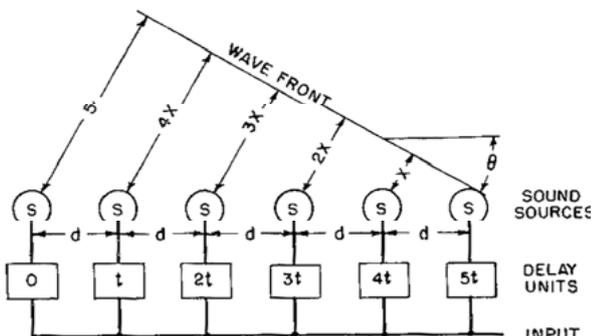


FIG. 2.5. A delay system for tilting the directional characteristic of a line of sound sources

DSP搭載のアレイスピーカーは音響と建築の両方の問題を解決します

周波数に対して可変するQ

DSP搭載のラインスピーカーは、制御された干渉を利用して垂直ビームの開口角を変えることができる可変Qを持っています。Iconyx ICシリーズは、アレイの長さが十分であれば、5°、10°、15°、20°の開口角を作り出すことができます(5°の垂直ビームにはIC24が最低限必要です)。この垂直方向に狭いビームは、天井や床からの反射エネルギーがほとんどないため、残響を最小限に抑えます。

周波数に対して一定のQ

DSPと独立したアンプ・チャンネルで各ドライバーを個別に制御することで、広い動作帯域にわたって指向性を一定に保つ信号処理を行うことができます。これによって、室内の残響エネルギーを最小限に抑えるだけでなく、一定のパワー レスポンスを実現します。プロセッシングをしていないパーティカル・アレイよりもはるかに高い可変Qと、比較的広い動作帯域にわたる一定のQの組み合わせが、DSPを持つIconyxコラムスピーカーが非常に有用な音響結果をもたらす理由です。

エンクロージャーの取り付け角度に依存しないアコースティックビームのステアリング機能

ビームステアリングは信号処理の観点からは比較的些細なことですが、ソリューションとしての建築的要素にとっては非常に重要です。壁と同じ面に取り付けられたコラムスピーカーはほとんど目立たなくできますが、下向きに傾いたスピーカーでは建築デザインを妨げることがあります。DSP駆動のコラムスピーカーであれば、「ステアリング(可変)」が可能になります。Iconyxは、垂直面におけるアレイのアコースティックセンターを変更できるので、これは時に非常に効果的なアプローチとなります。

ステア アレイのアプリケーション

教会(Houses of Worship)

多くのカトリックの大聖堂や教会には、非常に高い天井、石やガラスなどの反射材でできた境界面、礼拝者以外の吸音材がないといった建築上の特徴があり、これが非常に長いRT60と同様に低い明瞭度につながります。モスク、寺院、シナゴグ、そして多くのプロテスタント教会や福音主義教会の礼拝堂も、同様な音響的・建築的課題を抱えています。

交通ターミナル(Transportation Terminals)

空港や駅では、礼拝堂と同様な素材や空間計画を使用して建築的なアプローチが一般的です。乗客は出発・到着時間や直前のスケジュール変更を確認する必要があります。家族やゲストはお互いを見つける必要があります。

講堂、博物館、ロビー等 (Auditoriums, museums, lobbies)

大聖堂や交通機関のターミナルよりも小規模な建物でも、デジタル制御アレイが最良の、時には唯一のソリューションとなる特性の1つまたは両方の課題を持っています。デジタル制御アレイが他のどのソリューションよりも優れている2つの主な課題は、スピーチの明瞭度の問題となる長い残響時間と、一般的なシステムと相反する建築様式です。

設計基準：アプリケーションの課題に応える

フルレンジ出力

詳細なコントロールができるDSPを搭載したラインソースでも、制御できる周波数帯域には限界があります。しかし、私たちは設計の初期段階で、フルレンジ同軸ドライバーを使用することを決定しました。フルレンジの出力を提供することで、ビーム・シェイピングとステアリングの利点を大きく損なうことなく、システム全体のサウンドをより正確で自然なものにできると考えました。典型的なプログラム素材では、エネルギーのほとんどは制御可能な周波数範囲内にあります。以前の設計では、制御可能な周波数の上下にわずかに放射されるだけでした。そのため、プログラムソースの周波数の多くが犠牲になりますが、明瞭度は大幅に向上しませんでした。

