



## 第IV章

### スピーカーおよびマイクの指向性

#### 指向指数

音源の指向指数(DI)は音響エネルギーが無指向に放射された場合に測定されるSPLと音源の軸上で測定されたSPLの比(dB)で定義されます。

例えばホーン/ドライバーが6dBのDIを持っている場合、無指向性音源に比べ、その指向方向において6dB多く放射できます。

#### 指向率

DIより一般的に使用されている係数に指向率(Q)があります。QとDIの関係は下記の通りです。

$$Q = \log^{-1} \left( \frac{DI}{10} \right) = 10^{\frac{DI}{10}}$$

これは10を $\frac{DI}{10}$ 乗したものであり

$DI = 10 \log Q$ となります。

QとDIの関係は図4.1に示します。

Qは1以下になる場合があります。これは高い指向性をもつ音源のQをこの音源の主軸上からかなり離れた角度の位置で測定した時たびたび得られます。

指向性はサウンド リインフォースメントに限らず、物理学の分野において重要なものです。例えば指向性TVアンテナは地表に平行したローブで多くのエネルギーを放射することが可能ですが、無指向アンテナは空中へ多くのエネルギーを無駄に放射してしまいます。

光の指向性は低いパワーで高い光度を出す為にコントロールさせることができます。ローソクの場合、Qは1で、DIは0です。ローソクを鏡の前に置いた時、Qは2となり、カバーする角度は半分となります。

