

計測コラム emm94 号用

音の測定の基礎 – 第4回「音の分析の次元」

前回、音の三要素の一つ「音の大きさ」について、音圧と基準値との比によって音圧レベルとして表現することを示しました。今回は、その音のレベルからはじまって、音の特性を把握するための情報の基本的表現について解説したいと思います。大掴みの内容になりますので、技術的に詳細な部分は、ホームページのリンク先をご参照いただければと思います。

さて、音の三要素の後の二つは、「音の高さ」と「音色」でした。これらは即ち、音の周波数特性と時間特性ということが出来ます。下図1は、音の大きさの次元として単一数値で表した騒音レベル（後述）に対して、音の高さの次元（周波数特性）、時間の次元（時間特性）を考慮したときの物理的な情報の表現方法を示しています。以下、この図に沿って説明していきます。

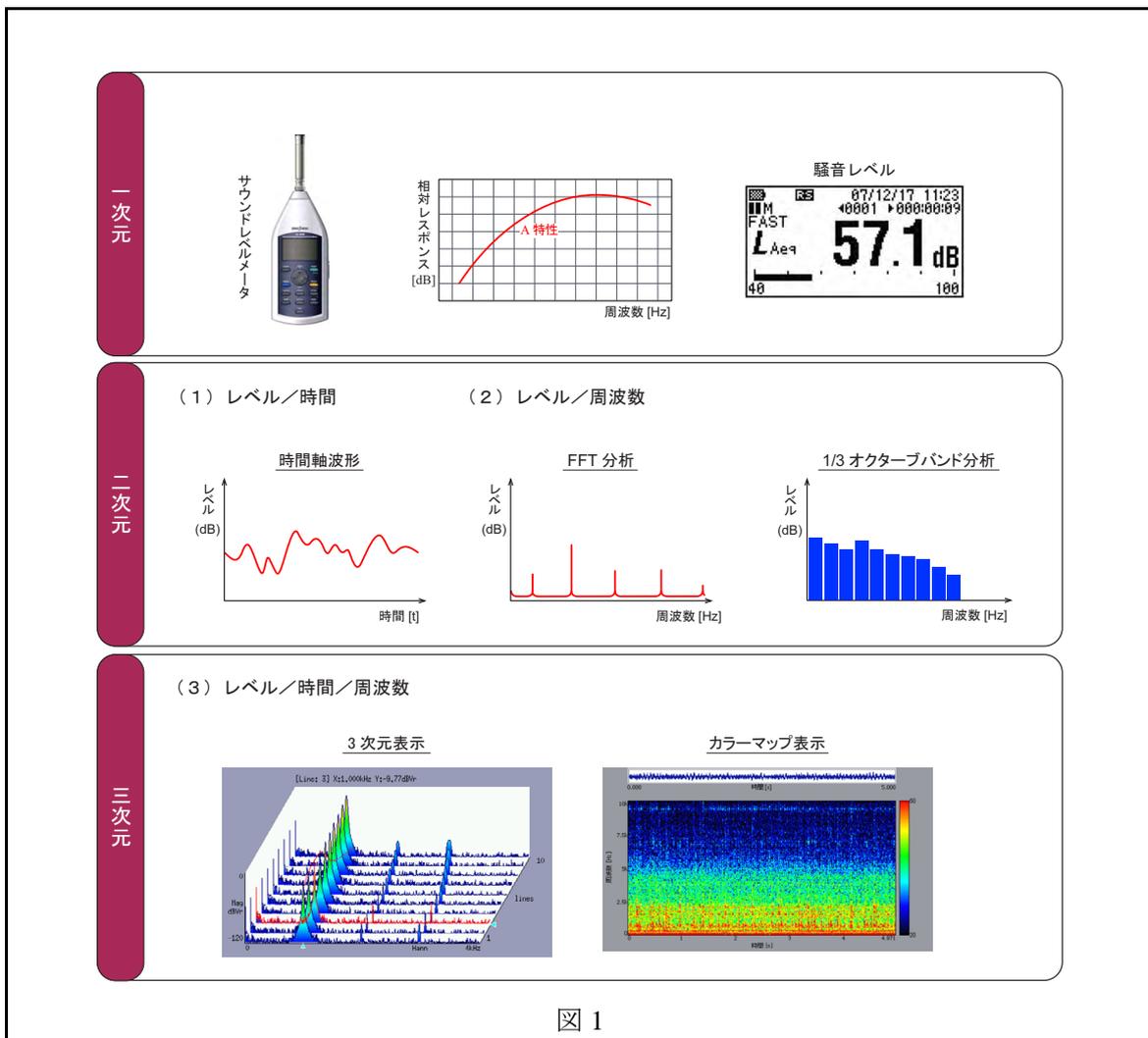


図 1

音の物理的な測定として、騒音計を用いた音圧レベルまたは騒音レベルの測定は、音の最も基本的な測定です。騒音計は、音響センサであるマイクロホンによって、大気圧からの圧力変動をセンシングして、瞬時音圧から実効値とした音圧を求め、レベル化（dB 値）して音圧レベルを表示します [1]。

