

# 中島さんからの宿題

随筆「音のゆらぎ」を題材に

NHラボ(株)

茶谷郁夫

2023年12月08日

2009年OHM社に中島さんが寄稿された随筆「音のゆらぎ」を取り上げて、本音の部分を拾い出し、解決されたかった点を「中島さんからの宿題」として考えてみる。  
 今回のセミナーでは随筆7～12を取り上げた。

## 随筆集「音のゆらぎ」タイトル

	タイトル	読み取れる課題
1	生の音と作った音	よい音の追及のためには客観的な評価量が必要
2	良い響き	音場ひずみの除去
3	良い音場	‘球面波音場’を作ること 卵スピーカの誕生
4	良い音	信号の流れを阻害する要因を取り除く コンテンツ、再生音場、再生環境
5	デジタルとゆらぎ	オーディオ全般を見てデジタルだけで処理できない範囲がある
6	音楽を聴くか、音を聴くか	物理量を測り、物を作り、音を聴き、音楽を聴いて判断する
7	静けさの勧め	エージング後、聴感はその部位で、どうして、どのように変化するのか
8	スピーカのひずみ	望ましい仕様と現実技術との差がスピーカのひずみ
9	焦るなよ	マイクロホンをどの様に評価すべきか
10	聴こえの分岐点	20KHz付近を境に音源・聴覚の性格や音の感じ方が異なるのはなぜか？
11	体調から体力へ	今までとは違う、健康を自分で守る管理システム
12	快適性とゆらぎ	ゆらぎの物理量と快適、不快の感覚量の因果関係を定量化したい

# 随筆その7 「静けさのすすめ」

普段、都会の騒音の中で暮らし、自然との対話をおろそかにしていると、聴覚にとって、いかに騒音の存在が大きいか思い知らされる。いずれにしても、楽音と騒音の対比から生じる感性の世界を垣間見ることが第一歩である

聴覚系のアンチエイジング 良い演奏を聴けばアンチエイジング(若返り)(良いエイジング)

騒音を聴けばエイジング(老化)(劣化)

ここで言う騒音は聴こえない振動、磁界、電界、気流などの雑音源を含む

楽器や機器のエイジング(物の場合は 醸成)。使いこなす、良い音でエイジングする。  
ただ、使い込みすぎると劣化。

# 随筆その7 「静けさのすすめ」

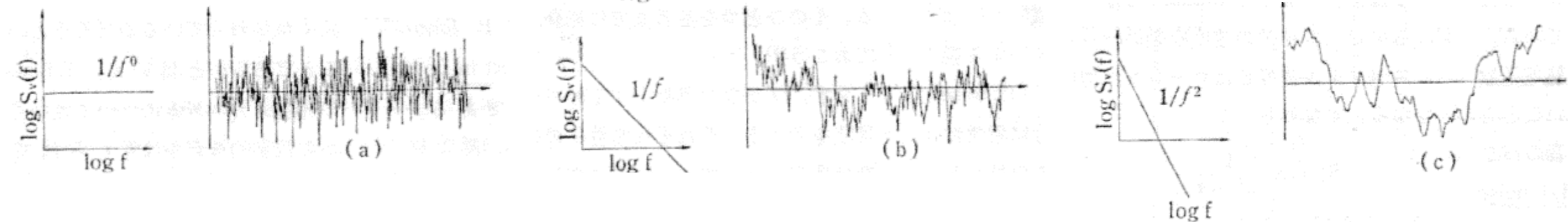
快適性 楽音及び騒音源群から抽出される信号のパワースペクトラムは、それぞれ $1/f$ 、 $1/f^0$ の間でスペクトルの0.1Hz以下の周波数域の形が快適、不快適に対応するようである。

