



1. はじめに

LA アンプリファイド・コントローラーは、L-ACOUSTICS® 製品専用のプリセットのライブラリーを備えています。ファクトリープリセットにより、スピーカーパラメーターのコントロールと、スピーカーのアプリケーションにあわせて使い分けることが可能です。

すなわち、与えられた使用環境に応じたラウドスピーカーのアレンジが可能ということになります。1本の分散システムから、ラインソースアレーシステムまで、多くのコンフィギュレーションが存在します。

しかしながら、提供されているファクトリープリセットには限りがあるため、使用するシステムの周波数特性が各コンフィギュレーションに完全に一致はしませんので、作り直しを必要とする場合があります。この作業は、各ラウドスピーカーに対し、個々のプリセットを切り替えることにより簡単に設定することができます。

早くも1992年には、L-ACOUSTICS® は、WST® ラインソースデザイン [1-3] の周波数特性内の変化を決定付ける複数の要因を特定していました。DSP 技術の進化により、L-ACOUSTICS® は、独自のアレー・モーフィング・ツールを開発し、LA NETWORK MANAGER の最新機能となり (バージョン 1.2 と最新バージョン)、すべての L-ACOUSTICS® WST® システムに対し、素早く、正確で、予測可能な全体的な設定が可能になります。

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、エンクロージャーとトランスデューサーの特性だけでなく、電氣的にトランスデューサーを最適化するプリセットにも依存します。

プリセットは、帯域幅 (シュルピングとクロスオーバーのフィルタリング) 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、DSP パラメーターを含んでいます。これは、用途に対して好ましい周波数コンターをユーザーに提供するだけでなく、各トランスデューサーのサーマルプロテクション、及び、機械的なプロテクションを確実にすることにより、各セクションに対するリソースを最適化するためのものです。

これにより、プリセットがラウドスピーカーの音響性能に貢献するものとなります。これは、自動車のエンジンと比較することができます。エンジンにより、パワーが生み出されますが、実際の使用に適するようにするにはそのパワーをどのような手法で用いればよいのでしょうか？

スピーカーシステムのパワー性能と帯域幅の性能が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められるのに対し、アコースティック特性はエンクロージャーのデザインとプリセットのパラメーターにより最適化されます。さらに、プリセットは EQ を含んでおり、ラウドスピーカーに備わる性能を引き出します (使用目的によって選択します)。

結果として、プリセットの構造は、ラウドスピーカーの性能だけでなく、アコースティック特性にも対応するものとなります。スピーカーは優れたアコースティック特性と、そうでないものを生み出す可能性があるため、それらの部分は独立したものとなっています。その反対の場合も可能となります。

最高の結果を得るため、ラウドスピーカーの音響効果を決定する全パラメーターを考慮に入れることが重要となります。パラメーターは、各システムの種類、コンフィギュレーション、使用状況によって異なります。

ラインソースアレーシステムの場合、パラメーターは L-ACOUSTICS® によって特定され、分類されます。

2.2 ラインソースアレーのパラメーター

ラインソースアレーの伝達関数は (T_{array} で示されます)、下記の公式で示されている通り、それぞれ、システムのアプリケーション、環境条件、アレーのジオメトリー (アレーサイズ、アレーの湾曲度、リスニング距離) に関連付けられた 3 つのパラメーターにより決定されます。

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

T_{env} はルームアコースティックや空気抵抗による影響を示しています。これらの影響は、Network Manager に組み込まれたコンター EQ 設定機能や外付けの EQ を使用することにより改善することが可能な場合があります。

T_{app} は、製品の種類、システムのコンフィギュレーション、そして、特定のアプリケーションに対応するよう選択されたプリセットの機能となります。例えば、3 つの異なるシステム周波数は図 1 で示されています (SPL を再スケールし比較を簡単にした図)。これらは、各システムの T_{app} の伝達関数をピンクノイズ信号に連続的に適用することにより得られます：

