

TI 330

カーディオイドサブウーファーアレイ- CSA (1.2 JP)

(d&b D12 アンプの CSA 機能について)

1. はじめに

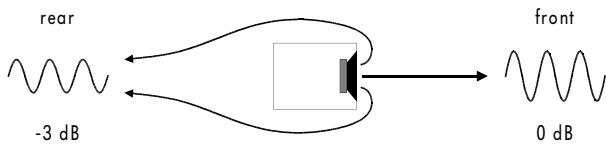
CSA とは 3 台または 3 の倍台数のサブウーファーキャビネットをアレイする場合、低周波数域で非常に優れた指向性を提供する機能です。これは d&b Q-SUB または B2-SUB キャビネットを d&b D12 アンプで駆動する場合に Q-SUB と B2-SUB 設定から選択可能な CSA 機能を選択して使用することができます。

低域に高い指向性を持たせることで、音響再生に次の 2 つの点で大きな効果があります。

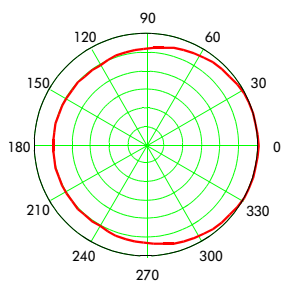
- 屋内で使用する場合、低域の拡散音場を減少することで、より室内に設計されている音響の効果が高まります。これによって、システムのカバーエリア内における直接音と反射音の比率が向上するため、より正確な低域の再生ができるようになります。
- サブウーファーキャビネット後方へのレベルが減少することで、特にステージの音に対する影響が激減します。これによって、安全拡声利得が増加します。

2. サブウーファーキャビネットの指向性

有効な指向性を得る為には、音源の大きさが放射する波長の大きさを上回っている必要があります。オーディオ周波数としてカバーされる 20 Hz から 20 kHz の帯域の波長は、17 m から 1.7 cm となります。そして、一般的なサブウーファースの動作範囲 35 Hz から 120 Hz の波長は、10 m から 3 m となります。従って、サブウーファーまたはサブウーファアレイのサイズは指向性を得たい周波数によって決まります。単独のキャビネットで得られる後方への回り込みの除去量は非常に小さく、一般的な 18 インチのサブウーファーでは 70 Hz で約 3 dB です。



より大きなアレイの場合、指向性が強くなり 3 台のサブウーファースをスタックした場合では下記のポラードダイヤグラムに表示するとおり約 5 dB の除去となります。

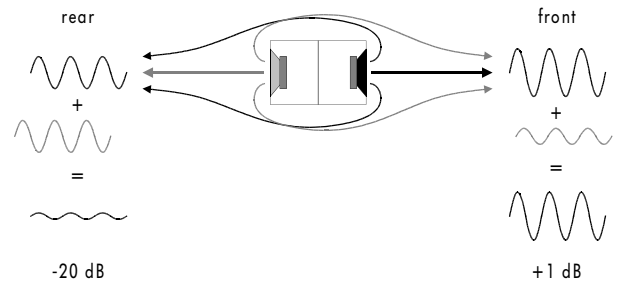


水平、垂直両面（例えば、システム後方において発生する低域の干渉を回避する）において有効な指向性を得る為には、とても大きな（横、縦共に）サブウーファアレイが必要となります。

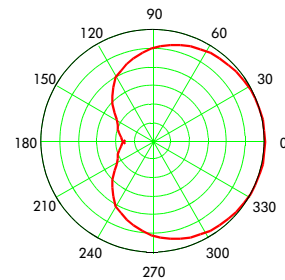
3. カーディオイドサブウーファー

カーディオイドサブウーファーキャビネットは低域の指向性を大型のアレイを必要とせずに増加させる方法です。原理は 2 つ目の音源を主音源の後方に定義された距離に導入しサウンドエネルギーを放射して後方へのエネルギーを打ち消します。前方の音に影響を与えずに後方のエネルギーのみをキャンセリングするためには、後方への音源から前方への音源までの音の到達経路距離が波長振幅の 1/4 内である時にシステムは制御するこ

