

## 音環境の測定

### 1. 建築における音環境と騒音

#### 建築音響

- └— 騒音制御 = 「”望まれない”音をいかに防止するかを考える」
- └— 室内音響 = 「どのようにすれば良い音が響く室内空間が得られるかを考える」

騒音 = 「聞いた人が好ましくないと思う音」（物理的要素だけでなく、主観的・心理的な要因も関与している。）

- └— 外部騒音 = 「航空機、交通機関、工場、工事現場などのように建物外部から侵入してくる騒音」
- └— 内部騒音 = 「設備、工場の機械、人声など建物内部で発生する騒音」

#### 騒音の構成に着目した分類

- └— 総合騒音：ある場所におけるある時刻の総合的な騒音
- └— 特定騒音：総合騒音の中で音響的に明確に識別できる騒音で、騒音源が特定できることが多い
- └— 暗騒音：ある特定の騒音に着目したとき、それ以外のすべての騒音
- └— 残留騒音：ある場所におけるある時刻の総合騒音のうち、すべての特定騒音を除いた残りの騒音

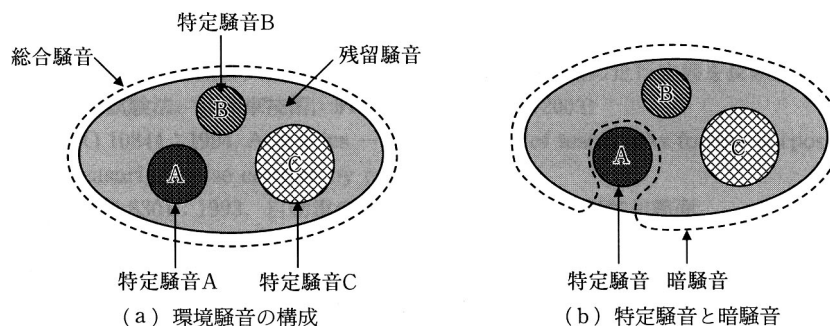


図 騒音の構成に着目した騒音の分類（出典：参考文献 [1]，p. 60）

#### 時間変動特性による騒音の分類

- └— 定常騒音：レベル変化が小さく、ほぼ一定とみなされる騒音
- └— 変動騒音：レベルが不規則かつ連続的にかなりの範囲にわたって変化する騒音

- └─ 間欠騒音：間欠的に発生し、1回の継続時間が数秒以上の騒音
- └─ 衝撃騒音：継続時間がきわめて短い騒音

注1) 音に関する基本事項は、教科書 pp. 172～173 と pp. 192～194 を参照。

注2) 「教科書」と「実験用教材」は、以下の本のこと。

**教科書**:『環境工学教科書 第二版』(環境工学教科書編集委員会編, 彰国社, 2000年8月, ¥3,500 + 税, ISBN: 4-395-00516-0)

**実験用教材**:『建築環境工学実験用教材 I 環境測定演習編』(日本建築学会編, 日本建築学会, 1982年3月, ¥1,800 + 税, ISBN: 4-8189-0150-4) (今回はコピーを配布)

## 2. 実験のポイント

### 1) 道路騒音の測定方法を学ぶ。

熊本県立大学前の国体道路の騒音は、どのように評価されるであろうか。日本赤十字病院と大学が隣接して建っているが、問題はないであろうか。

そのためには、何をどのように測定し、何を基準に評価すればよいのだろうか。

→測定計画は、各班の中で、もしくは班同士で相談して決める。

### 2) 室内騒音の測定方法を学ぶ。

室内騒音を測定するための室内として、例えば、熊本県立大学内の中央コンピューター室などのような室内(本学のキャンパス内)を取り上げる。その騒音は、どのように評価されるであろうか。どのような特徴があるであろうか。どのような周波数の騒音が強いであろうか。