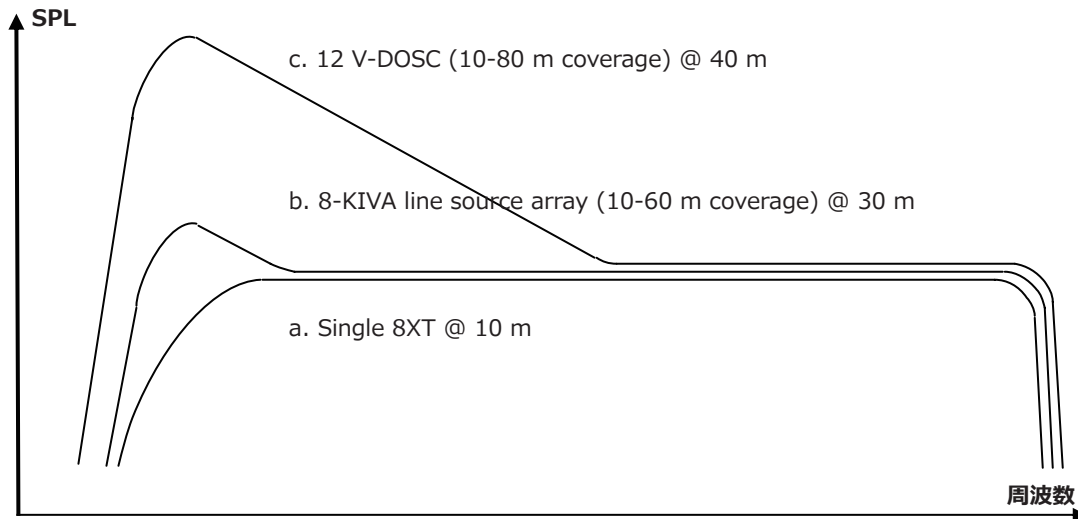


図 1: 3 つの代表的なシステムの周波数特性

a. 分散型アプリケーション向けの単独のコアキシャルスピーカー (または、KIVA 2 台か dV-DOSC 2 台のフィル)。[FILL] プリセットを選択することで、フリーフィールドで “フラット” な特性を得ることができます。FOH アプリケーション向けの [FRONT] と、ハーフスペース・コンディションに対応できるように [MONITOR] (コアキシャルのみ) の 2 つのプリセットがあります。

b. 低域拡張 (KILO、または、dV-SUB) を伴わない KIVA (または、dV-DOSC) のラインソースアレー。低域の周波数特性は、“フラット” なものから、少しだけ拡張されたものまで。これは、観客数に応じて異なったアプリケーション (劇場、アリーナ、スタジアム) に適応する柔軟性のあるシステムです。

c. 観客数の多いコンサートツアー向けの V-DOSC (もしくは K1、KUDO) のラインソースアレー。この低域周波数特性は、どんな距離でも、ニアフィールドの体感が得られるよう増強されます。この特性を得るために使用されるプリセットは、15 年以上に渡る国際的な経験により、L-ACOUSTICS® のリファレンスとなった、“40m のレスポンスカーブで 12 本の V-DOSC (10m から 80m のカバレッジ) に基づいています。

T_{size} 、 T_{curv} 、 T_{dist} は、それぞれ、アレーのサイズ、アレーの湾曲度、リスニング距離に関連付けられています。

3. ラインソースアレー・コンター

このテーマについて詳しくは、6 参照の [1]、もしくは [2] を参照するか、WST® のトレーニングコースに参加して下さい。

ラインソースアレーは、音響特性上、距離が 2 倍になると、高域の周波数ドメインで 3dB、低域で 6dB の減衰を生み出します。

周波数の移り変わりは、ラインソースのサイズに依存します。例として、図 2a では、リスニング距離を 3 回 2 倍づつしたときの V-DOSC 12 台の周波数特性の展開を示しています (d、2d、4d、8d)。

