



文章名：ARRAY-MORPHING_WP_JP_2-0

発行日：2012年6月1日

© 2012 L-ACOUSTICS®. All rights reserved. No part of this publication may be reproduced or transmitted in any form or by any means without the express written consent of the publisher.

1 はじめに

LA アンプリファイド・コントローラーはL-ACOUSTICS 製品用のプリセットライブラリーを備えています。ファクトリープリセットは、スピーカーパラメーターとアプリケーションの組み合わせで構成しています。これによりプリセットは要求されるアプリケーションに対してアレンジしたスピーカーコンフィグレーションを適合させることができます。分散配置システムとしてキャビネットを単独で使用するケースから、ラインソースアレイシステムとしてキャビネットをアレイリングして使用するケースまで、様々なスピーカーコンフィグレーションが存在します。

しかしながら、利用可能なファクトリープリセットの数は無限ではないので、使用するシステムの周波数特性は正確にそれぞれのコンフィグレーションと一致しないと補正をする必要があるかもしれません。この補正作業は、分散配置システムとしてキャビネットを単独で使用するケースでは、それぞれのスピーカーに対して個別にプリセットを選択すれば良いので簡単です。

これに対して、様々なコンフィグレーションにより周波数特性が変化するラインソースアレイを補正する作業はとて複雑です。プリセットに含まれているパラメーターでは物理的なアレイカップリングの法則を補正することができないため、システムエンジニアはガイドライン無しでシステムの音色を補正することになります。

1992年という早い段階で、L-ACOUSTICSはWSTラインソースの周波数特性に影響を与える複数の要因を特定していました[1-3]。DSP技術の進化に伴い、L-ACOUSTICSは独自のアレイモーフィングツールを開発しました。このツールはLA NETWORK MANAGER（バージョン1.2以降）の一部として機能し、全てのL-ACOUSTICS WSTシステムに対して、素早く・正確で・再現性のある・包括的なセッティングを可能にします。

2 プリセットの構築

2.1 基本事項

ラウドスピーカーの最終的な周波数特性は、トランスデューサーとエンクロージャーの特性によってのみ決まるのではなく、電氣的にトランスデューサーを最適化しているプリセットにも影響を受けます。

プリセットは帯域幅のコントロール（シェルピングとクロスオーバーフィルター）と、各周波数セクションに対するパワーリソースをコントロールするための DSP パラメーターを含んでいます。この目的は、ユーザーが望むアプリケーションに適した周波数コンターを提供するだけでなく、各トランスデューサーに対する熱的・機械的な保護を確実にし、セクションごとのリソースを最適化することです。

これによりプリセットはスピーカーの音響性能に関係することになりますが、これらは車のエンジンに例えることができます。エンジンは機械的エネルギーを生み出しますが、どのような車体を選べば、魅力的で実用に適した車に仕上がるか？という疑問は残ります。

スピーカーシステムが扱えるパワーと帯域幅に関する性能は、トランスデューサーとアンプリフィケーションにより定義づけられるのに対して、アコースティック性能はエンクロージャーデザインとプリセットパラメーターにより最適化されます。さらにプリセットにはスピーカーの周波数バランスを補正するためのイコライゼーションも含まれています。（アプリケーションに合わせた一般的な周波数特性）

結果としてプリセットの構成は、スピーカーのアコースティック性能と周波数バランスの両方を扱うこととなります。素晴らしいアコースティック性能でありながら、不適切な周波数バランスであったり、この逆のケースもあるために、この二つの側面は独立しています。

優れた結果を得るためにはスピーカーシステムの音を決定するすべてのパラメーターに気を配ることが必要です。これらのパラメーターは、システムのタイプ・コンフィグレーション・用途によって異なります。ラインソースアレイシステムにおけるこれらのパラメーターは L-ACOUSTICS により同定・分類されています。

