



はじめに

周波数が高い音はロングスローアプリケーション（長距離まで音を到達させる必要があるケース）で空気吸音の影響を強く受けます。この影響を補正するのがエアコンペンセーション（空気吸音補正）EQ ツールです。

この EQ ツールはアンプリファイドコントローラーのリモートコントロールソフトウェアである LA Network Manager (Ver.2.2.0.0 以降) に組み込まれており、L-ACOUSTICS の 3D シミュレーションソフトウェア SOUNDVISION で予測・検証することもできます。

このツールはゲインのみのシンプルな操作で効果的に作用する特別なフィルターシェイプをリニアフェイズ FIR フィルターで設計しており、必要とするドライバーリソースの上限までスピーカー本来の周波数特性を取り戻す能力を持っています。

物理的な現象

ある周波数の音は空気の条件に基づいて距離によってリニアに減衰が大きくなるため、距離単位あたりのdBを減衰係数によって定義できます。ある周波数レンジ（幅を持った）に対する空気吸音は減衰係数の組合せで表されます。

空気の条件に関わらず周波数が高くなるほど減衰が大きくなりますが、空気の変化による影響はリニアではありません。このため気温 (T) と湿度(H) の組合せにあわせて減衰係数が存在します。

重要な傾向が2つあると言えます。

- 空気による音の吸収（空気吸音）は長距離伝搬時に高い周波数で大きな問題となる。
- 「気温=10℃・湿度=10%」の条件を上回るほとんどのケースにおいて湿度が増加すると減衰量は減少する。

図1は様々な空気の状況の違い（気温：0℃～40°、湿度：3%～80%）による減衰係数の組合せをISO9613-1-1993によって定義された値に基づいて示したものであり、参考として気温=20℃・湿度=40%における減衰曲線を赤色線で表しています。

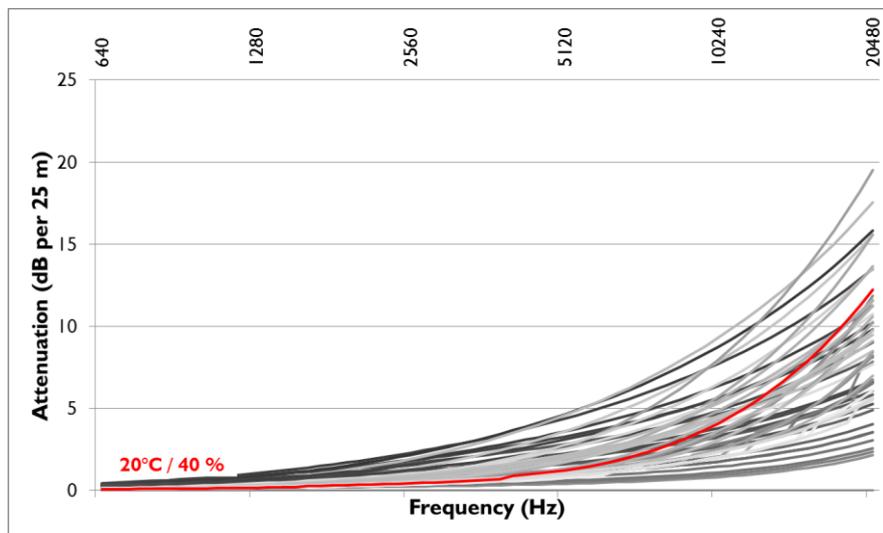


図 1 : 様々な気温と湿度の組み合わせにおける減衰曲線

DSP による解決

EQフィルターシェイプ

空気吸音補正EQツールは、波面の整合性を乱すことなくラインソースエレメントへの適用を可能にするリニアフェイズFIRフィルターに基づいて設計されています。

図 2 は空気吸音補正 EQ ツールによって得られるフィルター特性を示していますが、フィルターのシェイプは主要な 2 つのゾーンから成り立っていることがわかります。

- 最初のゾーンは高域を補正するためのブースト方向のスロープであり、そのシェイプはISO9613-1-1993に基づいています。
- 次のゾーンは高域ドライバーのリソースを保持するためのカット方向のスロープシェイプです。

