

Sound & Vibration Technologies

－ 音とそのセンサについて －

Sound & Vibration Technologies

－ 音とそのセンサについて －

1. 音とは

音（音波）は、媒質（空気中では空気）を伝わる波の一種で、媒質を構成する非常に小さな粒子（体積粒子）が波の進行方向と同じ方向に振動する縦波（粗密波）であり、体積粒子の密な部分では圧力が大気圧より高く、粗な部分では低くなります。この大気圧からの圧力の変化分を“音圧”（ p ）と呼び、普通は音圧の2乗平均の平方根（実効値 rms）で表示します。なお、単位としては、パスカル（Pa）やニュートン毎平方メートル（ N/m^2 ）が使用されます。

人間が感じることができる音（可聴音）の周波数帯域はおおよそ 20 Hz から 20 kHz であり、音圧の範囲は 20 μPa から 20 Pa で、もっとも小さな音ともっとも大きな音との音圧の比は 10^6 にも及びます。なお、騒音は音の一種であり、人間にとって不快な音を特別に騒音と呼んでいます。

人間は、次のような音の物理的な特徴から音の違いを聞き分け、判断していると考えられています。

<音の高さ> 私たちが高い音、低い音といっているもので、主に音の周波数の違いに起因します。同じ「ア」の音声でも高い声の「ア」と低い声の「ア」がありますが、これは「ア」としての音の波の形は同じ様でもピッチ周波数が異なるためで、ピッチ周波数が高い音は高く、ピッチ周波数の低い音は低く聞こえます。

<音の大きさ> 同じ音の高さの「ア」という声でも、大きな声の「ア」と小さな声の「ア」がありますが、これは「ア」としての音の波形は同じ様でも、大きな声の「ア」は振幅が大きく、小さな声の「ア」は振幅が小さいことに主に因ります。

<音色・音質> 私たちは、同じ音の大きさ、同じ音の高さでひかれている楽器でも、その種類を聞き分けることができます。これは、楽器からでてくる音の音色や音質を聞き分けているからです。音色や音質は、現在でも十分には解明されていませんが、音の波形が微妙に異なることに因ると考えられています。