どのような室内を対象にすればよいのであろうか。さらに、何をどのように測定し、何を基準に評価すればよいのだろうか。

→測定計画は、各班の中で、もしくは班同士で相談して決める。

→→許可が必要と思われる場所の測定を希望する場合は、事前に相談する。

→→余力がある班は、「遮音の測定」(実験用教材 pp. 112～119 を参照)もあわせて行くと、面白い結果がでるかもしれない。

### 3. 測定計画

以下のように測定を行う予定。16日が雨天の場合は、23日に順延の可能性あり。

10月09日（金） 1回目 測定概要の説明，機器の取扱いの説明

10月16日（金） 2回目 1時限目 国体道路の道路騒音の測定  
2時限目 中央コンピューター室などの室内騒音の測定  
持っている人は、関数電卓を持参のこと

10月23日（金） 3回目 補足説明とレポート作成 →レポートの締め切りは10月26日（月）

### 4. 道路交通騒音の測定

実験用教材 pp. 101～103 を参照。

- 1) 較正（校正）は，電気信号による較正（校正）（配付資料の15ページ（出典：参考文献[2]，p.24）を参照。）を行う。
  - 2) 測定方法は，騒音計直読による方法（実験用教材 p.101 の4.1.1の〔方法-1〕を参照。）とする。50回のサンプリングを行う。読み上げる声で，測定値が変わるので，素早く読み上げる。なお，測定の際には，レベルレンジを設定する必要がある（配付資料の16ページ（出典：参考文献[2]，p.43）を参照。）。
  - 3) 50%時間率騒音レベル  $L_{50}$  を計算する（実験用教材 p.98 の表4.1.3を参照。）。
  - 4) 等価騒音レベル  $L_{eq}$  を計算する（実験用教材 p.97 の(4.1.9)式，もしくは教科書 p.193 の(9.2)式を参照）。
  - 5) 等価騒音レベル  $L_{eq}$  の評価には，教科書 p.194 の表9-3を用いる。
- $L_{50}$  は昔から利用されてきたが，過小評価の傾向があり，人間の感覚と合わない場合が多かったため，現在では  $L_{eq}$  の方が多く用いられる。

#### 【レポート作成の際のヒント】

- ・等価騒音レベルと50%時間率騒音レベルは，それぞれどのような意味を持っているのだろうか？両者にはどのような違いがあるのであろうか？

## 5. 室内騒音の測定

実験用教材 p. 103 を参照。

- 1) プログラムカードをロードする（配付資料の 17 ページ（出典：参考文献 [2], pp. 112～114）を参照。）。
- 2) 較正（校正）は、電気信号による較正（校正）（配付資料の 15 ページ（出典：参考文献 [2], p. 24）を参照。）を行う。
- 3) 音圧レベルと周波数分析は平坦特性（A/C/FLAT キーで、FLAT に設定。）、メータ動特性は Fast とする。
- 4) 1/1oct バンドフィルターを用いて、16, 31.5, 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000Hz の各バンドの音圧レベルを測定する（配付資料の 18 ページ（出典：参考文献 [2], p. 34, p. 116）と 19 ページの 4～7（出典：参考文献 [3], p. 14）を参照。）。  
また、騒音レベル（A特性）、音圧レベル（平坦特性）もあわせて測定する。プログラムカードを装着している場合は、1/1oct バンドフィルターを、AP（オールパス）に設定し、なおかつ、A/C/FLAT キーで、A特性（ $L_A$ ）もしくは、平坦特性（ $L_p$ ）を選択すればよい。
- 5) 測定方法は、道路交通騒音の測定と同様に、騒音計直読による方法とする。ただし、各バンドで、5秒おきの10回のサンプリングを行う。読み上げる声で、測定値が変わるので、素早く読み上げる。なお、測定の際には、レベルレンジを設定する必要がある（配付資料の 16 ページ（出典：参考文献 [2], p. 43）を参照。）。
- 6) 測定結果を NC 曲線上にプロットする（教科書 p. 194 の図 9-5 と 19 ページの表-1.2.6（出典：参考文献 [4], p. 46）を参照。）。NC 曲線の使い方は、実験用教材 p. 98 の図 4.1.4 を参照。
- 7) 教科書 p. 194 の表 9-2 などを用いて、評価を行う。

### 補足 1)

- ・周波数補正回路（配布資料の 20 ページ（出典：参考文献 [5], p. 9）を参照。）  
A 特性 → 人間の聴覚にあわせて、低周波を受け入れる能力が低くなるよう補正  
C 特性 → 各周波数が物理的にほぼ等しい感度で受音されるように補正  
平坦特性 → 周波数特性が平坦