2.2 ラインソースアレイのパラメーター

ラインソースアレイの伝達関数 (T_{app} で示す)、は下の公式で示されるとおり、環境条件・システムのアプリケーション・アレイの幾何学的要素 (アレイのサイズ・アレイの曲率・聴取距離) の、3つのリンクしたパラメーターによって支配されています。

$$T_{array} = T_{env} \times T_{app} \times [T_{size} \times T_{curv} \times T_{dist}]$$

T_{env} はルームアコースティクスや空気吸音による影響を示しています。これらの影響は外付けのイコライザーや LA NETWORK MANAGER に組み込まれた**コンターEQ**を用いることにより補正することが可能なケースがあります。

T_{app} は製品のタイプ・システムコンフィグレーション・要求されるアプリケーションに適合するように選択したプリセット・の作用です。例として、異なる3つのシステムの周波数特性を図1に示します。(比較を容易にするために SPL をリスケーリングしています。) これらはピンクノイズ信号をシステムごとの T_{app} 伝達関数に連続的に適用して得られたものです。:

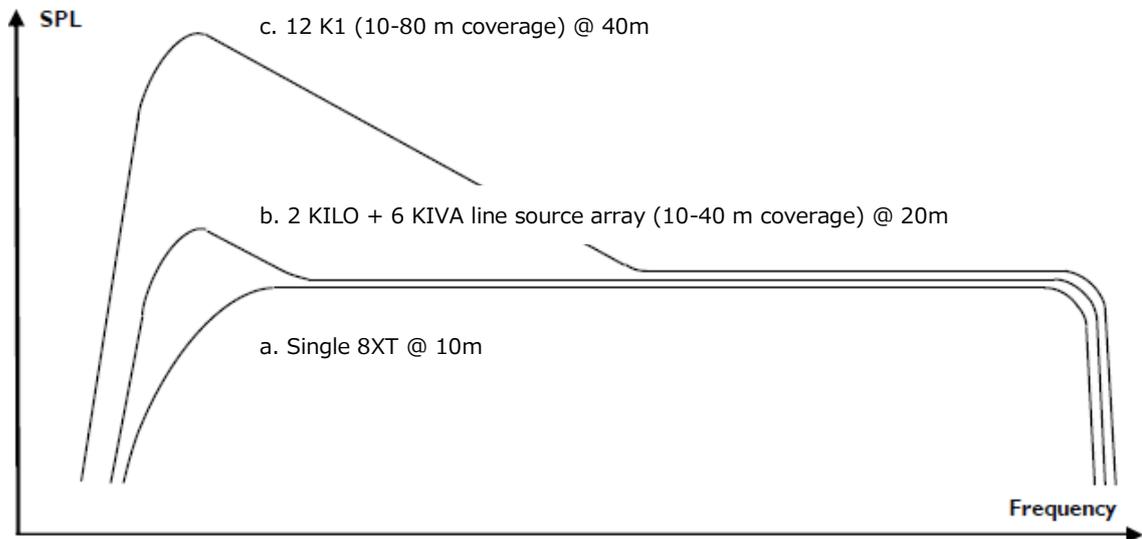


図 1: 3つの代表的なシステムの周波数特性

- a. 分散配置アプリケーション向けの単独の同軸スピーカー (または、2 台の KIVA か 1 台の KARA フィルラインソースアレイ)。[FILL]プリセットを選択すると、自遊空間で“フラット”な特性を得ることができます。他に 2 つのプリセットが選択可能。: FOH アプリケーション向けの[FRONT] と、半自遊空間に適応する[MONITOR] プリセット(同軸モデルのみ)があります。
- b. 低域拡張 (KILO または SB18) を伴う、KIVA (または KARA) ラインソースアレイ。低域の周波数特性は“フラット”から少し増強した状態。これらのシステムは異なるアプリケーション (劇場、アリーナ、スタジアム) において、全ての客席サイズに適合するようにモジュラー化されています。
- c. K1 (または KUDO、V-DOSC) など広い客席エリア用コンサートツーリング向けラインソースアレイ。低域の周波数特性は聴取距離に関わらずニアフィールドの体感を得られるように増強しています。この特性を得るために用いられるプリセットは、15 年以上にわたる国際的なフィードバックから得た L-ACOUSTICS の基準による“12 本の V-DOSC における 40m 地点での特性 (10-80m をカバーエリアとする)”に基づいています。