また、音は波としての性質を持っていることから、「反射」、「透過」、「回折」といった性質を持ち、距離によって減衰します。以下に図示しましたので参考としてください。

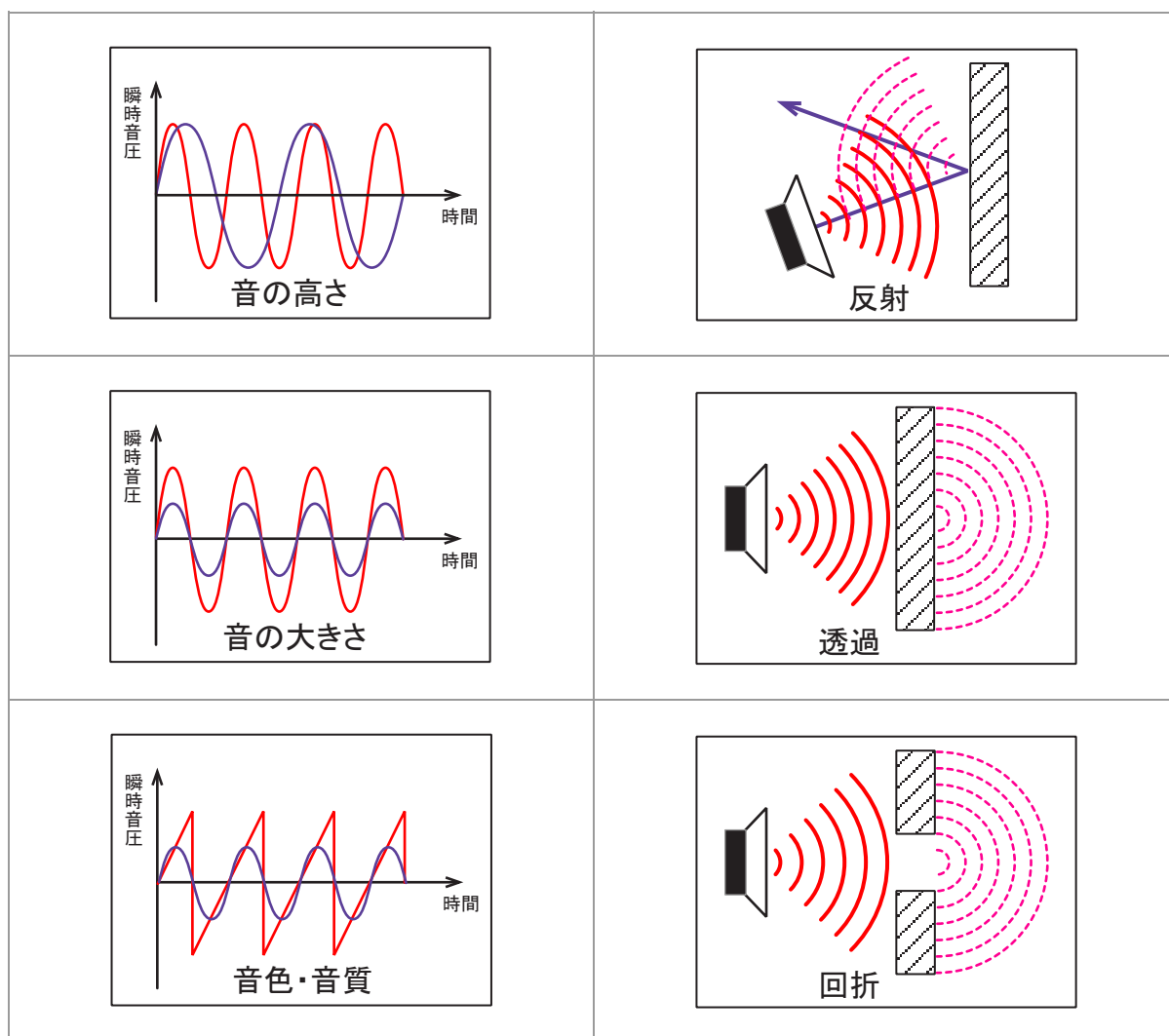


図1 音の性質

2. 音の計測単位

通常音を計測する場合、音の周波数特性とその大きさが対象となります。周波数はご存じのようにその計測単位として“Hz”が使用されます。音の大きさは、変化の範囲が非常に広いことから対数尺度が使用されます。また、“人間の感覚量は刺激量の対数に比例する”というウェーバ・フェヒナーの法則があり、聴覚も感覚量の一つであることから対数尺度が用いられています。対数尺度の単位としては、アメリカのグラハムベル（Alexander Graham Bell）が電話における電力の電送損失を表すのに最初に用いたことから、ベル（B）が使用されています。なお、ベル（B）では値が大きすぎるため、その 10 分の 1 であるデシベル（dB）が実際には使われています。また、音を扱う世界では、デシベル値を表す言葉として「レベル」を使用します。「音の大きさ」をデシベル値にしたときは、「音の大きさのレベルは」「何 dB」のように表現します。

今、ある音の音圧の実効値を p (Pa)、基準となる音圧の実効値を p_0 (Pa) としたとき、音圧レベル L_p (dB) は次の式で与えられます。

$$L_p = 10 \log_{10} \frac{p^2}{p_0^2} \dots\dots\dots (1)$$

基準音圧 p_0 は、空気中の音の場合 20 μ Pa であり、正常の聴覚を有する人間の 1 kHz の純音に対する最小可聴値に近い値です。

次の図は音圧 p (Pa) と音圧レベル L_p (dB) との関係を示したもので、音圧 20 μ Pa は音圧レベル 0 dB、1 Pa は 94 dB、20 Pa は 120 dB に相当します。なお、可聴音ではありませんが、圧力の変動が 0.1 気圧（約 10000 Pa）あったとすると、音圧レベルでは 174 dB となります。

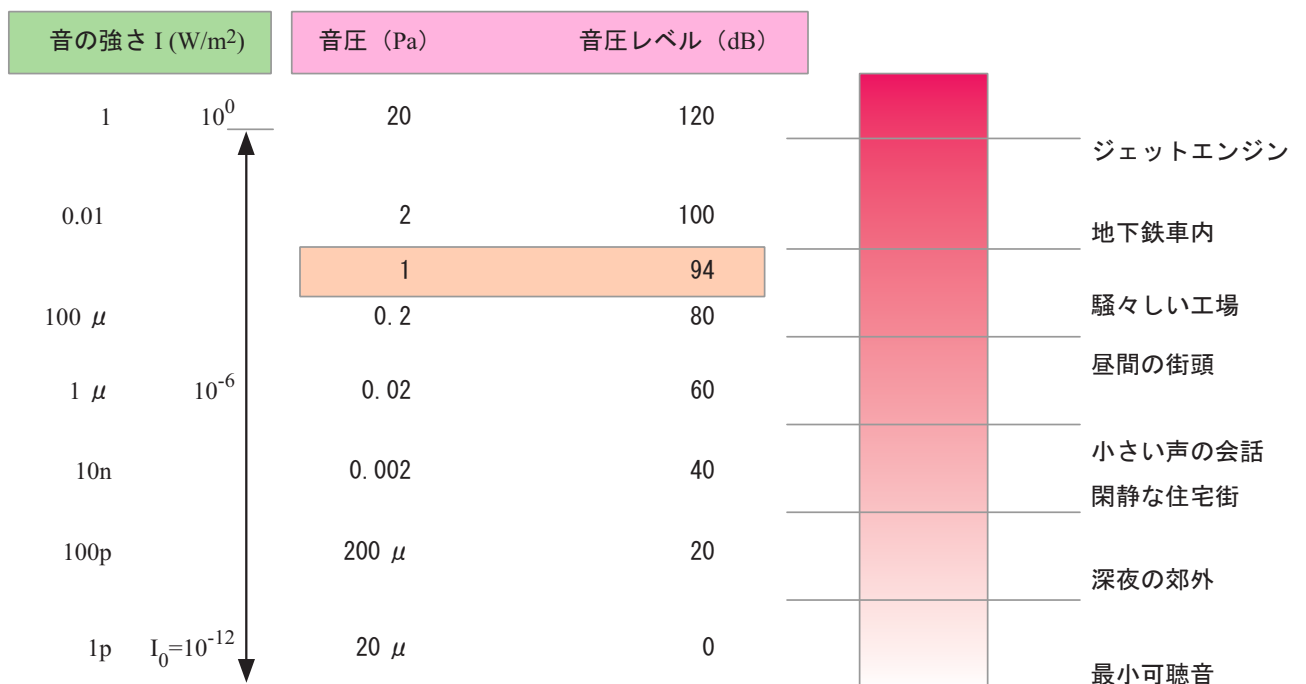


図2 騒音の種類とその大きさ

3. 音センサ

音の検出を行うセンサを一般にマイクロホンと呼びます。マイクロホンは、その変換方式の違いにより動電型、静電型、圧電型に分類されます。動電型（ダイナミックマイク）は主に音楽の世界で依然根強い需要があり、圧電型マイクは、主に低周波騒音計用のマイクとして使用されています。計測用としては、小形にできることや、広い周波数帯域に渡ってフラットな周波数特性を持ち、ほかの形式に比べ安定性がきわめて高いことから静電型（コンデンサ）マイクが一般に使用されています。