また、ローソクを凹面または球面鏡の前に置いた場合、Qは非常に高くなります。

人間の声のQは約2.5で、高い周囲雑音または残響レベルの中では充分ではありません。

現に、メガホンはQを上げる為に使用されています。

#### Qの測定

Qはその装置またはその組み合わせによるポラーパターンから決定できます。

Qの式は複雑で下記ようになります。

$$Q = \frac{2}{\int_0^\pi (P_\theta)^2 \sin \theta d\theta}$$

Qの値は水平面および垂直面で決定されます。

Qの平均値は下記のように計算されます。

$$\text{平均 } Q = \sqrt{Q_v Q_h}$$

アルテック スピーカーのQの平均値はテクニカルレターNo.221に記してあります。

各パターンはその装置の主軸上における周波数関数としてのQ値です。

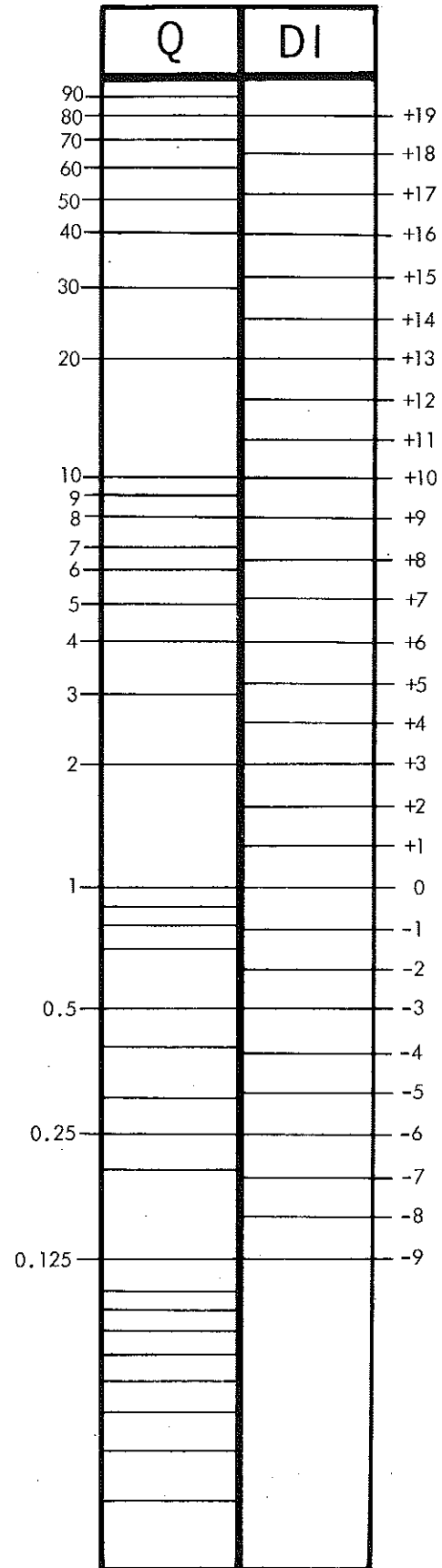


図 4.1

テクニカルレターNo.221は周波数関数として装置のQにおける広い変化を表わしています。また、ホーン/ドライバー組み合わせの幾つかのタイプの基本的特性です。

2ウェイシステムの全てはクロスオーバーまでQが上昇し、次に降下し、また上昇します。

クロスオーバーまで、LFユニットはそのポラー パターンを狭くしており、DIおよびQは上昇します。

クロスオーバーの上当りでは、HFユニットは無指向になる傾向で、DIおよびQは低下します。

周波数が増えるにつれて、HFユニットは普通指向性を増してきます。

マルチセルラ ホーン(803,1003)は1kHz以上の帯域において一定なQを示しますが、セクトラル ホーンの場合は1kHz以上においてQが上る傾向にあります。(例外として311-60があります。)

Qは音源の主軸上からの角度の関数であると述べていますが、これを図4.2に示します。

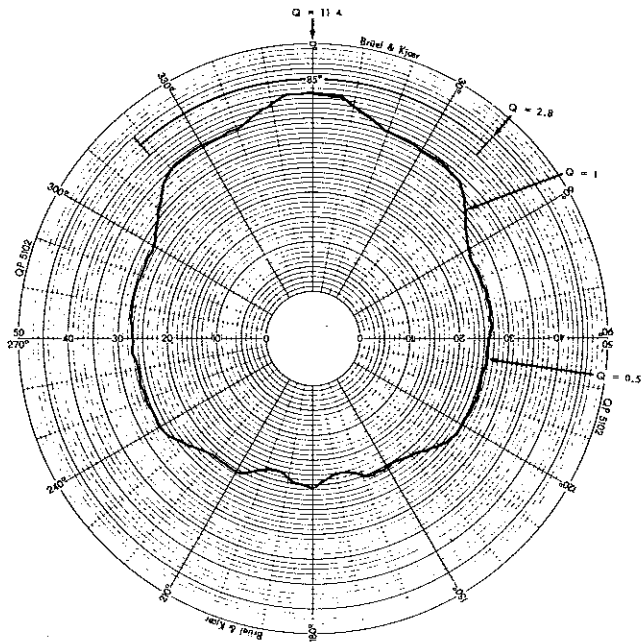


図 4.2

このポラー パターンの主軸上の計算されたQは11.4です。軸上より5dB低下した位置で、この装置のDIは主軸上のものに比べ6dB低くなります。

DIとQの関係はDIの各3dB減衰がQ値の2等分を意味している様なものです。

それゆえ、主軸上より約42°ずれた角度においてQは $\frac{1}{4}$ (約2.8)となります。

軸上における装置のDIが約10.7であるので(図4.1参照)、DIが0になる角度を決める為に特性が10.7dB低下するポラー パターンの角度を見出すだけでよいことになります。