### 補足 2)

- ・楽器の音域や話し声の周波数については、配布資料の 21 ページを参照。

### 補足 3)

- ・より詳細な測定方法については、文献 [1] を参照。
- ・もしくは、環境省のホームページに掲載されている『騒音に係る環境基準の評価マニュアル』を参照（参考 URL [2]）。

▽騒音計の較正（校正）

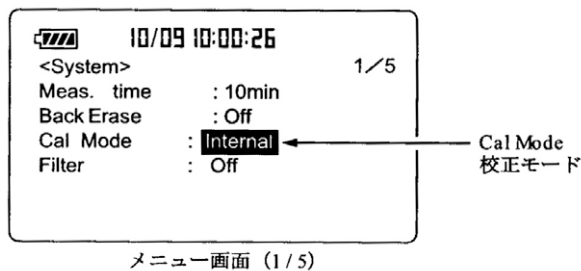
校正

測定を始める前に騒音計を校正します。電気信号による校正とピストンホン（音響校正器）による校正の2種類があります。

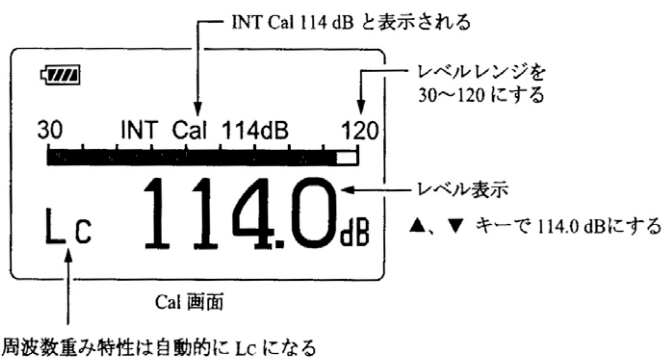
電気信号による校正

本器は内蔵発振器（1 kHz、正弦波）による校正を行います。

1. Power キーを On にします。
2. Level Range キーでレベルレンジを 30～120 dB にします。
3. Menu キーを押してメニュー画面（1/5）にします。  
 Cal Mode が Internal である事を確認します。  
 External と表示されていた時は、▲または▼キーで [External] にカーソルを合わせて、◀または▶キーで [Internal] にしてください。



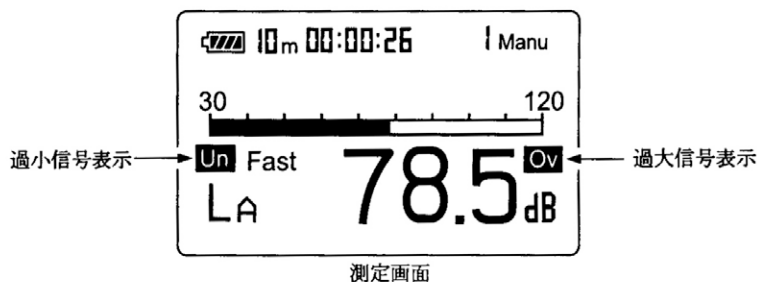
4. 再度 Menu キーを押してメニュー画面から抜けます。
5. Cal キーを押します。下図のように表示されます。  
 レベルレンジが 30～120 dB 以外の時は 114 dB の表示がレベルレンジの目盛上限値－6 dB の数値で点滅表示します。



6. レベル表示を [Cal adj] キー▲または▼でレベル表示の値（114.0 dB）にします。  
 測定条件は強制的に周波数補正回路がCになりますが、再度 Cal キーを押せば元の条件に戻ります。

▽騒音計のレベルレンジの設定

2. A/C/FLATキーで周波数重み特性を設定します。通常騒音レベルを測定するときはA特性にします。  
 表示を $L_p$ （平たん特性）にするとNL-21は20 Hz～8 kHz、NL-31は20 Hz～12.5 kHzまで周波数特性が平たんな音圧が測定できます。  
 表示を $L_C$ にすると31.5 Hz～8 kHzまで周波数特性が平たんな音圧レベルが測定できます
3. Fast/Slowキーで時間重み特性（動特性）を設定します。  
 通常Fastにします。
4. JIS等の規格に従って測定する場合は、その規格に従って、周波数重み特性、時間重み特性を設定します。
5. Level Rangeキーでレベルレンジを設定します。バーグラフの表示が中央付近を指示するよう設定してください。  
 「Ov」(Over) または 「Un」(Under) がたびたび表示されるようであればレベルレンジを設定し直してください。