静電型の構造を下に図示します。

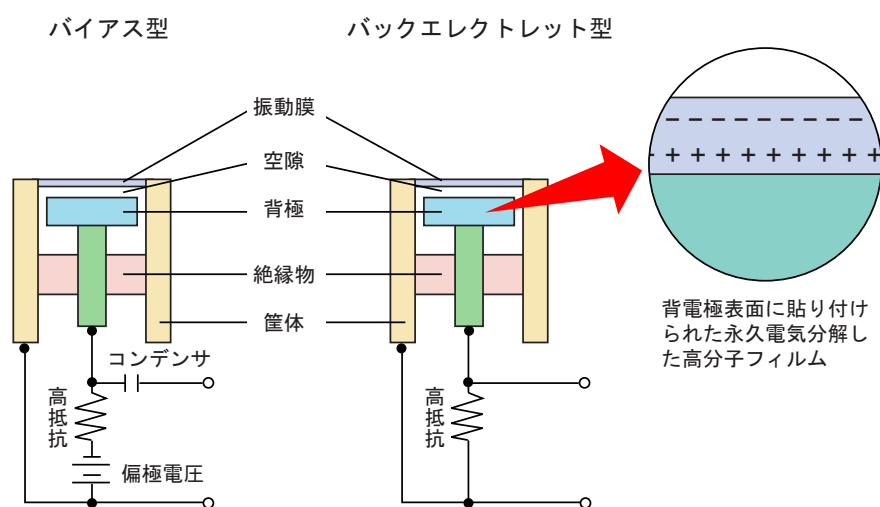


図3 静電型マイクロホンの構造

なお、静電型マイクにも、バイアス型とバックエレクトレット型の2種類があり、その違いは外部から直流電圧を加えているか、電圧を加える代わりに永久電気分極した高分子フィルムを使用するかです。

4. マイクロホンの選択

マイクロホンの選択に当たっては次の点に考慮する必要があります。

4.1 サイズ

マイクロホンの公称口径です。1 インチ、1/2 インチ、1/4 インチ、1/8 インチと各種ありますが、現在、計測用途としては 1/2 インチタイプのものが主流となっています。サイズが小さくなるほど高い周波数まで音場を乱さないのが好ましいのですが、小さくなると感度も低くなるので使用しづらくなります。なお、音場を乱すことを極力嫌う実験では、より小口径のタイプを選択する必要があります。

4.2 レスポンスタイプ

音圧型と音場型の2つのタイプがあります。一般には音場型が用いられますが、ダクト内の音を計るような特殊な場合には、音圧型を使用します。

マイクロホンを音場中におくと、マイクロホンの振動膜に加わる音圧 P は、マイクロホンが無いときの音圧 P_0 (音場音圧) とマイクロホンをおいたことによる増加分 ΔP_0 の和 ($P = P_0 + \Delta P_0$) となります。 ΔP_0 は、周波数および入射角により異なります。

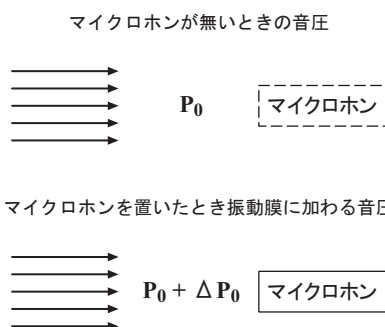


図4 音場中のマイクロホン振動膜に加わる音圧

音圧型は、 $P_0 + \Delta P_0$ に対して出力の周波数特性がフラットになるタイプのマイクロホンです。音場型は、入射角 0° (正面入射) の P_0 に対して出力の周波数がフラットになるタイプのマイクロホンです。なお、音場型のタイプでも入射角 0° 以外の時は、次図から明らかなように、高域の特性が変化するので注意が必要です。

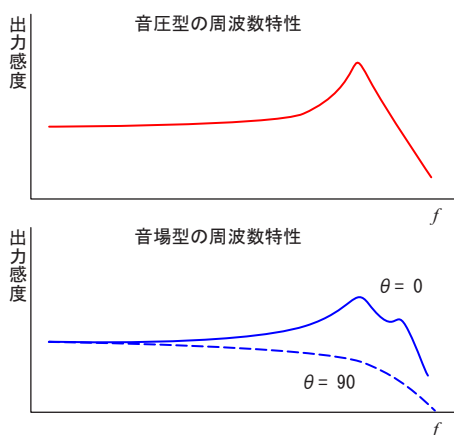


図5 音圧型と音場型マイクロホンの周波数特性

4.3 周波数特性

計測に必要な帯域を十分カバーし、できるだけフラットなものから選択します。高い周波数まで必要なときは、音場を乱すことが考えられるので、4.1 項のサイズも合わせて考慮します。また、4.2 項の図からもわかるように正面入射音に対してはフラットでもそれ以外ではフラットになる帯域が限定されてしまうので、音源とマイクロホンの位置関係にも注意が必要となります。当社製計測用マイクロホンの周波数特性を下記表に掲げました。

4.4 温度特性

マイクロホンの安定性を左右する重要なファクタです。せっかく苦労して取ったデータも再現性がないのでまた取り直しということだけは避けなければなりません。その意味からも温度係数はなるべく小さなものを選ぶのが安全です。当社製計測用マイクロホンの温度特性は下記表に示したように非常に小さな値になっています。