T_{size} 、 T_{curv} 、 T_{dist} は、それぞれアレイのサイズ・アレイの曲率・聴取距離に関連付けられています。この影響について次のセクションで説明します。

3 ラインソースアレイ・コンター

このテーマについての詳細は[1]または[2]を参照するか、WST トレーニングコースに参加してください。

いかなるラインソースアレイから放射された音でも、音源と聴取位置の距離が倍になると、高域において 3dB SPL、低域において 6dB SPL の減衰が生じます。高域と低域の周波数の分岐点はラインソースのサイズによって決まります。例として図 2a は、12 キャビネットの V-DOSC の周波数特性を、音源からの聴取位置までの距離を 2 倍ずつ 3 つの位置（基準距離・基準から 2 倍の距離・基準から 4 倍の距離・基準から 8 倍の距離）で示したものです。

高域における 3dB の損失を補うように SPL レベルを変更すると図 2b で示す 4 つの相対的な特性になります。この図から音源から聴取位置までの距離が遠くから近くなるにしたがい、低域が増強されることがわかります。

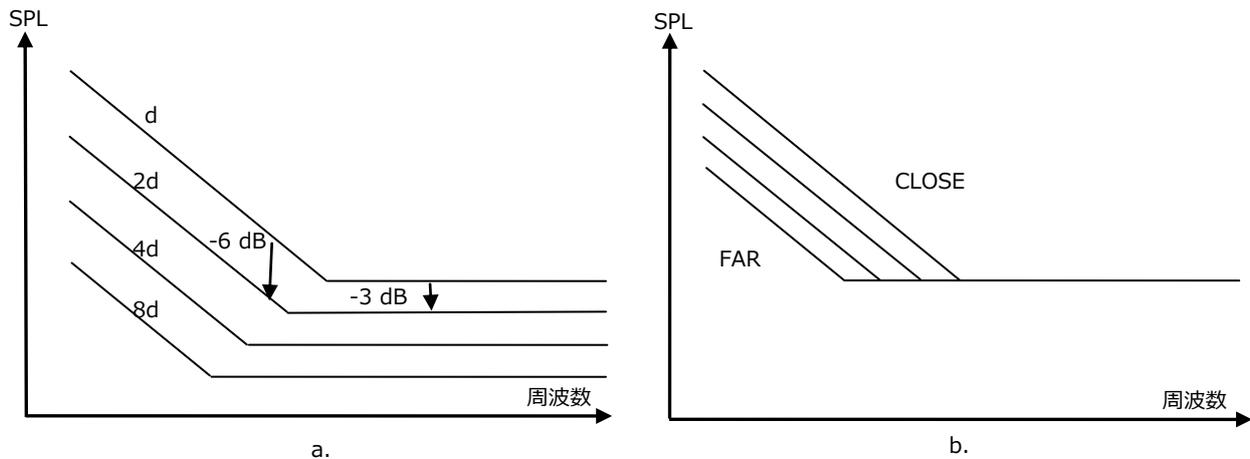


図 2: V-DOSC 12 本のアレイのコンターと計測距離

同様に図 3a と 3b で示されていることから、アレイのサイズが大きくなる（エンクロージャーの数量が増える）、または曲率（キャビネット間の角度）が大きくなることにより、低域が増強されることがわかります。