とができます。このように後方への音源を加えてキャンセレーションを得る為には、位相とレベルを独立した信号制御とアンプによって行う必要があります。



これが適切に行われた場合、下記のようなカーディオイド状のポラードダイヤグラムになります。

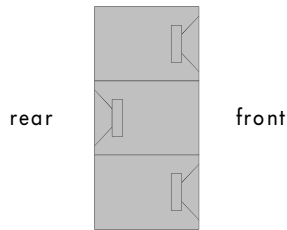


波長は周波数によって変化していくことに対して、音源の距離は一定で変化しないため、この原理は 1 オクターブ弱でしか適用されませんが、一般的なサブウーファースの帯域幅には必要充分です。この帯域内には、後方へのキャンセレーションを最適に行なうためのチューニング周波数帯があるため、前方には可能な最大出力を行うことができません。従って、カーディオイド構成とした場合の総合感度は、必然的に同一の機器全てを前方に向ける構成と比較した場合下回ります。

4. カーディオイドサブウーファアレイ - CSA

一般的なカーディオイドサブウーファースは、比較的大型なキャビネットに前方と後方向けの低域用ドライバーやポートを取り付けた設計となっています。d&b はこの原理を Q-SUB または B2-SUB を CSA（カーディオイドサブウーファアレイ）と呼ぶ設定で使用することを考案しました。CSA は、特別なキャビネットを必要とせずにカーディオイド作用を最大限に生成し、低域の指向性に特別な要求が無い場合にシステムの最大効率を使用することが可能です。

CSA 設定の最少構成は、サブウーファーキャビネット 3 台のスタックが必要です。このキャビネット構成の指向性によって他の前方に放射する 2 台のキャビネットのエネルギーを補正する為に 1 台のみ後方に向ける必要があります。対称に構成するという理由からコラム内の中心のキャビネットを後方に向けます。



前方を向いているサブウーファーは D12 の通常設定のチャンネルからパラレル接続して駆動する事が出来ませんが、後方に向けたキャビネットは別な D12 のチャンネルで付加的なフィルターが設定されている CSA を選択した D12 チャンネルを使用します。下記のダイアグラムで CSA を用いた場合の水平、垂直面へのアイソバープロットを示します。CSA によって 180 度の定指向特性と、後方の除去が最低でも 15 から 20 dB となります。

CSA 使用時の前方への位相特性は、ほぼ通常の設定と同じになる為に TOP キャビネットに対してのクロスオーバー設定は変えずにそのまま使用する事が可能です。

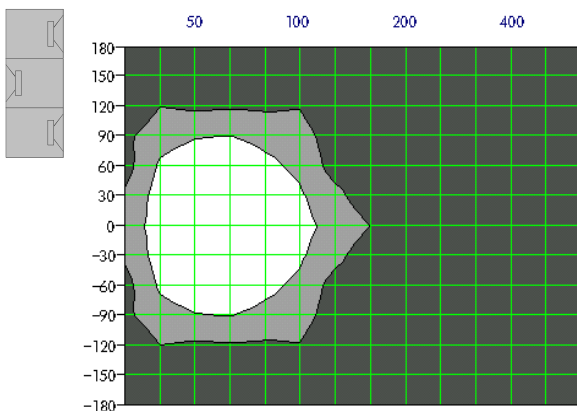
前方に放射される音に対して反転させたサブウーファーキャビネットより付加される音量増加は非常に低い周波数で起ります (約+2 dB) 従って、通常の設定と比較した場合 CSA の音色バランスは、より低い周波数に向かって若干シフトします。使用するアプリケーションによってこれを補正する場合は、以下のようにサブウーファーのコントローラーでより高いクロスオーバー周波数を選択します。