表 1 当社製計測用マイクロホンの主な仕様

型名	バイアス型		バックエレクトレット型	
	MI-1211	MI-1235	MI-1433	MI-1531
公称口径	1/2 インチ			1/4 インチ
周波数範囲	20 Hz ~ 14 kHz	10 Hz ~ 20 kHz	20 Hz ~ 8 kHz	10 Hz ~ 100 kHz
レスポンスタイプ	音場型			
偏極電圧	200 V	0 V		
感度	-20 ± 1.5 dB re. 1V/Pa	-29 ± 3 dB re. 1V/Pa		-48 ± 3 dB re. 1V/Pa
静電容量	12 pF	13 pF		7 pF
最大音圧レベル	132 dB (MI-3310 使用時)	143 dB (MI-3310 使用時)		157 dB (MI-3140 使用時)
自己雑音レベル	12 dB 以下 (A 特性)	19 dB 以下 (A 特性)		30 dB 以下 (A 特性)
使用温度範囲	-10 ~ +50 °C			
使用湿度範囲	20 ~ 90 % RH (結露しないこと)			0 ~ 90 % RH (結露しないこと)
温度特性	0.007 dB/K 以下	0.009 dB/K 以下		0.001 dB/K 以下
湿度特性	0.003 dB/%以下	-0.001 dB/%以下		-
保存温度範囲	-20 ~ +80°C	-20 ~ +60°C		-40 ~ +150°C
保存湿度範囲	10 ~ 90 % RH (結露しないこと)			0 ~ 90 % RH
外形寸法	φ 13.2 × 15.2 mm	φ 13.2 × 13.7 mm	φ 13.2 × 13.5 mm	φ 6.9 × 10.5 mm
質量	約 5 g	約 6 g		約 1.5 g

4.5 自己雑音レベル（自己ノイズ）

マイクロホンに音が入っていても出力される信号の大きさで、この値が小さいほど、小さな音でもノイズから分離して検出できます。MI-1211はこの自己ノイズが12 dB以下（A特性）と1/2インチタイプでは最小の値を実現しています。

以上をチェックした後、測定対象に最適なセンサの選択に入ります。

当社製計測用マイクロホンのアプリケーション別対応を以下表にまとめてみましたので参考としてください。

なお、アプリケーション別対応表に騒音計を載せていますが、騒音計はマイクロホンと演算表示部が一体となった計測器であると同時に、一つの音センサと見なしてその出力を分析・解析に使用することができます。

表2 当社製計測用マイクロホンのアプリケーション別対応

型名	計測用マイクロホン				音響インテンシティマイクロホン		普通騒音計		精密騒音計
	MI-1211	MI-1235	MI-1433	MI-1531	MI-6410	MI-6420	LA-1410 LA-1440	LA-3260	LA-4440 LA-3560 LA-3570
検出方式	バイアス型コンデンサタイプ	バックエレクトレット型コンデンサタイプ					バイアス型コンデンサタイプ	バックエレクトレット型コンデンサタイプ	
環境騒音計測	○	○	○	○				○	○
機械騒音計測	○	◎	○	○				○	○
音による品質管理	◎	○	○					○	○
建築音響計測	○	○	◎		○	○	○	○	○
音響パワーレベル計測	○	○	○	○					○
音源探査				○	◎	○			
音場解析				◎	○	◎			

5. 音響インテンシティマイクロホンプローブ

音響インテンシティとは、音を「単位面積を単位時間あたり通過するエネルギーの流れ」として捉えるもので、その測定単位は W/m^2 となります。音響インテンシティマイクロホンプローブは、複数のマイクロホンを組み込むことで、この音のエネルギーの流れを測定し、音の強さとともに流れの方向をベクトル量としてとらえることが出来るように設計されています。一般のマイクロホンでは、ある特定の場所（1点）での音の強さを表す音圧（単位：Pa）は測定可能ですが、流れの方向は測定出来ません。

音響インテンシティマイクロホンは、上に述べた特性から、音源探査や音響パワー測定に使用されます。音響インテンシティマイクロホンとして当社には、2組の音圧型マイクロホンを直線上に近接配置した一軸型（MI-6410）と、4つのマイクロホンを正四面体の各頂点に配置した当社独自構造の3次元型（MI-6420）があります。