SPL のレベルを変更することで、高域で 3dB の損失を補う場合は、図 2b で示される 4 つのカーブを得ることとなります。測定距離が遠めから近めへと小さくなるに従い、**低域ドメイン**の作用が強化されることが分かります。

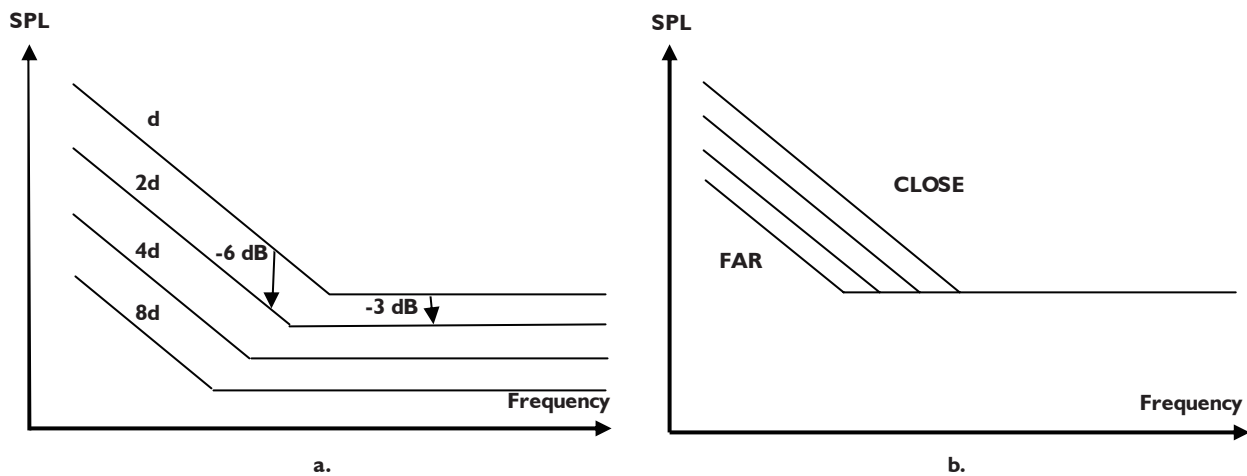


図 2: V-DOSC 12 本のアレーのコンターと計測距離

同様に、図 3a と 3b でそれぞれ示されているとおり、アレーのサイズ (エンクロージャーの台数)、またはカーバチャー (エンクロージャー間のアングル) が大きくなるに従い、低域ドメインの作用が強化されることが分かります。

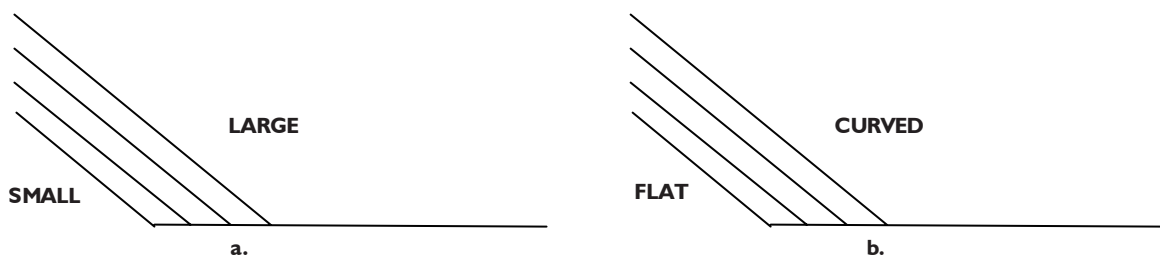


図 3: V-DOSC 12 本のアレー、そしてそのサイズと湾曲度

上記の図で示されている通り、ラインソースアレーの周波数特性を決定する 3 つの幾何学的な要素が同様の効果を生み出すことが証明されています。サイズを大きくすることにより、湾曲度の拡大、または距離の縮小と同様の効果があるため、これら 3 つの要素は互いに関連し、事実上、同じ操作で扱われます。