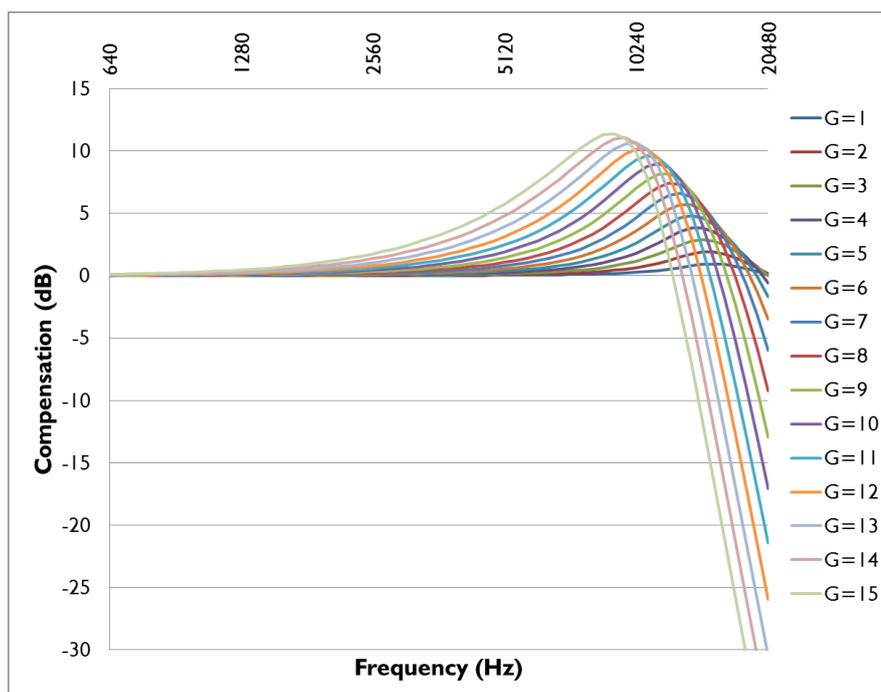


図 2 : 空気吸音補正 EQ ツールの G 値の違いによるフィルターシェイプ

この結果「可能な限り高域を補正しながらもドライバーを危険な状態に追い込まない」というバランスのフィルターとなりますが、そもそも空気吸音の影響を大きく受けるような高い周波数帯域の音は…

- たいていの観客はほとんど聞こえていない（一般的な中年成人が聴き取れるのは 15kHz まで）
- 正確に把握することが困難（気温の変動や風などの環境要因に大きく影響を受ける）
- 遠距離まで到達する見込みがない（20kHz は気温=20℃、湿度=40%において 100m の伝搬により 50dB 程度減衰する）

1 つのパラメーター

L-ACOUSTICSはツールが「シンプルに使えること」を目指し、気温・湿度・距離の異なる組合せでも同じフィルターシェイプで対応できる可能性を発見し、ほぼすべての状況に適應する単独の振幅パラメーターであるGを確立しました。

図2に示されている異なるG値は、2つの視点からとらえることができます。

- 異なるG値は同一の距離において気温・湿度の組合せが異なるケースに対応できる。
例：距離50mにおいて…G=7は気温=5℃・湿度=3%に適應しG=12は気温=20℃・湿度=80%に適應する。
- 異なるG値は同一の気温・湿度の組合せにおいて距離が異なるケースに対応できる。
例：気温=20℃・湿度=40%の組み合わせ環境において…G=10は50mに適應し、G=15は150mに適應する。

結果としてこれは、知識や経験により気温・湿度の組合せが予測できるのであれば、シミュレーションソフト上や現場での測定時に1つのパラメーターであるG値だけの調整により、簡単に目的とする結果を得られるツールとして仕上がっています。推奨操作手順を次項に示します。

EQ ツールの使い方

空気吸音に対する補正はターゲットとする距離に応じてラインソースエレメントごとに異なる値を用いる可能性が高いと言えます。空気吸音による音圧減衰は長距離において大きな影響を示すため、空気吸音補正EQはラインソースの上段グループに優先して用いられるべきものであることを覚えておいてください。