Q-SUB: 標準 = 100 Hz ではなく 130 Hz を選択

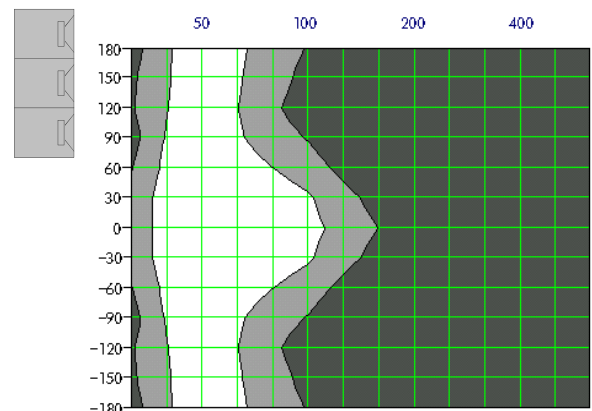
B2-SUB: 標準 = INFRA (70 Hz) ではなく 100 Hz を選択

CSA スタックを配置する時は、後方向きのキャビネットからの放射に影響を及ぼさないように壁や他の障害物より最低 60 cm 以上間隔を空けてください。

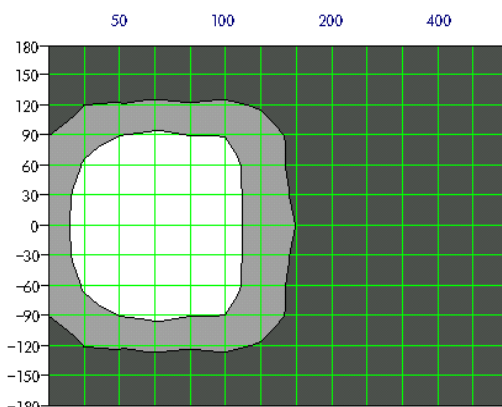
CSA スタックの後ろに壁があり、間隔を空けられずに密接して置かざるを得ない場合は、効果が得られませんので全てを前に向けて、通常のスタックで使用してください。



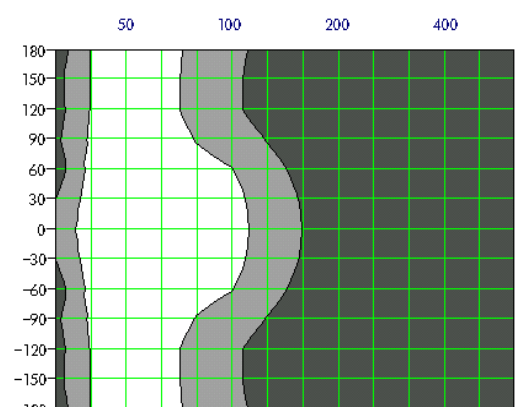
垂直



垂直



水平



水平

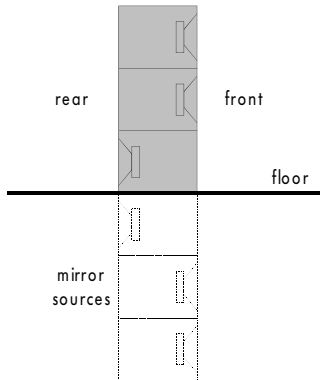
CSA 構成の Q-SUB の指向特性、周波数 (x) 対角度 (y) -6 dB と -12 dB のアイソバー表示

全てを前方に向けた通常の 3 段スタックのアイソバー表示

5. システム設定

後方へ音を最大限に除去するためには、機構的な設定を正確に行なう必要があります。Q-SUB システムを使用する場合にはキャビネットの上面と下面にある凹凸を合わせキャビネットを1列に並べます。そしてサブウーファーを駆動する全てのアンプには、必ず同じ入力ゲインで同一な信号を送り、反転させたキャビネットを駆動する D12 のチャンネルのみ CSA モードに設定します。ディレイやイコライザーを使用する場合は、それらも含めたアンプの全パラメーターを同じ設定にします。