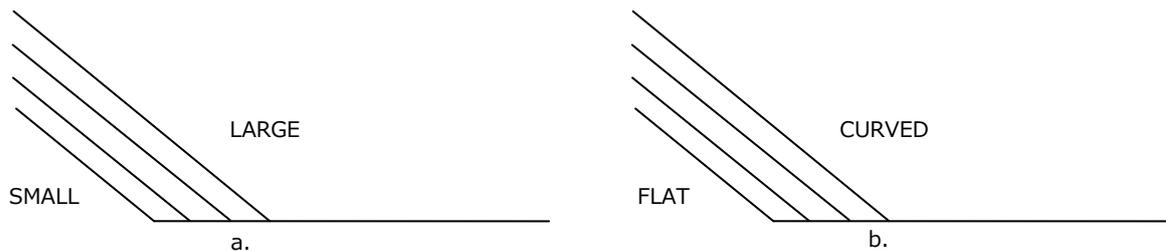


図 3: V-DOSC 12 本のアレイ、そしてそのサイズと湾曲度

上の図からわかるとおり、ラインソースアレイの周波数特性に対して 3 つの幾何学的要素が同様の影響を及ぼすことが実証されています。アレイサイズを大きくすることは、アレイの曲率を大きくすることや音源から聴取位置までの距離を短くすることと同様の変化であることから、これら 3 つの要素は相関関係があり実質的には同じ処置で対応できると結論付けました。

ラインソースの物理的な変化に伴う影響をとらえた独自の観測結果にもとづき、L-ACOUSTICS は初のラインソースアレイ調整ツールを開発しました。このツールはアレイモーフィングといい、システムエンジニアが簡単に幾何学的条件（キャビネット数・アレイの曲率）の異なるラインソースアレイから同じ音色バランスを得ることを可能にするとともに、同一現場に存在する異なるラインソーススピーカーの音色を同一に保ち、一元的な運用を可能にします。

4 アレー・モーフィング

4.1 概要

アレイモーフィングツールは、LA アンプリファイド・コントローラー（ユニット）のグループに関連付けられており、グループ内の全てのユニットに対して適用されます。アレイモーフィングツールへのアクセスは、LA NETWORK MANAGER 2 のチューニングページにて任意のグループをクリックします。図 4 は、グループ 1 のアレイモーフィングパネルを表示したものです。

アレイモーフィングは、赤色線で表示している周波数特性に作用するズームファクターとLFコンターと名付けた2つのパラメーターで構成しています。点線はアレイモーフィングによる補正を行っていない場合（ズームファクターとLFコンターがオフ）の、相対的な周波数特性を示しています。次の2つの理由から、どのようなシステムの周波数特性でも、この線で示すことができます。:

- L-ACOUSTICS®製品の全てのプリセットは同じ手法（アプローチ）で作成している。
- グラフに相対的なスケールを用いることにより、同じグラフを全てのシステムで使用できる。