このEQツールは一般的な気温・湿度の組み合わせ（気温は0℃から40℃まで・湿度は3%から80%まで）にほとんど対応できますが、距離による音圧減衰への対応は気温・湿度の組み合わせに大きく影響を受けます。（参考：気温=20℃・湿度=40%において最大で150m）

LA NETWORK MANAGER (Ver.2.2.0.0以降) では

空気吸音補正EQツールはグループパラメーターとして存在しLA NETWORK MANAGERのコンターEQ画面に配されています。アンプリファイドコントローラーのグループや出力チャンネルのグループに対してツールを適用することができますが、特定の出力チャンネルに適用できる空気吸音補正EQは1つだけとなります。このため複数の異なる空気吸音補正EQを施す場合には出力チャンネルのグループが目的に合わせて適切に設定されていなければいけません。

SOUNDVISION (Ver.2.2.4以降) では

SOUNDVISION は空気吸音をシミュレートするためにオプションから気温・湿度を設定できます。空気吸音補正のための G 値はSOUNDVISION 上に配したスピーカーのコンターEQ ツールボックスから入力します。ただし、実際の現場の気温・湿度が予想していた状態と大きく異なる可能性があることを忘れてはいけません。また、気温・湿度は仕込み→本番という時間の経過とともに変化するだけではなく本番中にも大きく変動します。したがって SOUNDVISION によって G 値のスタートポイントを見出すことはできますが、実際には現場での計測結果をチェックしなければいけません。

手順

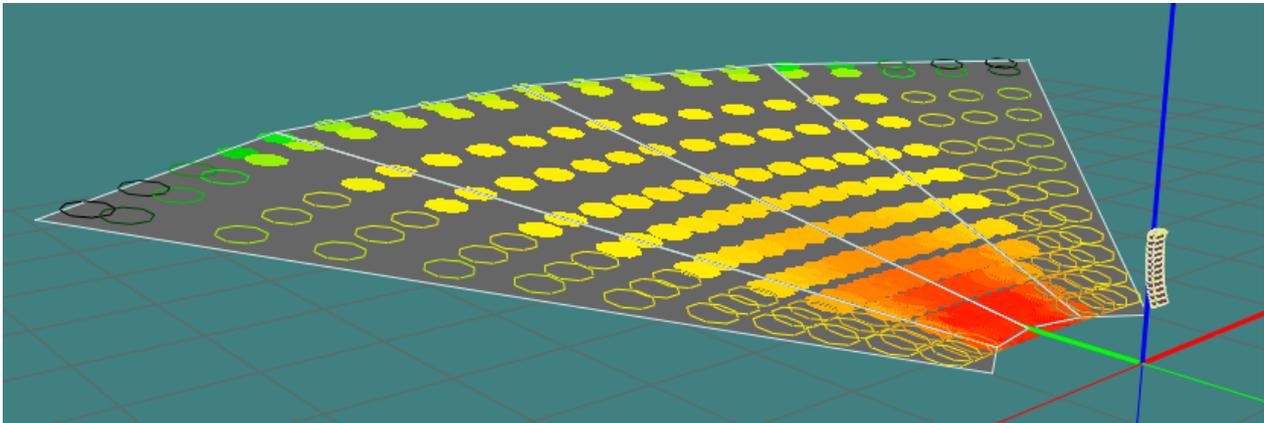
1. 任意のポイントにおける周波数レスポンスカーブを測定、またはシミュレートする。
2. G値を変更したことによる影響を観察しながら求める周波数レスポンスカーブを得られるようにG値を決定する。