ラインソースアレーの特性により生み出されるこの測定に基づき、L-ACOUSTICS® はラインソースアレーの周波数特性を設定する最初のツールを開発しました。このツールはアレー・モーフィングといい、システムエンジニアは形状の異なるラインソースアレーに同じトーンバランスを簡単に得ることができ、同じ音色を生み出し、同じ音色を備えながら異なったラインソースを持つスピーカーを合体させることが可能です。

4. アレー・モーフィング

4.1 概要

アレー・モーフィング・ツールは図4で示されている通り、コンターEQの一部となっており、図4の左側に表示されている周波数特性カーブの修正を可能にする2つのパラメーター、ズームファクターと低域コンターで構成されています。

点線は、この最新機能を使用せず、補正しない場合（ズームファクターとLFコンターがオフになっている場合）に、システムの周波数特性のカーブを表現することができます。いかなるシステムも、この線により表すことが可能であるという事実から、以下の2つの点が立証されます：

- すべての L-ACOUSTICS® プリセットは、同じ手法で作成される。
- システムの大小に関わらず、すべてのスピーカーを同じ数量にした使用が可能になる。



図4: CONTOUR EQ のウィンドウ

注1: コンサートツアーの基準となるプリセット（リファレンスプリセット）は、図1cで描写されているコンターを備えています。

注2: アレー・モーフィング機能は、“意図的な特殊な効果”を除き、単一の分散システムには向きません。

注3: スクリーン右側のEQセクションは、ルームのアコースティック・イコライゼーション用のパラメトリックIIRフィルター（#1-2）を2つと、空気抵抗による補正用リニアフェイズの台形をしたFIR・ブリックウォール・フィルター、3ポイントから構成されています。関連するカーブは伝達関数のカーブです。

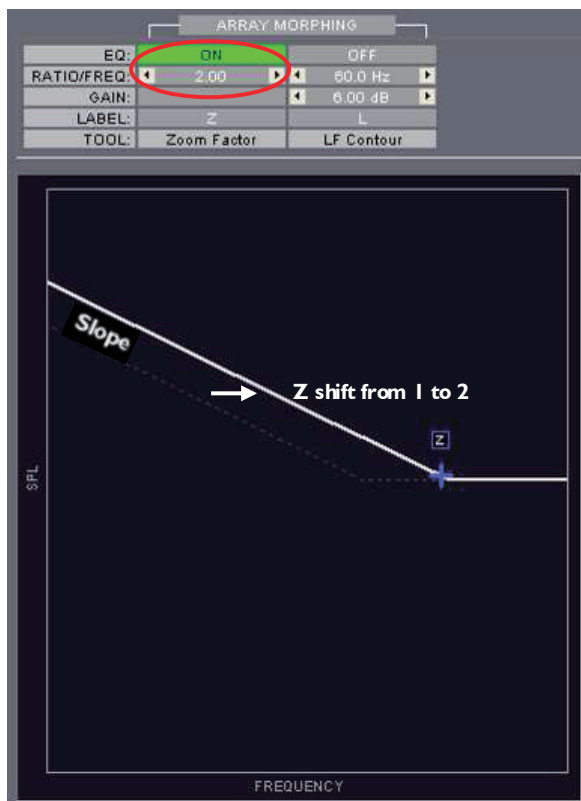
4.2 ズームファクターの設定

ズームファクターは、10通りのズーム・マグニチュードを使用し、アレーサイズを大きく(または小さく)する、もしくは、リスニング距離を短くする(または長くする)唯一のパラメーターです。Z(ズームファクター)の値は0.32から3.16の間となっています。