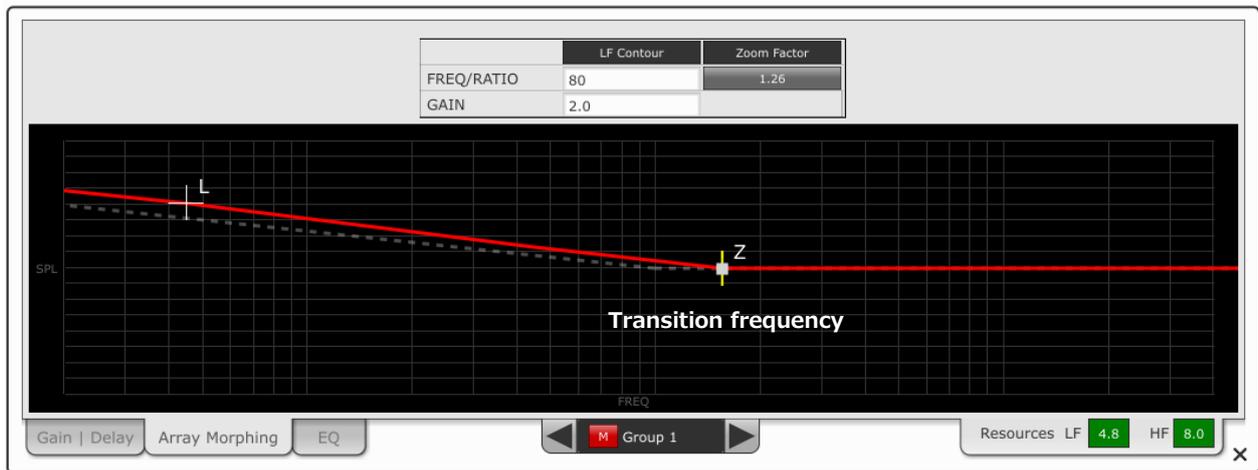


図4：アレー・モーフィングのウィンドウ



コンサートツールリングシステム用の標準プリセットは図 1c と同様のコンターとなっています。モジュラーラインソース用の標準プリセットは図 1b と同様のコンターとなっています。単一分散システム用のスピーカーでは「周波数特性に意図的な色付けを希望する場合」を除いては、アレイモーフィングツールを用いることはおすすめしません。



音質の劣化を防ぐために、同じアレイ内の全てのエンクロージャーに対して、同じアレイモーフィングの設定をしてください。そのためにはユニットが目的とする正しいグループにアサインされていることを確認することが重要です。アレイモーフィングパネルの右下にあるリソースセルにヘッドルームがリアルタイムで表示されます。全てのユニットのヘッドルームが安全領域の範囲におさまっていることを常に確認してください。

ヘッドルームについての詳細は LA NETWORK MANAGER のビデオチュートリアルを参照してください。

4.2 ズームファクターの設定

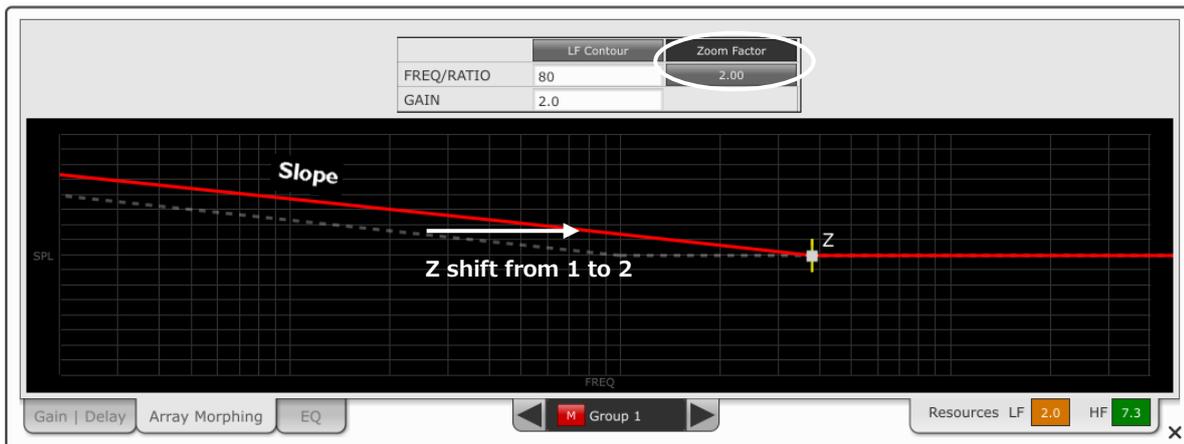
ズームファクターはラインソースから得られる音に対して、仮想的にアレイサイズを大型化（反対に小型化）したり、または音源と聴取位置までの距離を近づける（反対に遠ざける）変化を10段階で設定できる単独のパラメーターです。Z（ズームファクター）の設定値は0.32から3.16までです。