ノート：

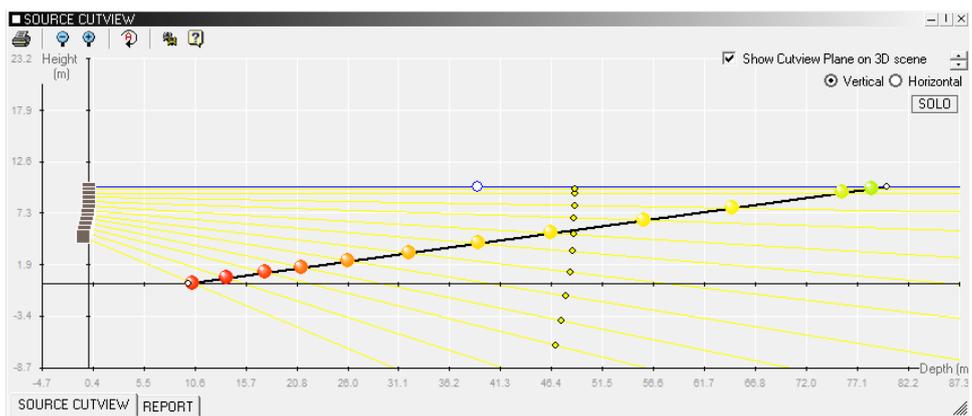
ターゲット距離が異なるエレメントに対して異なるG値を設定する場合、一般的にG値は距離に準じます。：遠距離になればG値は大きくなり、近距離になればG値は小さくなります。

アプリケーション例

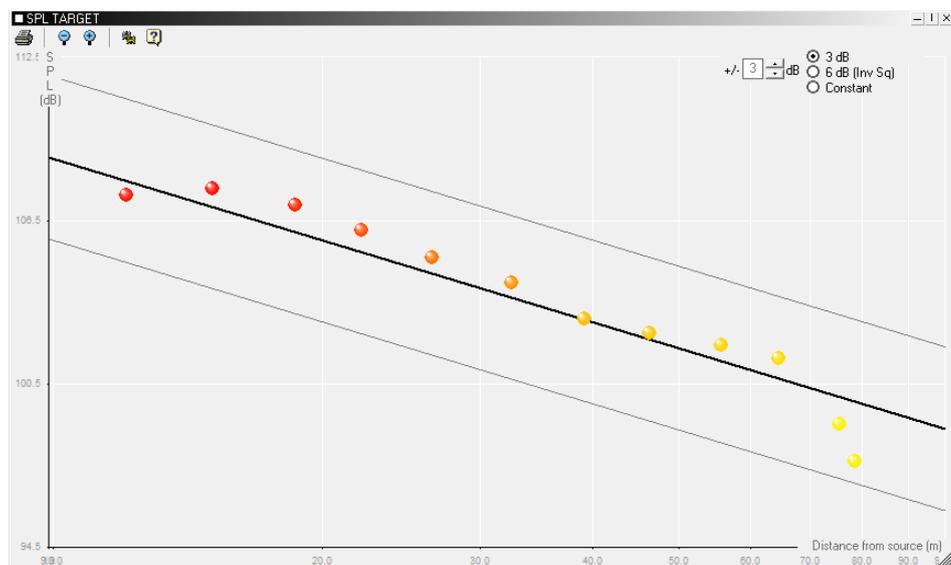
0. 『気温・湿度の影響を計算しない状態』に SOUNDVISION を設定し 12 本の K1 をモデルリングします。