先進のエレクトロニクスでフルコントロール

デジタル制御ライン・ソースの効果を最大化するには、高品質のトランスデューサーから始めるだけでは不十分です。私たちは、各エレメントを完全にコントロールできる必要があると考えました。そこで、DSP機能を内蔵したコンパクトなマルチチャンネルアンプを探すことになりました。私たちが使用したD2オーディオ・モジュールは、必要な出力とフルDSP制御を備え、さらに純粋なデジタル信号経路オプションという利点を備えています。PCMデータがAES/EBUまたはCobraNet入力経路でチャンネルに送られると、D2オーディオ・プロセッサ/アンプはそれを直接PWMデータに変換し、出力段を駆動することができます。第一世代のデジタルアンプは、出力段を駆動するために、PCMデータをアナログ波形に変換し、デジタルPWMデータに戻す必要がありました。しかし、追加のD/AコンバーターとA/Dコンバーターは、コストを増加させ、歪みやレイテンシーを引き起こす可能性があります。

柔軟性

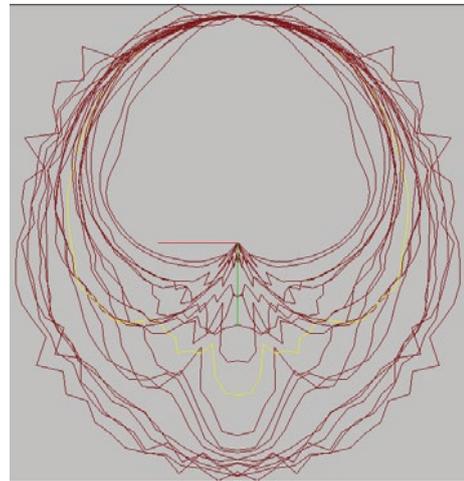
正確で自然な再生がデジタル制御のラインソースと組み合わせると、その潜在的な応用範囲は大聖堂や交通ターミナルに限らず、もっと広がると我々は考えています。そのため、Iconyxの設計において、柔軟性を目標にしました。非常に高いラインを小さなモジュールから構築できるモジュラーコンセプトからスタートしました。個々のモジュールは、UPSなどの低コストの運送業者を介して発送でき、現地で迅速に組み立てることができます。各ラインソース要素を直接制御することで、同じアレイから複数のローブを形成し、指向性を調整できます。これらのローブの音響中心は、アレイの物理的な位置とは独立して移動できます。なぜなら、ドライバーの間隔はラインの全長にわたって一定であるためです。

水平指向性はアレイ エレメントで決定されます

他のパーティカル(垂直)アレイと同様に、Iconyxのシステムも垂直面のみ指向性を変えることができます。水平方向のカバレッジは固定されており、エレメントの選択によって決まることは分かっていました。Iconyxモジュールに使用されているトランスデューサーは、100 Hzから16 kHzまで、140°から150°の間でしか変化しない、広い動作帯域で一貫した水平分散を持っています。Iconyxの水平指向性は、4インチ・フルレンジ・ドライバーを使用した同様のアレイよりもはるかに安定しています。



フルレンジ4インチ・コーンのポラー・レスポンス：周波数が高くなるにつれて徐々に狭くなっています。



Iconyx用の同軸4インチ・ドライバーのポラー・レスポンス：高周波数帯域の分散がはるかに広い。多くの同軸トランスデューサーに見られる軸外ナローイングは、時間整合パッシブ・クロスオーバー・ネットワークのおかげで発生しません。

より広い指向性により、性能とコストの両面で有利に

Iconyxシステムは、特に高周波数における広い指向特性により、カバーエッジ・エリアの端で、より安定した性能と明瞭度を提供することができます。多くの場合、広いカバーアングルは許容できる結果を得るために使用する機器の数を減らすことができ、コスト削減につながります。

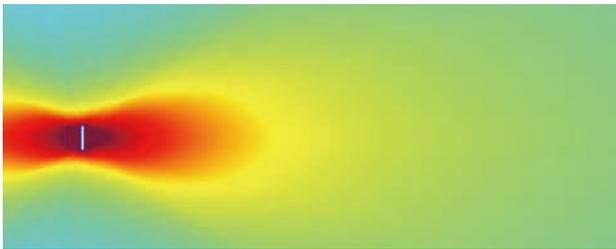
ラインソースの性能：実際のドライバーの相互作用

実際のドライバーは均一な指向性を持っているわけではありません。物理的な寸法を持つソースと同様に、周波数が高くなるにつれて指向性が強くなります。例えば、Iconyxのパーティカルアレイに使用されている直径4インチの同軸ドライバーは、約300Hzまでは全指向性で、300Hzから約1kHzまでは半球状です。1kHzから10kHzでは、 $140^\circ \times 140^\circ$ の円錐パターンとなります。