- $Z = 1$ はニュートラル設定であり、周波数特性に影響を与えません。
- $Z > 1$ は望遠レンズのように作用します。（アレイのサイズを大きく・エンクロージャー間の角度を大きく・聴取位置を近く）該当周波数の変化ポイントを右方向へシフトします。（図5a）この設定は低域を増強するので、超小型システムにおける低域のコンターの補正に効果的です。
- $Z < 1$ は広角レンズのように作用します。（アレイのサイズを小さく・エンクロージャー間の角度を小さく・聴取位置を遠く）該当周波数の変化ポイントを左方向へシフトします。（図5b）この設定は周波数特性を"フラット化"するので、クラシック音楽や企業イベントなどのPAにラージフォーマットシステムを用いるケースで効果的です。

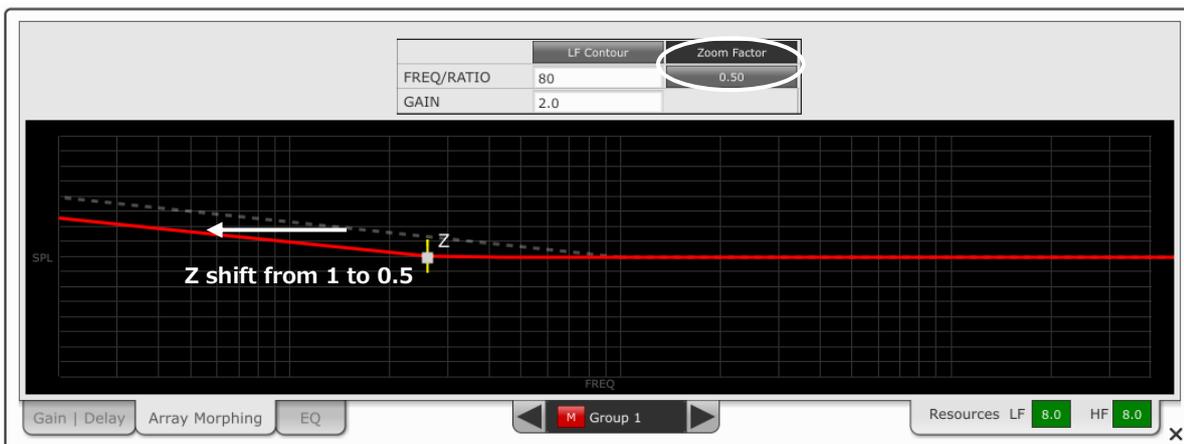


$Z > 1$ は同じグループにアサインしているすべてのエンクロージャーの低域のヘッドルームが減少します。例えば、 $Z = 2$ と設定するとヘッドルームが6dB 減少します。反対に $Z < 1$ と設定すると、同じグループにアサインされているすべてのエンクロージャーの低域のヘッドルームが増加します。

ズームファクターは特定のスケーリング係数を用いています。 $Z = 2$ と設定すると、仮想的に「アレイサイズを2倍」「聴取距離を半分」「縦方向のカバーエリアを2倍（キャビネット間の角度）」の状態と同等にみなすことができ、 $Z = 0.5$ ($Z = 2$ の逆) と設定すると、仮想的に「アレイサイズを半分」「聴取距離を2倍」「縦方向のカバーエリアを半分（キャビネット間の角度）」とみなすことができます。



a



b

図5: ズームファクターの設定

4.3 低域コンターの設定

LFコンターは単独の低域シェルビングツールです。周波数は 35Hz から 180Hz、ゲインは-15dB から+10dB の範囲で設定できます。



ゲインのパラメーターは、システムヘッドルームの極端な減少をさけるために非常に慎重に使用する必要があります。



Gain > 1 は同じグループにアサインしているすべてのエンクロージャーの低域のヘッドルームが減少します。

LFコンターは2つのパラメーターがあり多くの設定が可能であるため、ここで詳細な解説をすることができませんが、以下の2つのガイドラインのうちのどちらか1つに従うことを強くおすすめします。：