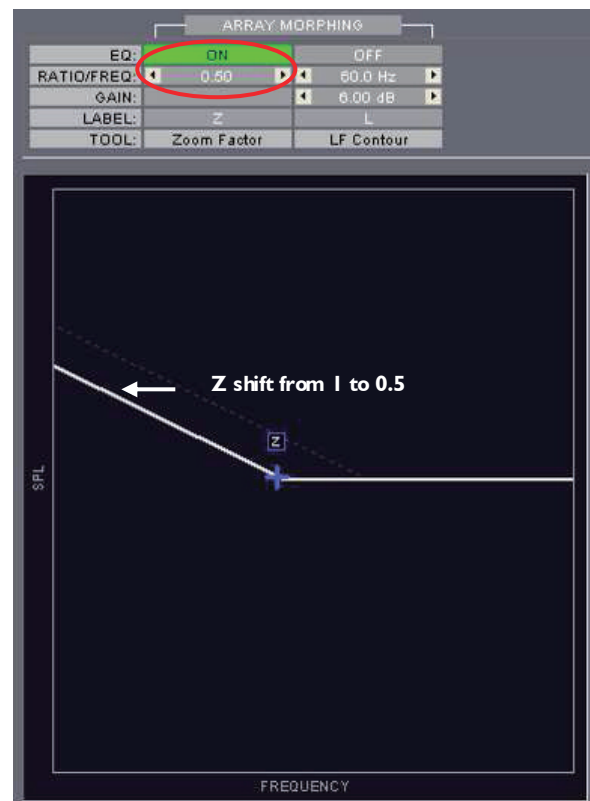
- ・Z=1の場合、設定はニュートラルとなり、周波数特性のカーブに作用しません。
- ・Z>1は望遠レンズのような機能を持っています(アレーサイズを大きく、エンクロージャー間の角度を大きく、リスニング距離を短く)。この効果を得るためには、Zの周波数を右側にずらします(図5a)。この設定は、低域の作用を強化し、ウルトラコンパクトシステムを使用時に低域コンターの補正に効果的です。
- ・Z<1は広角レンズのような機能を持っています(アレーサイズを小さく、エンクロージャー間の角度を小さく、リスニング距離を長く)。この効果を得るためには、Zの周波数を左側にずらします(図5b)。この設定は、周波数特性のカーブを平らにし、大規模なシステム使用をしたクラシックコンサートや企業イベントに効果的です。



音響の劣化を避けるため、すべての関連するアンプリファイド・コントローラーがコンターEQが適用されているグループに含まれていることを確認し、アレー内のすべてのエンクロージャーにアレー・モーフィング機能を常に適用するようにしてください(“LA NETWORK MANGER”のユーザーマニュアル参照)。



a.



b.

図 5: ズームファクターの設定

ズームファクターは、オペレーターが“Z=2”と選択する場合、EQ コントラ上の結果はアレーサイズを2倍にするか、距離を半分にするか、または、縦方向のカバレッジを2倍にすることと同じになります。反対に、Z=0.5(2にした場合の逆)と設定した場合、アレーのサイズを半分にするか、距離を2倍にするか、または縦方向のカバレッジを半分にすることと同じになります。

Z>1 は、同じグループに関連するすべてのエンクロージャーに対する低域のパワー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、同じグループに関連するすべてのエンクロージャーの低域パワーのヘッドルームが大きくなります。

注：正確なヘッドルームは、コントラ EQ ウィンドウにリアルタイムで表示されます (図4の右上)。



すべてのエンクロージャーに対するヘッドルームが安全な範囲にあることを常に確認するようにしてください (LA NETWORK MANAGER のユーザーマニュアルを参照)。

4.3 低域コントラの設定

低域コントラは、単一の低域シェルピング機能となります。周波数は 35Hz から 180Hz の間で設定され、ゲインは -15dB から +10dB となります。



マグニチュードが大きいため、ゲインパラメーターはとて注意して使用し、システムのヘッドルームに過度の減少がおきないようにしてください。

低域コントラは非常に多くの設定が可能であるため、ここでは詳細な解説はできませんが、下記の2つのガイドラインの1つに従うことを強くお勧めします：

ズームファクター設定を更に向上させるときの低域コントラ

最適なズームファクターを選択したあとは、両方の低域コントラパラメーターを設定してください。最も低い周波数の値 (FREQ=35Hz) から始め、周波数カーブ上のゲイン設定の効果モニターすることをお勧めします。周波数の値を調整し、ラインソースアレーの低域特性を形成することができるようになります。