これはまたQが1の角度に一致します。

さらにDIが3dB(DI=-3dB)低下した角度に動いた場合、Qは0.5となります。

1以下のQは無指向性音源で測定されるよりも、より低い直接音/残響音比を示します。

次に単一指向のポラー パターンを見てみます。

図4.3に示した曲線は典型的に単一指向です。

このパターンは単一指向性マイクにより近似されます。

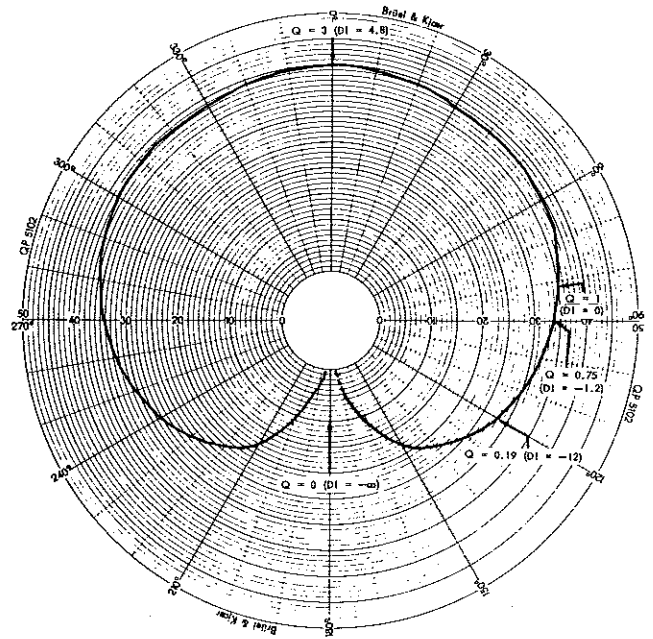


図 4.3

主軸上のQは3(DI=4.8dB)と計算されます。

主軸上より信号が4.8dB低下した位置はDIが0、Qが1の位置に相当します。

6dB低下位置(90°)においてQは0.75または主軸上の値の1/4になります。(DI=-1.2dB)

120°の角度において、Qは0.19または主軸上値の1/8(DI=-12dB)になり、180°の角度においてQは0でDIは-∞に近づきます。

### Qと指向角度

普通、装置の指向角度はポラー パターンにおいて6dB低下位置間の角度で表わされます。

周波数の関数としてのこれらの値はテクニカルレターNo.221に示してあります。またQと指向角度間の関係も示しています。

テクニカルレターNo.221のページ2および3にはQと有効指向角度を示しています。

Qについての下記式はしばしば文献等に記載されているものです。

$$Q = \frac{180}{\text{Arc sin} \sin\left(\frac{\theta}{2} \sin \frac{\phi}{2}\right)}$$

この式において、 $\theta$ と $\phi$ は装置の垂直および水平の指向角度です。これらの角度がマルチセルラ ホーンの高域周波数のように正確に定義されている場合、この式は合理的に正確な結果をもたらします。

しかし、実際に、この方程式はQについて関心を持つ周波数帯域においては役に立ちません。

### マイクの指向性

必要とする指向性を持ったスピーカーを選ぶと同様に、より音響ゲインを得る為に指向性を持ったマイクを選ぶことができます。

例えば、無指向性マイクと単一指向性マイクを比較します。

マイクをシステムの位置している拡散音場においてフィードバック以下で一定のマージンに調整した場合、単一指向性マイクは4または5dBまでシステムゲインが上げられます。

(単一指向のDIは4.8dBです。)  
この様子を図4.4に示す。

図4.4は拡散音場におけるサウンド リンフオースメント システムを上から見た図です。

拡散音場とは一定方向における音波伝播が他の方向全と同一状態で、屋内の残響音場はこの状態です。

システムがフィードバック状態になるように、システムゲインを各マイクごとにセットしてから、システムゲイン全体を10dB減衰させます。

2本のマイクを比較すると無指向性マイクに比べ単一指向性マイクの音響ゲインが大きく取れます。

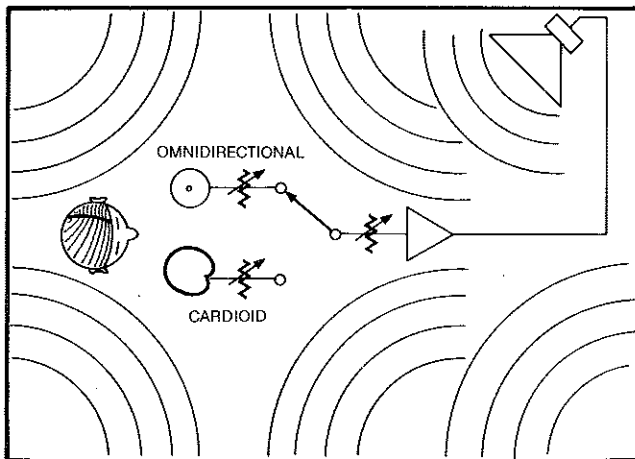


図 4.4