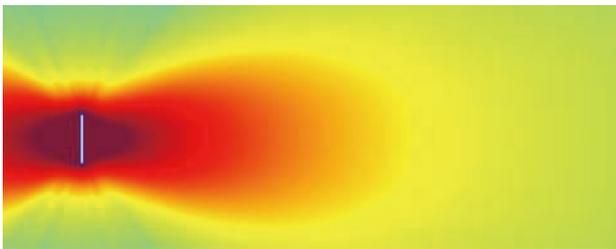
これらのソースのアレイは、完全な球面放射を持つポイントソースのラインとは異なる振る舞いをします。背面へのローブ(音の拡がり)はフロントローブよりもはるかにレベルが低く、軸外になるグレーティングローブはメインローブよりもレベルが低くなります。特に、アレイの主軸に対して 90° のグレーティングローブは、レベルが大幅に低下します。

Iconyx Arrays @ λ (1波長)

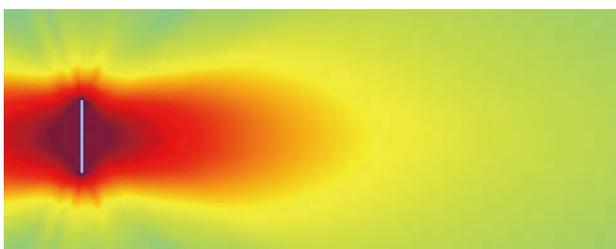
IC8 @ 400 Hz



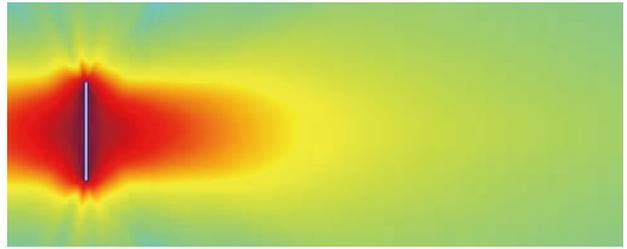
IC16 @ 200 Hz



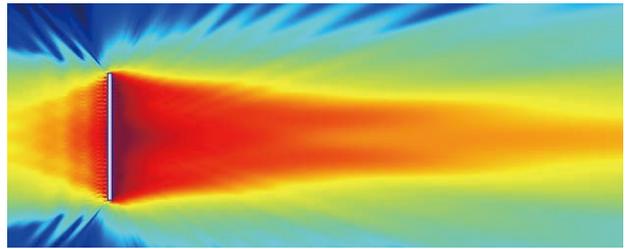
IC24 @ 125 Hz



IC32 @ 100 Hz

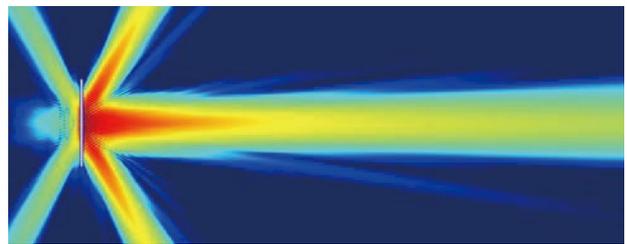


ローブの形は似ていますが、IC8より4倍の長さを持つIC32はローブの幅が狭くなります。



1.25kHzで、IC32はほぼ完璧な 10° 垂直ビームを放射します。サイドローブは存在しますが、そのレベルはメインビームより-9dB低いです。

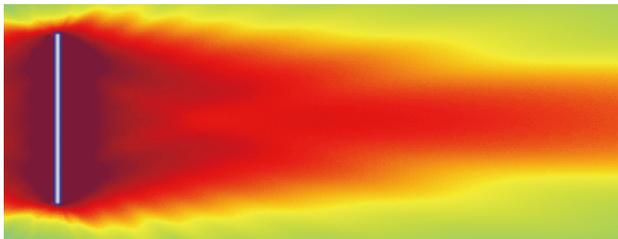
IC32 @ 31λ



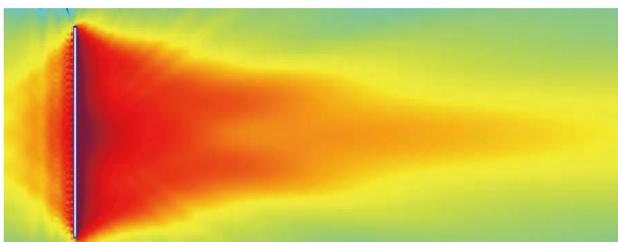
3.1 kHzでは、メインローブは焦点が合っていますが、2つのグレーティングローブも存在します。メインビームに対する角度が広いため、これらのサイドローブは実用上の問題にはなりません。