Level Range キー ▲、▼

測定する際のレベルレンジを設定します。

レンジは次の6段を設定できます。

20～80、20～90、20～100、20～110、30～120、40～130

フィルター動作時は、10～70、20～80、30～90、40～100、50～110、60～120、

70～130の7段階動作となります。

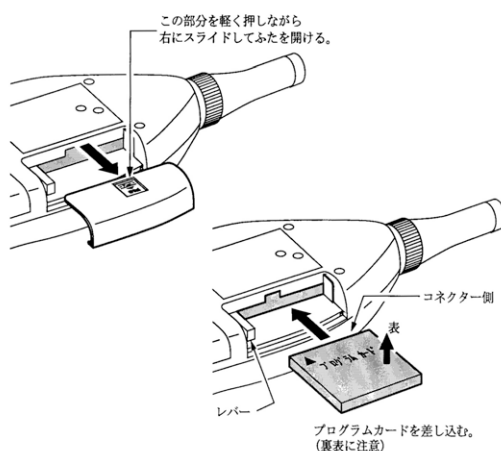
## ▽騒音計へのプログラムカードのロード

### プログラムカード

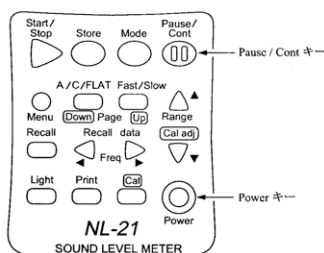
プログラムカードは1/1、1/3オクターブフィルターまたはユニバーサルフィルタープログラムを書き込んだCFカード（コンパクトフラッシュカード）で、騒音計にこのプログラムカード内のソフトをロードすることによりその機能が使用できるようになります。  
このプログラムカードは一枚で複数の騒音計に同時使用できないプロテクト機能を組み込んであります。  
なお、騒音計にロードできるのは1種類のプログラムカードのみです。

### プログラムカードのロード方法

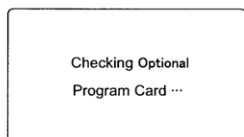
**重要**  
ロードする前に電源が切れている事を確認してください。



1. カードスロットのふたを開けて、プログラムカードを装着します。



2. Pause / Cont キーを押しながら Power キーを押して電源を入れます。  
3. カードチェック及びロード中は下図のように表示されます。



4. 正常にプログラムがロード／アンロードすると下記の画面が表示されます。

- 1/1、1/3 オクターブフィルターがロードした（騒音計に組み込まれた）。

\*1/1&1/3 oct. filter program has loaded. Push anykey\*

- 1/1、1/3 オクターブフィルターがアンロードした（騒音計から外された）。

\*1/1&1/3 oct. filter program has unloaded. Push anykey\*

5. カードを取り出す時はレバーを押し込んでください。

**ノート**

このプログラムカードは1回ロードが終了すると自動的にプロテクトがかかって、ロードした騒音計からアンロードしない限り他の騒音計にロードできないようになっています。

**重要**

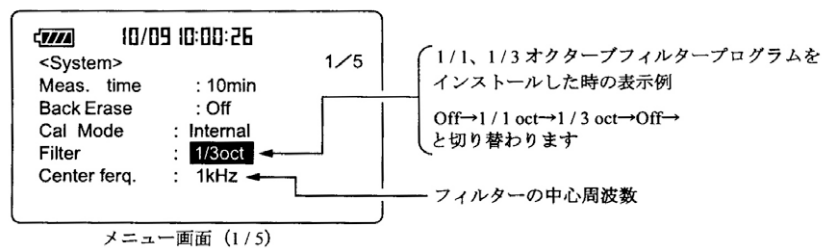
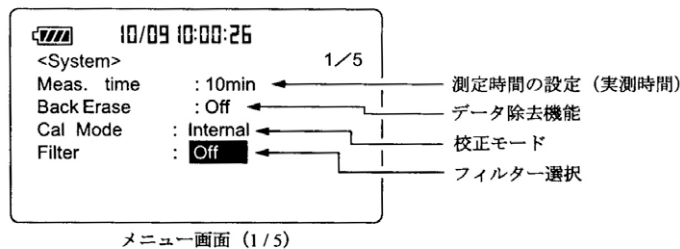
Checking Optional Program cardと表示されている間は絶対にカードを抜かないでください。故障の原因となります。