- GAIN>0 で FREQ=35Hz の設定は、特に Z<1 と設定したときの低域レベルを向上させます (図 6a)。
- より大きい周波数の値 (180Hz 付近) を設定し、サブ / ロー / ミッドの元の特性まで、より大きいドメインを得ます (図 6b)。
- GAIN<0 と設定すると、コンサートツアーのシステムを使用しているときに、“フラット” な周波数特性 (図 7) を得ることができます。

ラインソースアレーの低域特性に対応する替わりの方法としての低域コンター

低域コンター機能は、停止中のズームファクター (off になっているか、Z=1 と設定しているとき) と併用します。周波数とゲインの設定を決定する周波数パラメーターとゲインパラメーターの両方を調節し、求める周波数特性のカーブを得ることができます。



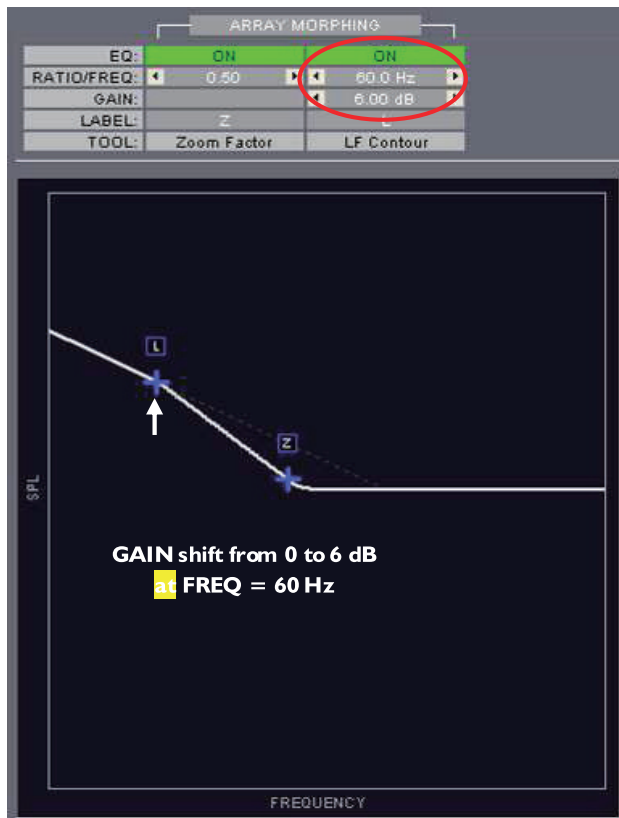
音響の劣化を避けるため、すべての関連するアンプリファイド・コントローラーが コンター EQ が適用されているグループに含まれていることを確認し、アレー内のすべてのエンクロージャーにアレー・モーフィング機能を常に適用するようにしてください (“LA NETWORK MANGER” のユーザーマニュアル参照)。

GAIN>0 と設定すると、同じグループに関連するすべてのエンクロージャーに対する低域のパワーのヘッドルームが減少します。(“LA NETWORK MANAGER” のユーザーマニュアルを参照)。