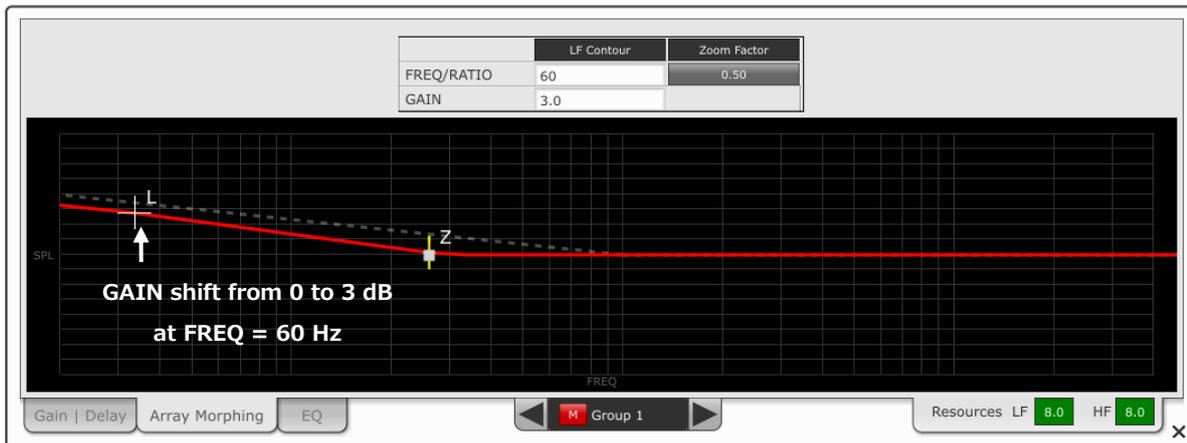
独立したツールとしてのLFコンター

ズームファクターツールが非アクティブの状態（ズームファクターオフ、またはZ = 1）で低域コンターを使う。周波数とゲインのパラメーターを用いて求める周波数特性を得られます。

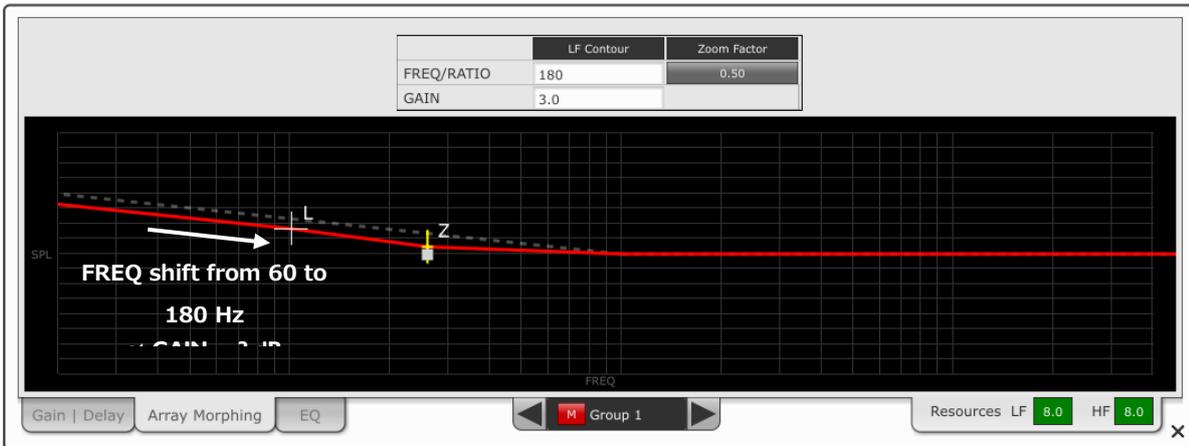
ズームファクターの補間としてのLFコンター

最初にズームファクターを設定し、その後LFコンターを設定します。最低周波数（35Hz）からスタートし、レスポンスカーブ上でゲイン設定の影響を確認することをおすすめします。周波数値を調整することによりラインソースアレイにおける「求める低域特性」を得られます。