## ▽オクターブフィルターを用いた音圧レベルの測定

フィルタープログラム（別売）がインストールされている時

### Filter On / Off（フィルター On / Off）

Onにするとインストールされているフィルターにより下図のように表示されます。



フィルターの中心周波数は測定画面の◀、▶キーでも変更できます。

### 1/1、1/3 オクターブフィルタープログラムカードNX-21S

フィルター動作時のリニアリティレンジは65 dBとなります。

適用規格 IEC 61260:1995 Class 1

1/1 オクターブフィルター（IEC 対応）

計量法普通騒音計NL-21に装着時 16 Hz～8 kHz

計量法精密騒音計NL-31に装着時 16 Hz～8 kHz

1/3 オクターブフィルター（IEC 対応）

計量法普通騒音計NL-21に装着時 12.5 Hz～10 kHz

計量法精密騒音計NL-31に装着時 12.5 Hz～16 kHz

メニュー画面（1/5）でFilterの項目を選択し、1/1 octもしくは1/3 octを表示させます。

周波数キーで中心周波数を切り替えます。

◀キーで中心周波数が低いほうに1バンドシフトします。

▶キーで中心周波数が高いほうに1バンドシフトします。

メニュー画面（1/5）でも中心周波数を切り替える事ができます。

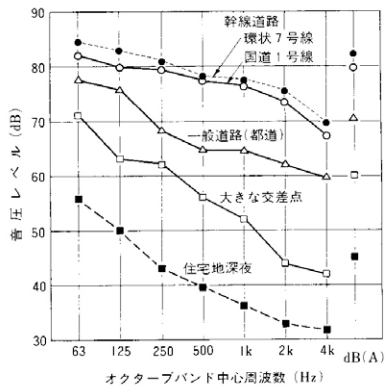
1/1 oct バンドフィルター

AP（オールパス）⇔ 16 Hz ⇔ 31.5 Hz ⇔ 63 Hz ⇔ 125 Hz ⇔ 250 Hz

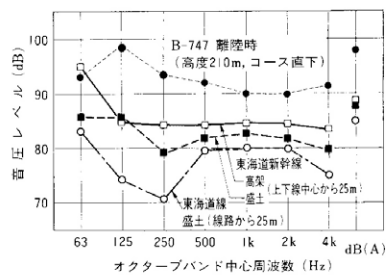
⇔ 500 Hz ⇔ 1 kHz ⇔ 2 kHz ⇔ 4 kHz ⇔ 8 kHz ⇔ AP（オールパス）



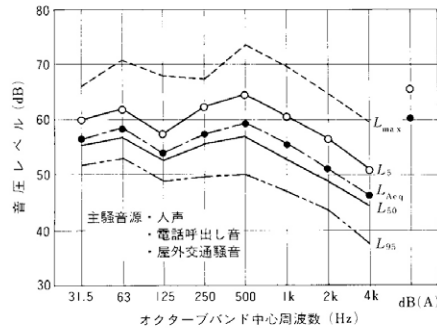
▽いろいろな騒音のオクターブバンドによる音圧の違い



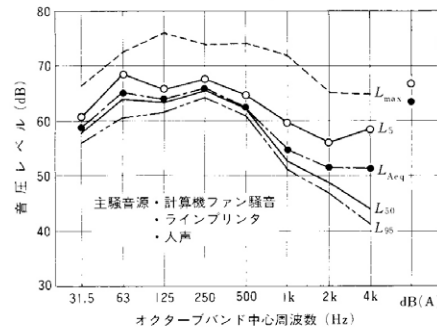
4 道路交通騒音の実例(測定:東大生研)



5 鉄道・航空機騒音の実例\*1



6 室内騒音の実例1(営業オフィス)  
(測定:清水建設技研)



7 室内騒音の実例2(計算機室)  
(測定:大成建設技研)