5.1 一軸型プローブ<MI-6410>

・ 構造

2ペア4マイクロホンを共通軸上に近接配置した構造を持つ

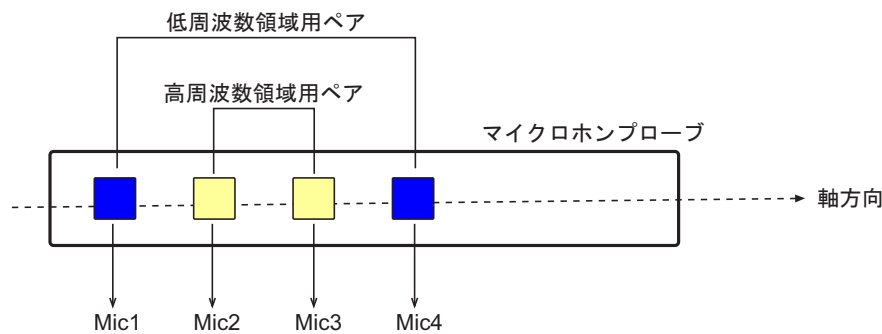


図6 一軸型プローブ<MI-6410>の構造

・ 原理

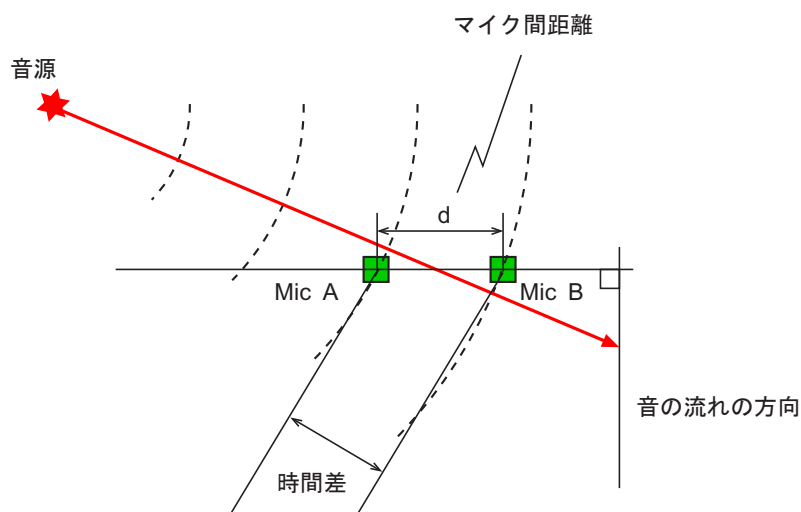


図7 一軸型プローブ<MI-6410>の原理

この方式は、2 マイクロホン法とも呼ばれます。Mic A に到達した音の波面がある時間差をおいて Mic B に達し、その時間差情報を利用して音の前後方向の判断とマイク軸への大きさ成分を計算します。

Mic A での音圧が $p_1(t)$ 、Mic B での音圧が $p_2(t)$ である時、音圧の平均値 $P(t)$ と、粒子速度 $V(t)$ は次のように表されます：

$$P(t) = \frac{p_1(t) + p_2(t)}{2} \dots\dots\dots (2)$$

$$V(t) = \frac{-1}{\rho d} \int (p_2(t) - p_1(t)) \dots\dots\dots (3)$$

- ρ : 空気 (媒質) 密度 (kg/m³)
- d : マイクの音響中心間距離 (m)

この $P(t)$ と $V(t)$ を掛け合わせ、時間平均を取ることで、音響インテンシティを求めることができます。

<p>■ 優位点</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 測定周波数範囲の異なる 2 組のプローブを同軸上に配置することにより、40 Hz ~ 10 kHz までの周波数範囲を一度または同時に測定することが可能。 ● 2 組のプローブを同軸上に配置しているため音響中心が一致し、測定の際に誤差を生じない。 ● プローブは固定の一本構造をとっているため、接触不良や機械的な損傷の危険が少ない。 ● 1/4 インチ径相当のマイクロホンカートリッジの採用により小口径かつシンプルな構造のため、音の流れを妨げない。 ● 専用のマイクロホンアンプと音圧位相差校正器により、使いやすく、精度の高い測定が可能である。
<p>■ 注意点</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 1 回の測定では音のベクトルの 1 成分しか求めることが出来ない。 ● 垂直方向では音響中心から測定対象への最短距離が 50 mm であり、至近距離での測定が出来ない。 ● 2 ペアマイクロホンの測定周波数範囲は、それぞれ 40 Hz ~ 1 kHz、400 Hz ~ 10 kHz であり、中間領域 (ie ; 200 Hz ~ 5 kHz) のみの測定には使いづらい。

5.2 3次元型プローブ<MI-6420>

・原理

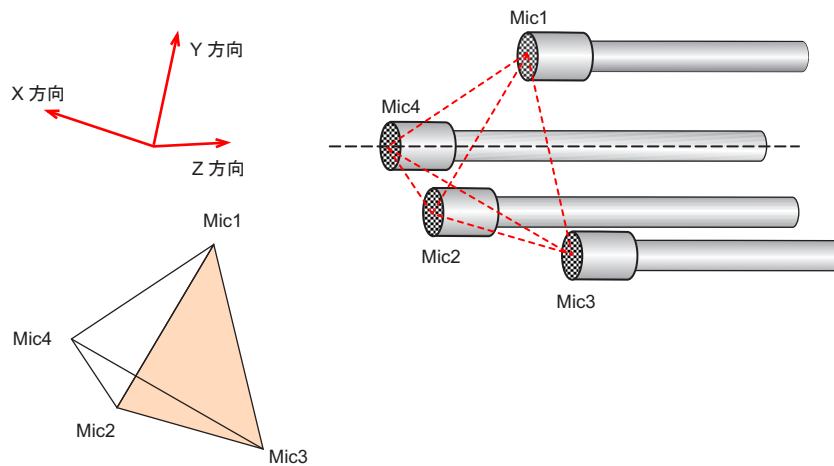


図8 3次元型プローブ<MI-6420>の原理

・構造

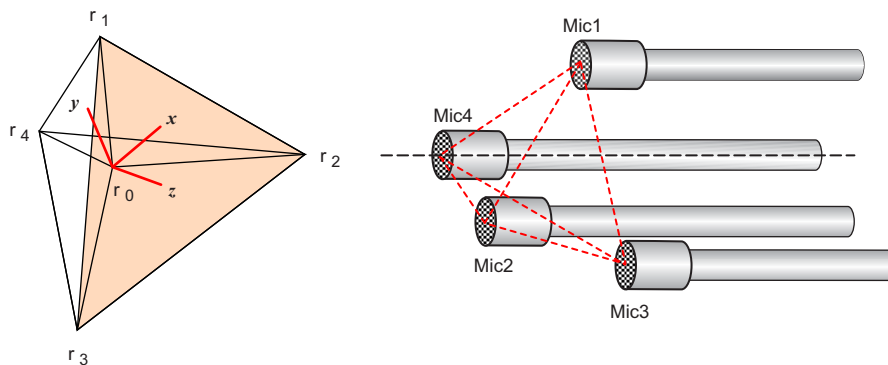


図9 3次元型プローブ<MI-6420>の構造

正四面体の各頂点 r_1 、 r_2 、 r_3 、 r_4 の位置に無指向性の音圧マイクロホンが配置されています。正四面体の重心 r_0 は音響中心であり、ここを原点としたときの x 、 y 、 z 軸は図のようになります。この方式のアルゴリズムは、先の2マイクロホン法の拡張として考えられ、4つのマイクロホンの内、任意の2つのマイクロホンペア（6通り）について、2マイクロホン法を適用し、各ペア方向の音響インテンシティを求め、最後にマイクロホンプローブのX、Y、Z座標方向の成分を計算して、3次元音響インテンシティを求めます。