アレイを直接床にスタックして、低域の反射がある場合には、以下のように最下部のキャビネットを反転させることで対称とすることも可能です。



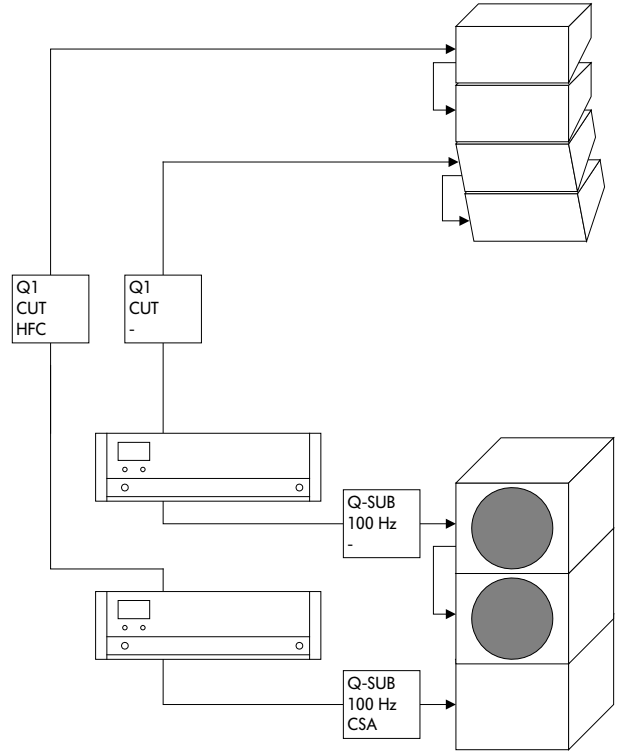
CSA は、後方向きのドライバーと前方向きのドライバーの有効な到達距離が同じであれば、縦方向のスタックの他にもサブウーファーキャビネットを床に水平にアレイを構成することも可能です。

Q-SUB の設定

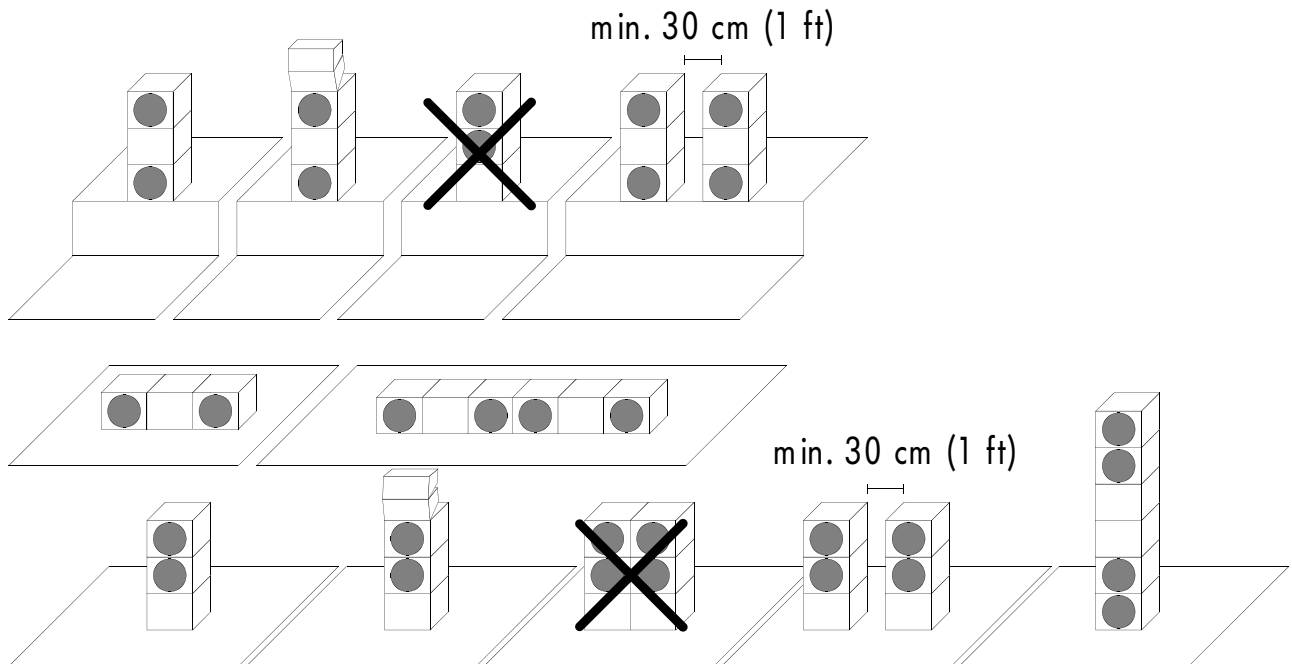
CSA を使用して構成可能な設定を下に図示します。(FOH 位置から見た図となります)