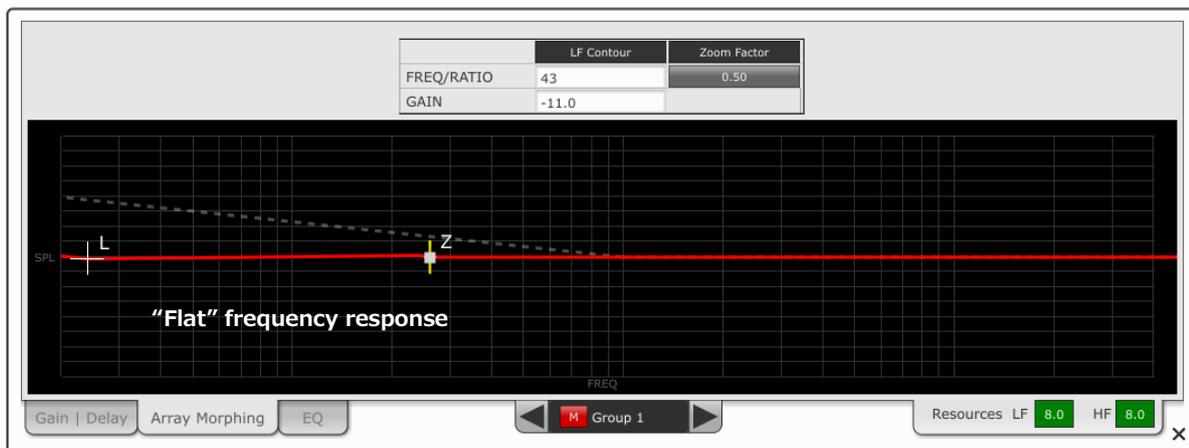
- 低い周波数（35Hz近辺）における Gain > 0 の設定は、Z < 1 の設定に対する低域のリカバーとして作用します。（図6a）
- より高い周波数（180Hz付近）に設定すると、Sub-Low-Midの全体に対して均等に作用します。（図6b）
- Gain < 0 と設定すると、コンサートツーリングシステム使用時に"フラット"な周波数特性を得られます。



a.



b.



c.

図 6: 周波数パラメーターとゲインパラメーターの設定

5 最後に

アレイモーフィングは初のラインソースアレイに対する周波数特性調整ツールです。LA4、LA8 のプリセットライブラリーに納められているファクトリープリセットと共に使用することにより、システムエンジニアはいかなるアレイでも仮想的にアレイサイズを変更することが可能です。具体的な事例は以下のとおりです。:

- ラインソースアレイの周波数特性を素早く調整し、アレイ形状や使用条件による特性差を補正します。
- 同一現場で使用する L-ACOUSTICS ラインソースアレイシステムに対して同じ音響的特性をもたらすと同時に、必要に応じて標準化したリファレンス周波数特性に類似させることができます。
- スピーチやクラシック音楽 ("フラット"レスポンス) からライブロック音楽 (低域を強調したレスポンス) まで、様々なアプリケーションに適應するために、周波数特性に柔軟性を提供します。

参照

- [1] M. アーバン、C. ヘイル、P. パーマン、"Wavefront Sculpture Technology (JAES Vol.51, No.10) " 2003 年10 月
- [2] M. アーバン、C. ヘイル、P. パーマン、"Wavefront Sculpture Technology" 2001 年9 月にニューヨークで行われた第111 回AES コンベンションでの前刷り5488
- [3] M. アーバン、C. ヘイル、"Sound Fields Radiated By Multiple Sound Arrays" 1992 年にウィーンで行われた第92 回AES コンベンションでの前刷り3269