<p>■優位点</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 4つのマイクロホンを使用して、3次元音響インテンシティ（音の3方向成分=ベクトル）を一回の測定で求めることができる。 ● 4つのマイクロホンを正四面体の頂点に配置した独自構造により、空間的な対象性を持ち、音響中心が共通である。 ● 1/4インチ径のマイクロホンを細い軸の先端に配置したことで、音の流れを遮りづらくし、特に高周波数域の測定で精度が確保できる。 ● 専用のマイクロホンアンプと位相差校正器により、使いやすく・精度の高い測定が可能。
<p>■注意点</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 3次元音響インテンシティを求めるためには、4つのマイクロホンからの信号を同時に処理できる演算処理器が必要である。 ● 最高測定周波数は5kHz（2dB誤差）。

6. 騒音計

6.1 騒音計とは

騒音計は、騒音レベル (L_A) 及び音圧レベル (L_p) を測定する計測器であり、計量法にて特定計量器として指定されています。また、測定精度の違いから、JIS C 1509-1 クラス 1 (計量法での「精密騒音計」に相当) 及び、JIS C 1509-1 クラス 2 (計量法での「普通騒音計」に相当) に仕様などが定められています。更に、統計量としての時間率騒音レベル (L_X) や、等価騒音レベル (L_{Aeq})、単発騒音暴露レベル (L_{AE}) などの積分量を測定する機能を持った積分型騒音計があります。

(注意)

「騒音計」という用語は、JIS C 1509-1 : 2005 で「サウンドレベルメータ」となりました。ただし、「騒音計」も残っています。なお、計量法では「精密騒音計」と「普通騒音計」が残っています。

6.1.1 クラス 1 (精密騒音計) とクラス 2 (普通騒音計)

普通騒音計は、屋外、工場、事務所などの環境騒音測定を目的とした騒音計で、現場での計測を低価格で簡単に行なうことを目的としています。それに対して、精密騒音計は、様々な分野の騒音研究、あるいは機械装置の騒音評価を行うユーザのあらゆる計測条件にも対応できることを目的としています。両騒音計とも、その基本仕様は計量法、JIS に基づいており、その主な違いは下表のようになります。

表 3-1 普通級と精密級との違い(計量法)

	精密騒音計	普通騒音計
使用周波数範囲	20 ~ 12500 Hz	20 ~ 8000 Hz
器差	±0.7 dB	±1.5 dB 以下
目盛誤差 (dB) (基準レベルに対して ±10 dB の範囲)	±0.2 dB	±0.3 dB
目盛誤差 (dB) (上記以外)	±0.4 dB	±0.6 dB
レンジ切替誤差 (dB)	0.5 dB	0.7 dB

表 3-2 クラスによる性能の違い (JIS 規格)

	クラス 1 (精密級)	クラス 2 (普通級)
レベル直線性誤差 (dB) (入力レベルの 10 dB 以内の 変化に対して)	±0.3 (±0.6) dB	±0.5 (±0.8) dB
レベル直線性誤差 (dB) (上記以外)	±0.8 (±1.1) dB	±1.1 (±1.4) dB
周波数範囲 (Hz)	16 ~ 16000 Hz	20 ~ 8000 Hz

(注意)

- カッコ内の数値は測定の拡張不確かさ (JIS 規格に規定する最大許容値) を含んだ場合。
- 計量法では、計量範囲最小値と自己ノイズとの差は今まで通り、以下の数値と決められています。

■ 普通騒音計 : +6 dB ■ 精密騒音計 : +8 dB

6.1.2 型式承認と検定

騒音計は、法定計量器に指定されており、国の検定制度があります。計量法によれば、騒音レベルの値を取引や、証明に用いる場合、検定に合格し、有効期限5年の騒音計を使用して測定する必要があります。騒音計の検定は、財団法人 日本品質保証機構 (JQA) で行っており、検定に合格した騒音計には有効期限5年を記入した合格証が貼付されます。当社は97年9月に国内では初めて騒音計の指定製造業者指定を通産省より取得したことで、新品検定に際して、JQAに代わり、当社内での検定が可能となっています。なお、騒音計を音響センサとして利用する場合には、必ずしも検定を受けている必要はありません。

6.2 騒音計の構造

下図は、騒音計の電気回路の構造ブロック図を示します。ブロック図中、特に、AC出力 (AC out)、DC出力 (DC out) の位置関係に注意下さい。騒音計を理解し、使いこなしてゆく上でこの2つの出力の違いに注目することが重要となります。