システムの配線を行なう際には前方に放射するサブウーファーと反転したサブウーファーをデージーシェーン接続しないようにして下さい。反転したキャビネットは全て Q-SUB の CSA モードに設定した D12 チャンネルからドライブし、その他は必

ず全て CSA を選択していない通常の Q-SUB 設定のチャンネルから駆動するようにし、両設定のゲインとクロスオーバーセッティング (スタンダード/100 Hz) は必ず同一に設定してください。



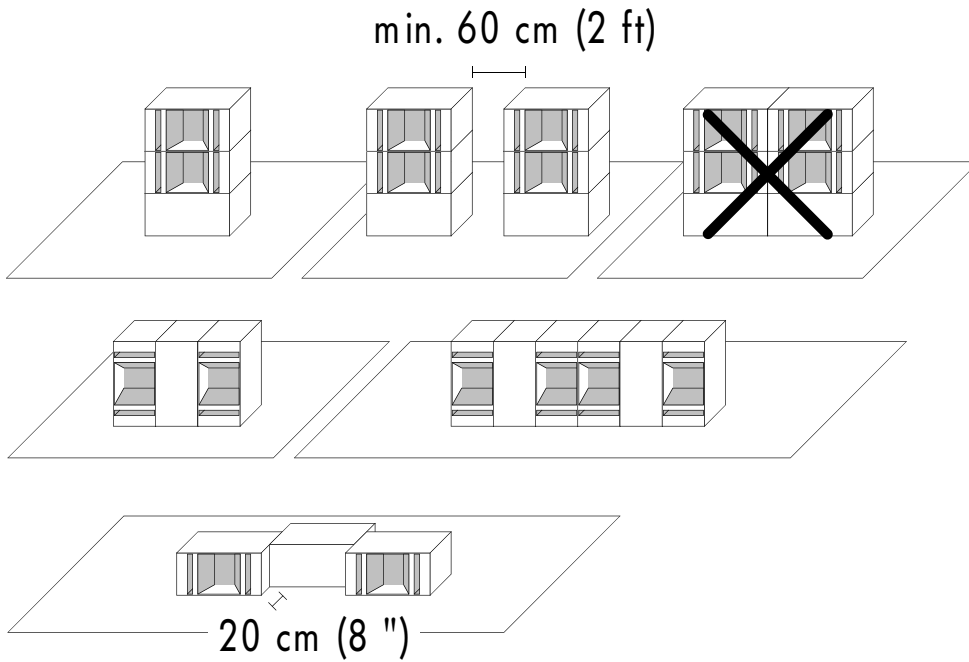
Q1/Q-SUB CSA 結線例



B2-SUB の設定

反転するキャビネットは全て B2-SUB/INFRA と CSA に設定した D12 チャンネルで駆動し、その他のキャビネットは全て B2-SUB/INFRA で CSA を選択していない通常の B2-SUB 設定のチャンネルで駆動します。

CSA 構成の B2-SUB で帯域を拡張する場合、標準設定 (INFRA) を選択しない、例えば Q-SUB 抜きで Q1 をサポートする場合等で使用することもできますが、クロスオーバー周波数が 70 Hz から 100 Hz に上昇し、指向性の制御は 70 Hz 以上での制御精度が、70 Hz 以下より下がりますのでご注意ください。



混在する設定

CSA スタックの B2-SUB と Q-SUB は、間隔を 60 cm 以上 (推奨) 空けることで混在使用することができます。