▽各種室に対するNCの推奨許容値

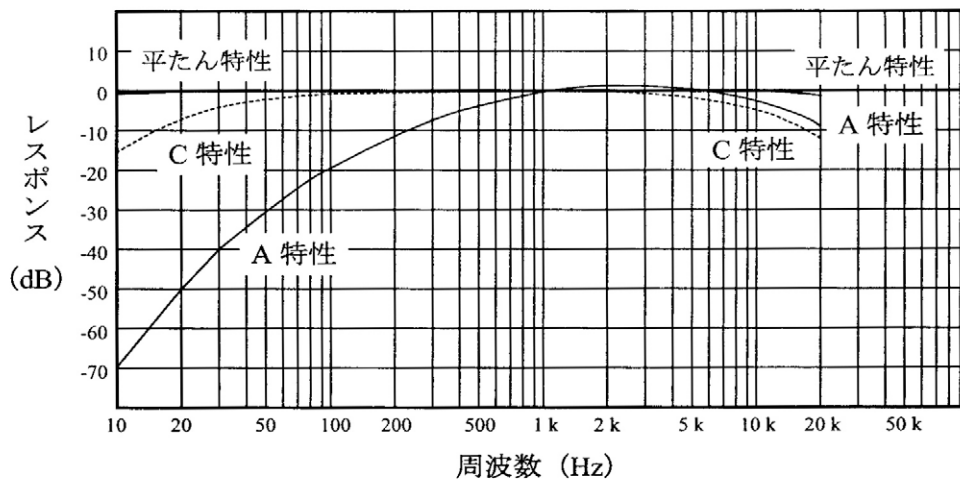
表-1.2.6 各種室に対するNCの推奨許容値 (Beranek)

室の種類	NC値
放送スタジオ	NC 15~20
音楽堂	NC 15~20
劇場(500席, 拡声装置なし)	NC 20~25
音楽室	NC 25
教室(拡声装置なし)	NC 25
テレビスタジオ	NC 25
アパート, ホテル	NC 25~30
会議場(拡声装置付)	NC 25~30
家庭(寝室)	NC 25~30
映画館	NC 30
病院	NC 30
教会	NC 30
裁判所	NC 30
図書館	NC 30
料理店	NC 45
運動競技場(拡声装置付)	NC 50

▽周波数補正回路

# 周波数補正回路

騒音計の周波数に対する重み付けの特性はA、C及び平たんの周波数補正回路により実現されています。周波数補正回路の電気特性は下図のようになります。



周波数補正回路の特性

音の大きさの感覚量は音圧レベルだけでは定まりません。例えば、同じ音圧レベルの音でも低音域と高音域では感覚的な音の大きさに差があります。A特性で測定した値は音の大きさの感覚に比較的近いことがわかっており、騒音等の評価(騒音レベルの測定)には日本だけでなく国際的にもA特性が使われています。

平たん特性は周波数特性が平たんなので、音圧レベルの測定や騒音計の出力を周波数分析する場合などに利用します。

C特性もほぼ平たんな特性ですが、平たん特性と比べると31.5 Hz以下の低い周波数成分と8 kHz以上の高い周波数成分の影響を小さくした測定ができます。そこで、不要な低い周波数成分や高い周波数成分の多い音の音圧レベルの測定にはC特性を使用します。