この音圧レベルが騒音測定の基本量ですが、人の聴感との対応では、A 特性という周波数補正曲線を用いた騒音レベル（A 特性サウンドレベル）が広く使われています [2]。騒音に対する人間の異なる反応を、A 特性という 1 本の周波数補正曲線で単一数値にしてしまうことは、ある意味驚くべき簡略化です。騒音の評価のための共通の「ものさし」として機能するためには、人の騒音に対する感覚を反映したものであることともに、簡便でなければなりません。その意味では、A 特性の簡便性は、極めて優れた簡略化のプロセスと言ってもいいのではないのでしょうか。現在採用されている A 特性の元になっているフレッチャー・マンソンの 40 phon 曲線が提案されて 70 年以上が経ちましたが、最近の膨大な被験者による精度の高い実験で、その曲線に近い結果が得られています [3]。

A 特性は 1 つのフィルタですが、人間は、20 を越える臨界帯域と呼ばれる聴覚フィルタを持っており、このフィルタが音を区別するために重要な役割を果たしています。異なる臨界帯域にある音は、別々の音と認識ができるために、人は、雑音の中でレベルとしてはノイズに埋もれている音声を聴き取ることができます。この話の深いところは、また別の機会にしたいと思いますが、聴覚のメカニズムにご興味があれば [4] を参照してください。

さて、我々の周囲にある音は、周波数特性を持っていて、時間的にも変動しています。騒音レベルでの評価は、周波数特性と時間特性をいわば平均的に捉えた量（時間的には瞬時の量を扱う場合もある）とっていいと思います。解析の対象によっては、周波数と時間のいずれかまたは両方の情報を取り出し、総合して観察することが必要な場合があります。例えば、騒音レベルには寄与しないが、ある周波数に卓越した騒音を発生する機器があり、その騒音が製品の音響品質を左右するような場合は、周波数を軸にした表現方法で表示して検査や実験をすることが必要です。また、機器が稼動するときに発生する過渡音が、ある時間的なタイミングで騒音レベルにも影響するような音を発生するようなケースでは、まず騒音レベルの変化を時間軸で表示してみることが肝心です。フィールドの環境測定でも定番であったレベルレコーダがこれに当たります。余談ですが、この記録紙には視覚的一覧性があり、後解析可能な騒音を録音した記録とともにあると大変有用でした。

周波数軸での分析では、縦軸に音圧レベル横軸に周波数が定番です。時間的な情報を無次元化しても情報の損失が少ない場合、即ち、瞬時の音、時間変動が少ない定常的な音、また、一定の時間の平均値としての音の評価には有用な表現です。この周波数分析では、分析の目的や対象により、周波数の幅の粗さを変えて分析します。

環境騒音や工場騒音など比較的広帯域に及ぶ騒音で、その周波数特性が問題になる場合は、オクターブバンドで分析 [5] するのが一般的です。また、壁や床などの遮音性能の評価もオクターブまたは 1/3 オクターブバンド分析を用います。1/3 オクターブバンドの帯域幅は、上記の臨界帯域のバンド幅と近いことから、聴感的な評価とも整合すると考えられています。

機械の稼働音で狭い帯域の周波数に卓越した成分があるような場合や、構造共振による振動から発生する音を扱う場合には、周波数の情報をより細かく観察できる FFT 分析 [6] または 1/N オクターブバンド分析を行うのが一般的です。

図にも示しましたが、騒音レベルやオクターブ分析の場合、時間的に平均した結果で評価する指標として L_{eq} (等価音圧レベル)、 L_{Aeq} (等価騒音レベル) が広く使われています。これらの指標については、次回もう少し詳しく解説したいと思います。

定常音や変動の少ない音のように、時間的に平均することに適した信号に対し、非定常な過渡信号などは、時間的に平均することによりあまり意味を持たない場合もあります。このような場合は、時々刻々と変化する音圧レベル (または騒音レベル) の周波数特性を 3 次元の情報として表現する必要があります。この表現方法には大きくは 2 通りあり、図に示すように、レベル、周波数、時間の 3 軸を立体的に表示する方法と色を使用する方法です。通常、この種の解析は、時間間隔、軸や色の設定など自由度がある PC ベースのアプリケーション上で扱います。

音の評価には、A 特性のように人の感覚と相関が高く、かつ単純化したものが広く使われます。計測器の解析能力が向上すると、解析の次元が増えて情報量としては一見豊富に見えますが、計測の目的から乖離した複雑さは、抽出すべき情報を曇らせてしまう面もあります。複雑化した情報から、計測～解析～結果表示のプロセスの中で、本来の目的 (評価や検査) に合わせて評価量を単純化することが重要なポイントとなります。

----- 参考資料 -----

- [1] 弊社ホームページの「騒音計とは」 6. 騒音計の構造
http://www.onosokki.co.jp/HP-WK/c_support/newreport/noise/souon_3.htm)
- [2] 弊社ホームページの「騒音計とは」 7-2 騒音レベル <A-weighted Sound Pressure Level> (L_A)について
http://www.onosokki.co.jp/HP-WK/c_support/newreport/noise/souon_5.htm#mark2
- [3] 産業技術総合研究所ホームページ
http://www.aist.go.jp/aist_j/press_release/pr2003/pr20031022/pr20031022.html
- [4] 弊社ホームページの「音質評価とは」 5. ラウドネス計算の基となる考え方
http://www.onosokki.co.jp/HP-WK/c_support/newreport/soundquality/soundquality_2.htm
- [5] 弊社ホームページの「騒音計とは」 9.オクターブ分析(周波数分析)
http://www.onosokki.co.jp/HP-WK/c_support/newreport/noise/souon_8.htm#mark1
- [6] 弊社ホームページの「FFT アナライザについて」
http://www.onosokki.co.jp/HP-WK/c_support/newreport/analyzer/index.htm

以上

(KI)