3D シーンウィンドウ : 垂直・水平方向における 1k-10kHz 平均のインパクトポイントの表示



2D カットビューツールボックス : 垂直方向におけるエレメントごとの 1k-10kHz 平均のインパクトポイント

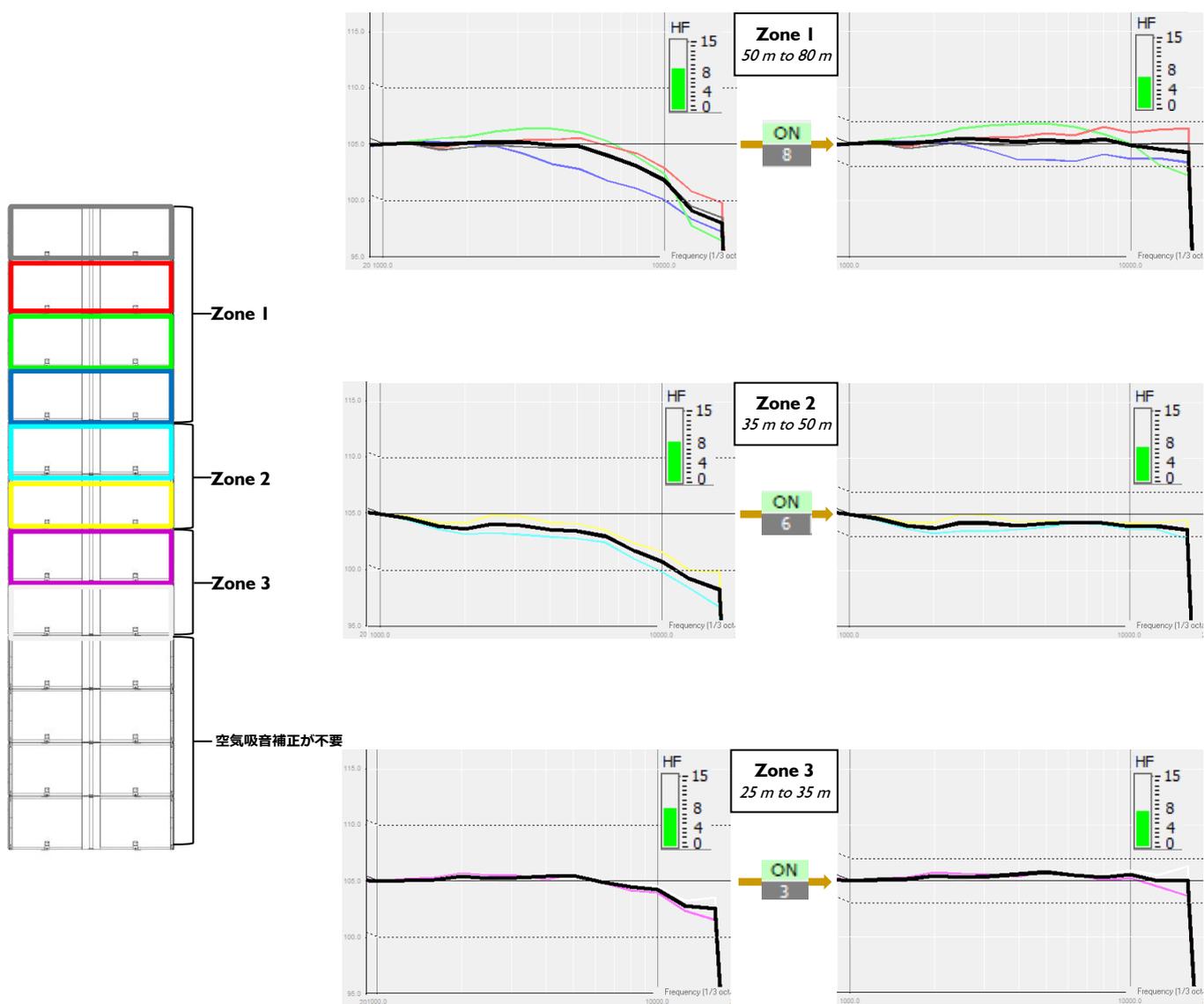


SPL ターゲットツールボックス : 1k-10kHz 平均音圧 (距離が 2 倍になるときに 3dB の音圧減衰)

気温=20℃・湿度=50%の値で『気温・湿度の影響を計算する状態』に SOUNDVISION を設定します。

最初に FIR フィルターを用いて中高域の周波数特性に EQ を施し、次に空気吸音による影響を補正します。

1. 周波数特性を観察しながら高域の減衰が似たような傾向を示すスピーカーエンクロージャーを識別します。
2. 空気吸音補正 EQ ツールをオンにし、最適な G 値を決めます。



レスポンスカーブを 105dB / 1000Hz にノーマライズした状態

黒色線は平均値を表示。緑色の帯は HF リソース。



Document reference: AIR-COMPENSATION_TB_JP_1.0

Distribution date: February 21, 2014

© 2013 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.