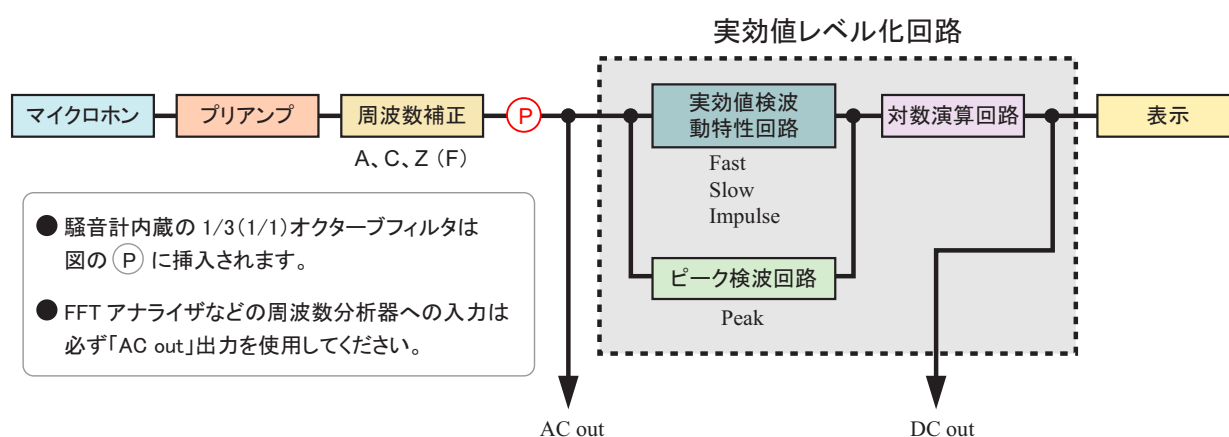


図 10 騒音計の構造

・マイクロホンとプリアンプ

音を正確にキャッチして、電気信号に変換するのがマイクロホンであり、マイクロホンからの高インピーダンスで微小な電気信号を、低インピーダンスの電気信号に変換するのがプリアンプです。音は、空気の疎密が交互に伝わってゆく波動現象ですので、この空気の疎密に比例した電気信号に変換するセンサとして、マイクロホンとプリアンプには感度の良いもの、周波数特性の良いものが要求されます。騒音計のマイクロホンには一般的にコンデンサ型が採用されています。コンデンサ型マイクロホンの詳細については、前ページを参照下さい。

・周波数補正回路

プリアンプからの電気信号をその周波数領域で重み付け (weighting) を行う回路です。重み付けには、次の3タイプがあります。

■ A 特性周波数重み付け (A-weighting)	低周波領域と高周波領域での感度が鈍くなる特性を持っています。騒音測定では、通常この重み付けが使用されます。
■ C 特性周波数重み付け (C-weighting)	比較的平坦な周波数特性を持ち、騒音計の AC 出力を録音する際や、衝撃音の測定の時に使用されます。
■ Z (または FLAT) 特性周波数重み付け (Z-weighting)	C 特性より更に広い周波数範囲に渡って、平坦 (Flat) の特性を持ち、対象音の周波数分析を行う際に使用されます。

【補足】

Z 特性と FLAT 特性について

従来の騒音計では、周波数重み付けしないいわゆる平坦（フラット）な周波数特性を“FLAT 特性”としていましたが、周波数範囲など具体的なその仕様は、製造メーカーに任されていたから市販されている騒音計の FLAT 特性は、実質的には統一的な仕様となっていませんでした。そこで、新規格では、新たに“Z 特性”を定め、その周波数範囲を「10 Hz ～ 20 kHz まで平坦（フラット）」と規定しています。

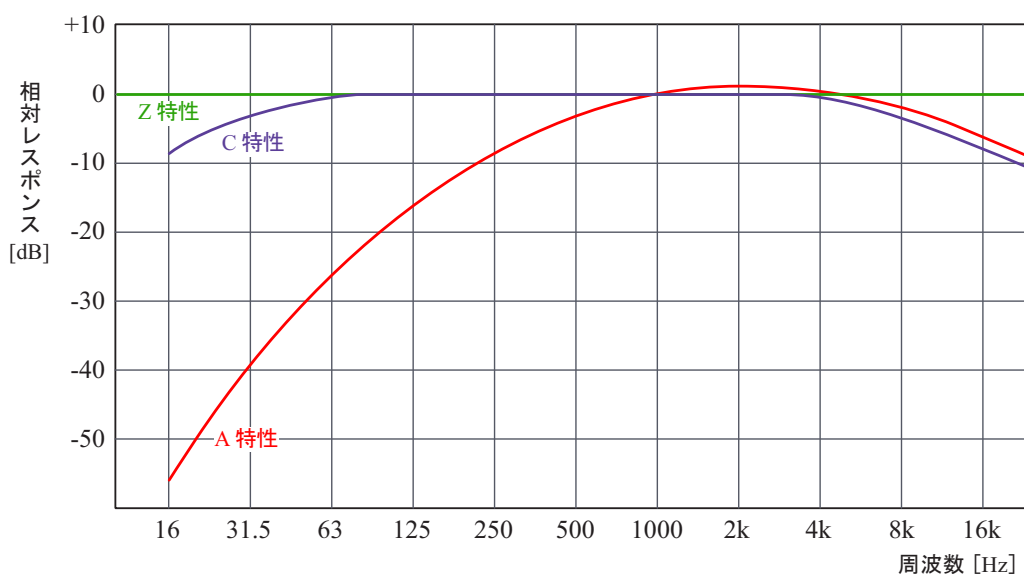


図 11 周波数重み付けによる周波数特性

・時間重み特性 F (Fast)、S (Slow) について

時間重み特性とは、指示メータ（デジタル表示も含む）の動きに関係するものです。具体的には、実効値検波回路での平均化の時定数に相当します。この動特性（時定数）に関しては JIS C 1509 に細かく記載されています。速い動特性 F (Fast : 125 ms) と遅い動特性 S (Slow : 1 s) があり、通常、騒音の測定には、速い動特性 F (Fast) が使用されます。更に、Fast を用いても衝撃音の大きさは正しく測定できないため、このような時には時間重み特性 I (Impulse = 35 ms <立ち上がり>、1.5 s <立下り>) が用意されていますが、この重み特性 I (Impulse) は、最近の研究では「あまり衝撃性の音の評価に適さない」ことがわかっており、IEC (及び JIS) では、規格からはずれていて、JIS C 1509-1 附属書 C (参考) となっています。それに代わって、衝撃性の騒音評価パラメータには、瞬時音圧のピーク値を採用する傾向にあります。