Iconyxの指向性は周波数が変わっても一貫している

IC32 @ 5λ & 12.5λ



500 Hz (5λ)では、IC32は10°のローブを示しています。これは100 Hzと1.25 kHzの両方の測定値と近いビームを示しています。

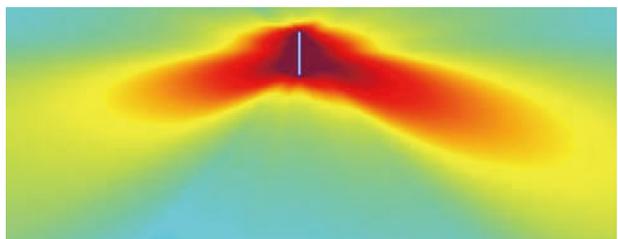


1.25 kHz (12.5λ)では、IC32が放射する10°のローブはわずかに狭くなっているが、一貫性は保たれています。

ステアリングはシンプルです - ドライバーを徐々に遅延させるだけです

アレイを傾けると、ドライバーは時間と空間の両方で移動します。上部にヒンジがあり、下向きに傾いたラインアレイを考えてみましょう。傾けることで、一番下のドライバーは時間的にも空間的にもリスナーから遠ざかります。

ステアリングは新しいアイデアではなく、物理的にスピーカーを傾けることとは異なります。前方および後方のローブは同じ方向に向けてステアリングされます。



ビームステアリングは、前方および後方のローブが同じ方向にステアリングされるため、物理的にスピーカーを傾けるのとは異なる音響的な結果を生み出します。

メインローブをステアリングするためにプログレッシブディレイを使用するには、アレイは2波長(2λ)の長さでなければなりません

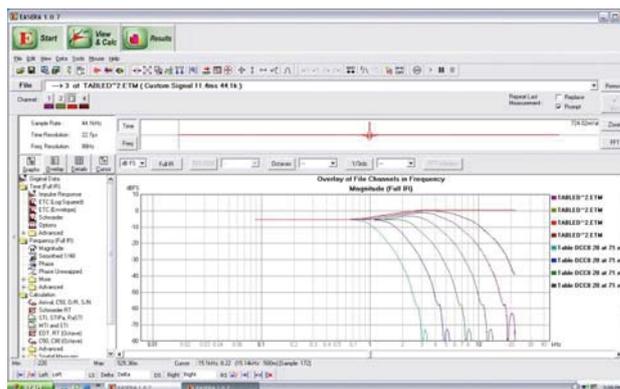
ICシリーズの異なるモデル名は、垂直アレイ内の同軸トランスデューサーの数を指します。異なる各モデルは以下の周波数まで効果的にステアリングできます：

- IC8: 800Hz
- IC16: 400Hz
- IC24: 250Hz
- IC32: 200Hz

BeamWare: Iconyx Linear Array Systemsを制御するソフトウェア

このホワイトペーパーの7ページにある「マルチチャンネルDSPはアレイの長さを制御できます」と題されたセクションでは、一連のローパスフィルターができるだけ広い周波数範囲で一定のビーム幅を維持する方法について説明しています。

アイデアはシンプルですが、最も基本的なIconyxアレイであるIC16に対しては、16組のFIRフィルターと16個の別々の遅延時間を計算して適用する必要があります。アコースティックローブの中心をアレイの物理的な中心の上または下に移動させるために一定のドライバー間隔を利用する意図がある場合、異なるフィルターと遅延時間のセットを計算して適用する必要があります。



複雑なローパスフィルターを使用することで、IC8アレイの場合、20度のローブが生成されます。

理論的なモデルは必要ですが、「ラインソースの性能：実際のドライバーの相互作用」で述べたように、実際のトランスデューサーの挙動はモデルよりも複雑です。Iconyxのビームシェイピングフィルターは、基礎となる複雑な計算をシミュレーションしたのち、ロボット試験測定設備で実際のアレイで測定して検証しました。