▽いろいろな音の周波数

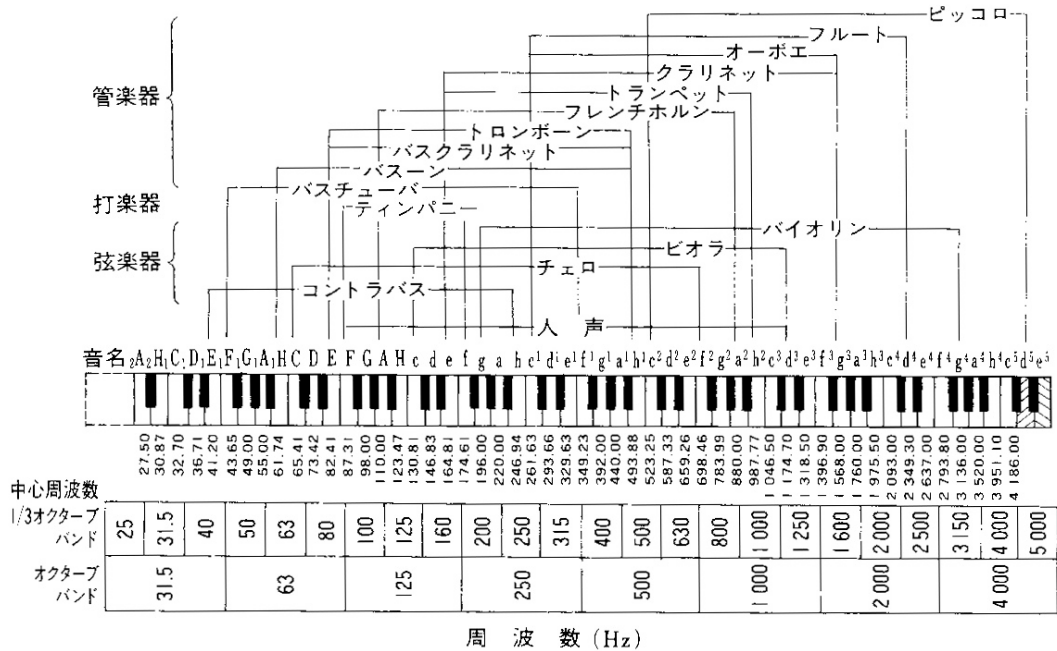


図 楽器の音域とオクターブ, 1/3 オクターブバンド (出典: 参考文献 [3], p. 6)

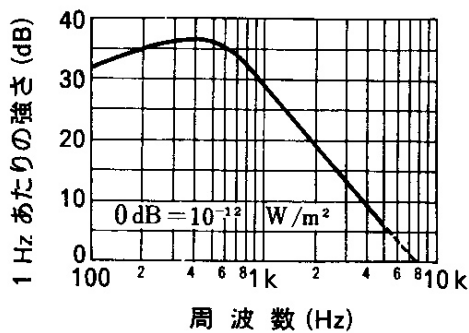


図 話声の長時間平均スペクトル (出典: 参考文献 [6], p. 21)

## 6. 参考文献（〔〕内は、熊本県立大学附属図書館所蔵情報）

- [1] 『音響テクノロジーシリーズ8 環境騒音・建築音響の測定』（日本音響学会編，橘秀樹・矢野博夫共著，コロナ社，2004年3月，¥3,000+税，ISBN：4-339-01108-8）〔開架2，501.22||Ta 13，0000291590〕
- [2] 『NL21 普通騒音計 NL-31 精密騒音計 取扱説明書 操作編』（リオン株式会社，2001年3月，非売品）〔所蔵なし〕
- [3] 『建築環境工学用教材 環境編』（日本建築学会編，日本建築学会（丸善），1995年2月，¥1,845+税，ISBN：4-8189-0442-2）〔開架2，525.1||N 77，0000236338〕
- [4] 『騒音・振動対策ハンドブック』（日本音響材料協会編，技報堂出版，1982年1月，¥18,000+税，ISBN：4-7655-2353-5）〔参考2，519.6||So 48，0000249682〕
- [5] 『NL21 普通騒音計 NL-31 精密騒音計 取扱説明書 技術解説編』（リオン株式会社，2001年3月，非売品）〔所蔵なし〕
- [6] 『建築・環境音響学（第2版）』（前川純一・森本正之・阪上公博，共立出版社，2000年9月，¥3,500+税，ISBN：4-320-07655-9）〔開架2，524.96||Ma 27，0000248125〕

## 7. 参考 URL

- [1] 講義資料のダウンロード  
<http://www.pu-kumamoto.ac.jp/~m-tsuji/kougi.html/jikkenn.html/kyojikkenn.html>
- [2] 『騒音に係る環境基準の評価マニュアル』（環境省環境管理局のホームページより）  
<http://www.env.go.jp/air/noise/manual/index.html>

質問・レポートの提出先は、

辻原（環境共生学部西棟（環境共生学部旧棟）4階南西角）まで

（電話：096-321-6706，または383-2929（内線492），E-mail：m-tsuji@pu-kumamoto.ac.jp）

もしくは、

安浪（環境共生学部棟旧棟（生活科学部棟）4階南側中央付近／3階南西角・細井研究室）まで

（電話：096-383-2929（内線482），E-mail：yasunami@pu-kumamoto.ac.jp）