・AC 出力と DC 出力

AC 出力は、マイクロホンで捉えた音圧に比例した電気信号を出力します。DC 出力は、AC 出力を検波・動特性回路、対数演算回路を通してレベル値 (dB) に変換した信号で、騒音計の表示値に相当します。騒音計を音響センサとして使用する場合に AC 出力を利用します。騒音対策等で、対象とする騒音がどのような周波数成分から成り立っているかが解ると効果的な対策を施すことが出来ることから、FFT アナライザやリアルタイム（オクターブ）分析器への入力信号として、またレベルレコーダへの記録用に利用されます。

・表示

表示部は、騒音計で設定した測定レベルレンジに合わせた信号処理を施し、音のレベルとして視覚化します。表示には、針の振れによってレベルを指示するアナログ式のものと、数値で、或いは数値とバーインジケータによってレベルを示すデジタル式のものがあります。現在ではデジタル方式が主流となってきました。下図に弊社騒音計のデジタル表示画面を例として示します。

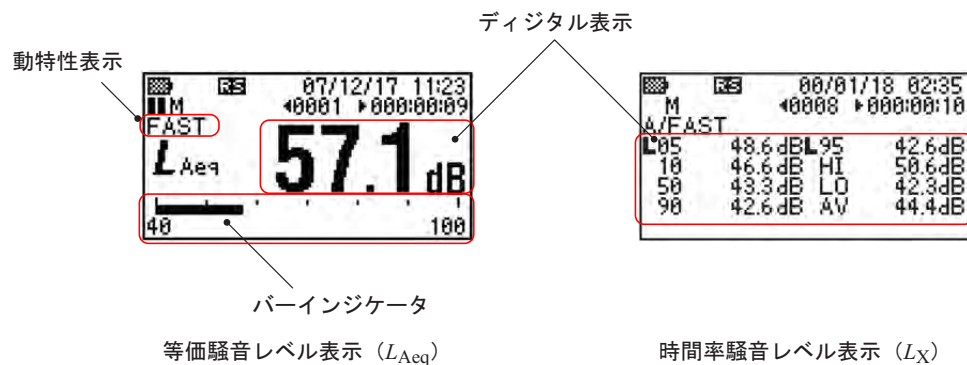


図 12 騒音計の測定表示例

6.3 騒音計の表示値

騒音計は音圧レベル (L_p) と騒音レベル (L_A) を測定表示します。また、積分形騒音計ではこの 2 値の他、等価騒音レベル (L_{Aeq})、単発暴露騒音レベル (L_{AE})、時間率騒音レベル (L_X) を演算表示することができます。ここでは、それぞれの表示値がどのように求められるか説明します。

・音圧レベル (L_p)

騒音の分野では、音波の振幅（音圧）の実効値の、基準音圧に対する比の常用対数の 20 倍として表します。単位は dB です。音圧レベルの大きい音波は強い音、小さい音波は弱い音ということが出来ます。周波数特性は Z (FLAT) が使用されます。

・騒音レベル (L_A)

音圧レベル (L_p) に A 特性重み付けを行い、騒音の大きさの尺度として用いています。単位は dB です。

・等価騒音レベル (L_{Aeq})

変動する騒音を統計的に安定に表現でき、どの程度の騒音にどれくらいの時間暴露されたかを評価する量であり、一定時間内の騒音の総エネルギーの時間平均値をレベル表示した値です。最近騒音測定技術の向上や国際的動向を踏まえ、1999 年 4 月に改定施行となった環境基準では、環境騒音評価量として等価騒音レベル ($L_{Aeq,T}$) が採用され、騒音評価の重要な指標となっています。

・単発騒音暴露レベル (L_{AE})

単発的または間欠的に発生する継続時間の短い騒音を測定する量として規定されています。これは、単発的に発生する騒音の全エネルギーと等しいエネルギーを持つ、継続時間 1 秒の定常音の騒音レベルに換算した値となります。

・時間率騒音レベル (L_X)

変動騒音の評価量として古くから使われ、我が国において騒音規制法や環境基準などにおける騒音の評価量として用いられてきました。ある実測時間内の変動騒音に着目した場合、その騒音レベルがあるレベルを超えている時間の合計が実測時間 ($t_2 - t_1$) の X% に相当するとき、その騒音レベルを X% 時間率騒音レベルと呼び、 L_X で表します。

6.4 騒音の測定方法

環境騒音についての基本的測定方法は JIS Z 8731 に定められています。JIS Z 8731 は 1957 年（昭和 32 年）9 月 18 日に制定されてから我国における騒音の測定・評価方法の基礎として広く使われてきました。最近では地球環境保全の高まりから、世界的に評価基準を統一する流れになり、国際規格 ISO との整合性をとるため順次改訂が進められています。1997 年の計量法の改訂ではホンから dB 単位への変更、1999 年の環境アセスメント法の制定、1999 年の環境基本法の L_{50} から L_{Aeq} 基準への改訂などがあります。JIS Z 8731 についても、1983 年に続き 1999 年に（国際標準化機構）ISO 1996-1/1982、ISO 1996-2/1983 を基礎として改訂されました。

6.5 騒音に関する法律

騒音に関連する我が国の主な法律は下記のようになります。これを基にして、政令・条例が定められ、監督官庁がそれぞれ決められています。実際には、公害関係は、市町村の「公害課」や「市民生活課」等の窓口で、企業の労働安全衛生の関係では、各都道府県並びに国の労働基準監督署が実務を行っています。

- 環境基本法（環境基準）（環境省）
- 騒音規制法（環境省）
- 環境影響評価法＜環境アセスメント法＞（環境省）
- 消防法施行規則（総務省 消防庁）
- 労働安全衛生規則（厚生労働省）
- 大規模小売店舗立地法（経済産業省）