幸いなことに、現在のラップトップやデスクトップのCPUは、このタスクに対応しています。BeamWareは、ユーザーからのグラフィック入力(聴衆エリアの側断面、物理アレイの位置と取り付け角度)を受け取り、EASE(v4.0以上)にインポート可能なアレイ出力のシミュレーションと、RS422シリアル制御を介してIconyxシステムにダウンロード可能なFIRフィルターのセットを提供します。その結果、実際の音響環境において正確で予測可能な再現性のある結果を提供するグラフィカル・ユーザー・インターフェイスが実現しました。

Iconyx: 次世代の解決策

サウンドクオリティ

Iconyxは、始めから音声と音楽を正確かつ自然に再生するために設計されているため、長年に渡るRenkus-Heinzのポイントソースや他のラウドスピーカーと同じようなサウンドを再生することができます。以前のデジタル制御アレイは帯域幅に制限があり、「大きなページングホーンのような」サウンドでした。Iconyxアレイモジュールと以前のデザインの主要な違いの1つは、Iconyxが「フルレンジ」のコーンや別々のドーム型ツイーターの代わりに、ワイドバンドでワイドアングルの同軸ドライバーを使用していることです。

より広い拡散性

高性能の同軸ドライバーを採用することで、Iconyxは、特に高周波数帯域において、より広い水平指向性を実現しています。これは、カバレッジ・エリア全体でより一貫した周波数特性と、より少ない装置で多くのスペースを適切にカバーできる広い指向性を意味します。

柔軟性

Iconyxモジュールは、同一の同軸トランスデューサーの垂直アレイです。ドライバーの間隔が一定であるため、ローブの音響中心をアレイのどこにでも配置できます。これは、アレイの物理的な位置がアレイの中心から放射されるローブでは最適なカバレッジを得ることが難しい場合に非常に有用です。モジュラーデザインにより、各Iconyxアレイに複数のエレメントとローブを持たせることができます。1つのIconyxアレイから複数の独立したローブを生成でき、各ローブは異なるビーム幅とステアリング角度を持つことができます。

低コスト

同軸アレイ要素の広い拡散性のおかげで、各Iconyxアレイはより広いエリアをカバーできます。モジュラーデザインにより、個々のモジュールをUPSや同様の低コストの運送業者を利用して発送できるため、発送コストを削減できます。

Iconyxデザインの主な性能利点は以下です

より効率的な垂直パターン制御

Iconyxのアレイは、従来の設計と同様の指向性指数を持ちながら、大幅に小型化されています。同サイズのアレイは指向性が高く、残響の多い空間でも明瞭度が高くなります。さらに、Iconyxのモジュラーデザインにより、設計者や設置者に柔軟性を与えます。

フル帯域幅

以前の設計は200 Hzから4 kHzまでの制限された帯域幅でしたが、Iconyxの周波数レスポンスは120 Hzから16 kHzまでのフルレンジシステムです。さらに、Iconyxモジュールは電氣的にも音響的にも効率的で、同じ寸法の従来設計のモデルと比較して3 ~ 4 dB高い出力を得ることができます。フルレンジの出力と高い効率性により、Iconyxは"背の高いページングホーン"ではなく、ラウドスピーカーのように聞こえます。

高度なエレクトロニクス

Iconyxアレイの各エレメントは、それぞれのプロセッサー / アンプによって駆動されます。オプションのAES/EBU入力を使用する場合、信号経路は"ビュア・デジタル"となります。DSPアンプはPCM入力データを直接PWMデータに変換し、出力段を駆動します。第一世代の"デジタル"アンプは、PCMデータをアナログ波形に変換し、再びアナログからPWMに変換する必要があります。これらの変換ステージは、シグナル・チェーンに歪みとレイテンシーをもたらします。

高度なDSPアルゴリズム

Iconyxのために特別に開発された高度なDSPアルゴリズムとBeamWareインターフェースにより、Iconyxアレイをさまざまな観客エリアに簡単に適応させることができます。SPLは最大で300フィートの距離でも一定に保つことができます。ローブの中心をアレイの上から下までどこにでも移動できます。1つのアレイから個別のビーム幅とステアリング角度を持つ複数のローブを作り出すことができます。EASE DLLを使用することで、IconyxアレイをEASE 4.0およびそれ以上のバージョンで正確にモデル化することができます。