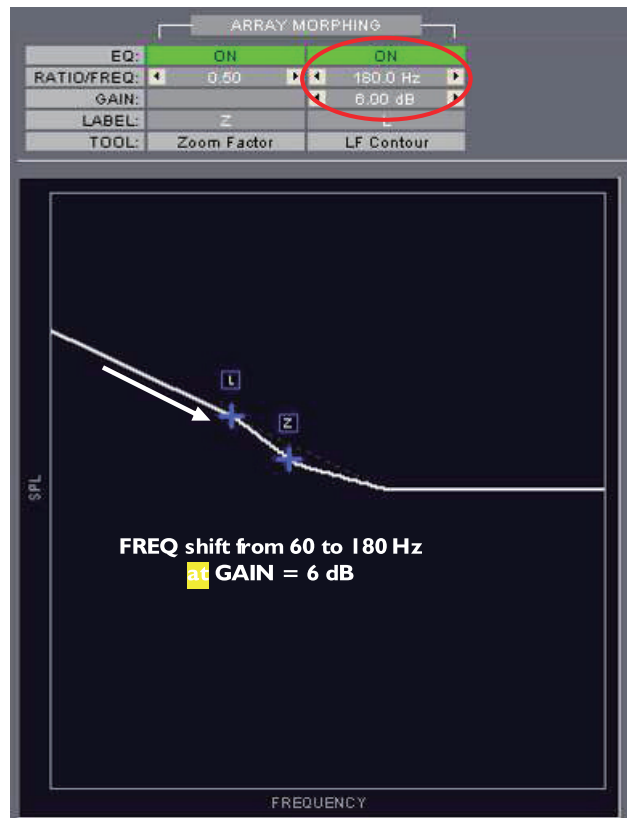
注：正確なヘッドルームは、コンター EQ ウィンドウにリアルタイムで表示されます (図 4 の右上)。



すべてのエンクロージャーに対するヘッドルームが安全な範囲にあることを常に確認するようにしてください (LA NETWORK MANAGER のユーザーマニュアルを参照)。



a.



b.

図 6: 周波数パラメーターとゲインパラメーターの設定

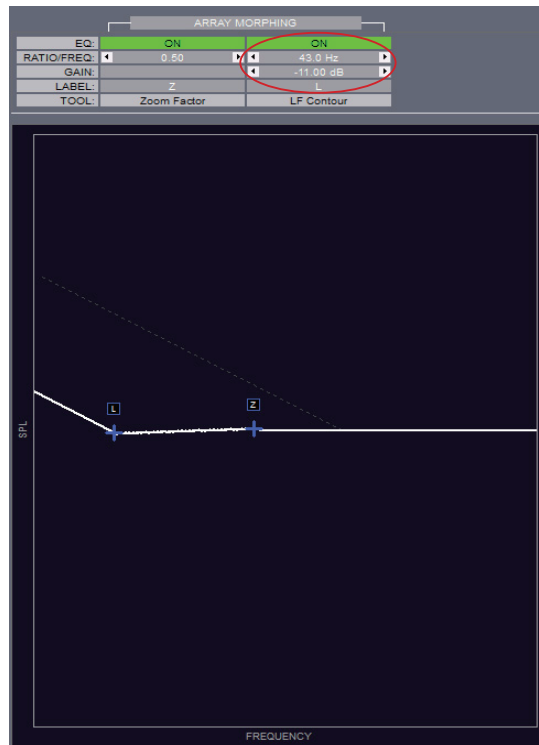


図 7: 周波数パラメーターとゲインパラメーターの設定

5. 最後に

アレー・モーフィングは、ラインソースアレーに対する、初めての周波数特性設定ツールです。LA4jp、または LA8jp のプリセットライブラリーのファクトリープリセットと併用することにより、サウンドエンジニアは、(パワーリソースの範囲内で) アレーを事実上再構築することが可能になります。特に下記の事が可能になります：

- ・ラインソースアレーの周波数特性をスムーズに調整し、異なるアレーのジオメトリー形状と使用状況を補正します。
- ・同じインスタレーション内の L-ACOUSTICS® ラインソースアレーシステムに音響的に同一の特徴をもたらし、必要に応じ、リファレンスとなる標準的な周波数特性に近づけることが可能です。
- ・周波数特性に柔軟性を与え、スピーチ & クラシック音楽 (“フラット” な特性) からロックミュージックのライブ (“低域” が強化された特性) まで、様々なアプリケーションに適応します。

6. 参照

- [1] M. アーバン、C. ヘイル、P. バーマン、“Wavefront Sculpture Technology (JAES Vol.51, No.10)” 2003 年 10 月
- [2] M. アーバン、C. ヘイル、P. バーマン、“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