騒音源群は、人の感性や聴覚を阻害する。

**良い**人の感性や聴覚は、長命を狙う日本としては良い人間性の熟成に必須である  
そのためには、情報としての音楽だけでなく、ハイファイでの音楽再現も必要

$1/f^\alpha$  の冪乗数  $\alpha$  は 0~1~2のように変化する。  
それぞれの乗数での代表的な波形を示す

「ゆらぎ・快適性そして音楽」 佐治晴夫 JASジャーナル 91年3月



# 随筆その7 「静けさのすすめ」

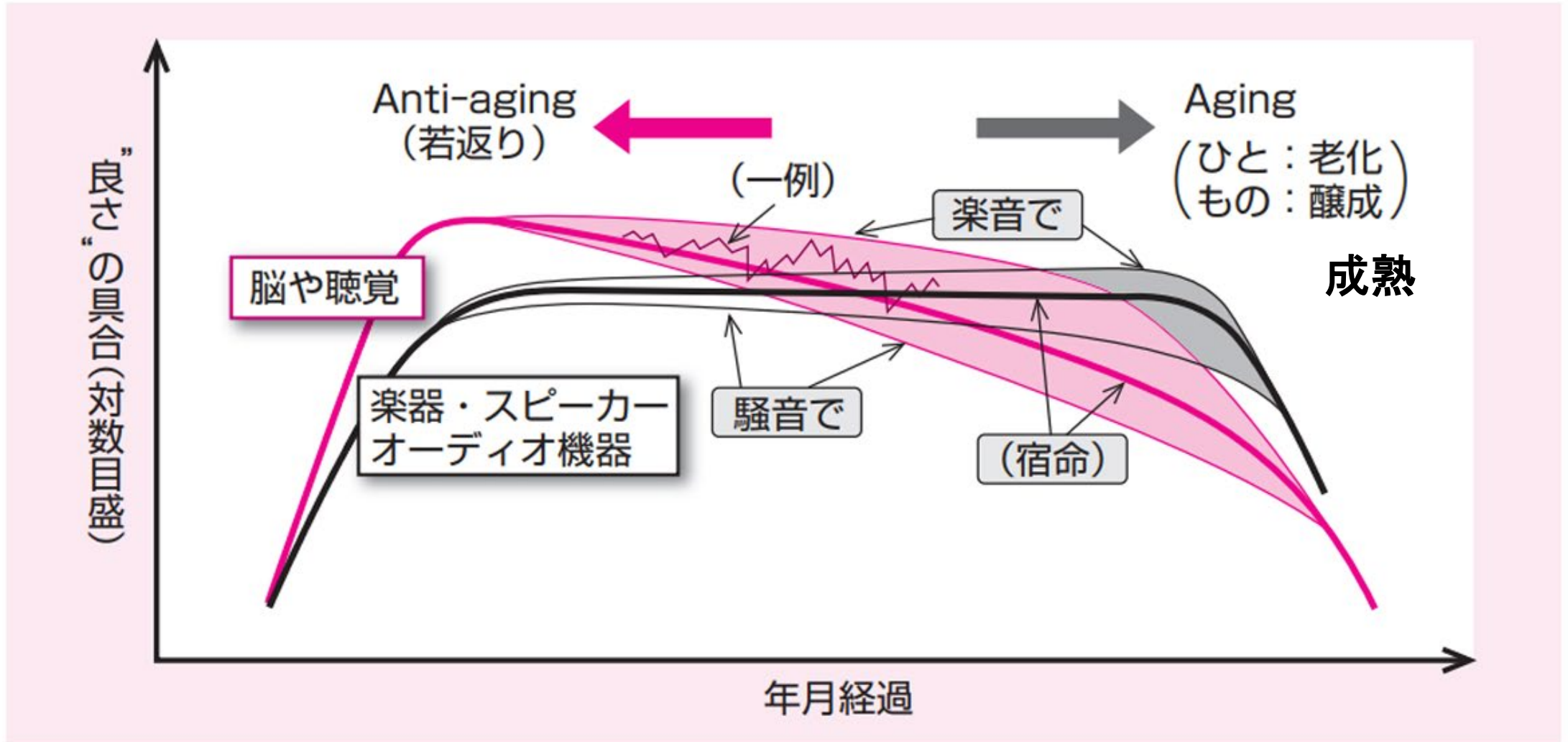


図1 人や物の音人生 (概念図)

# 随筆その8 「スピーカのひずみ」

**電機振動系：** 駆動力、抵抗増加による駆動力の減少

**機械振動系：** 振動板の分割振動、ダンパーやエッジのステイフネス変化、固定端が動いてしまう

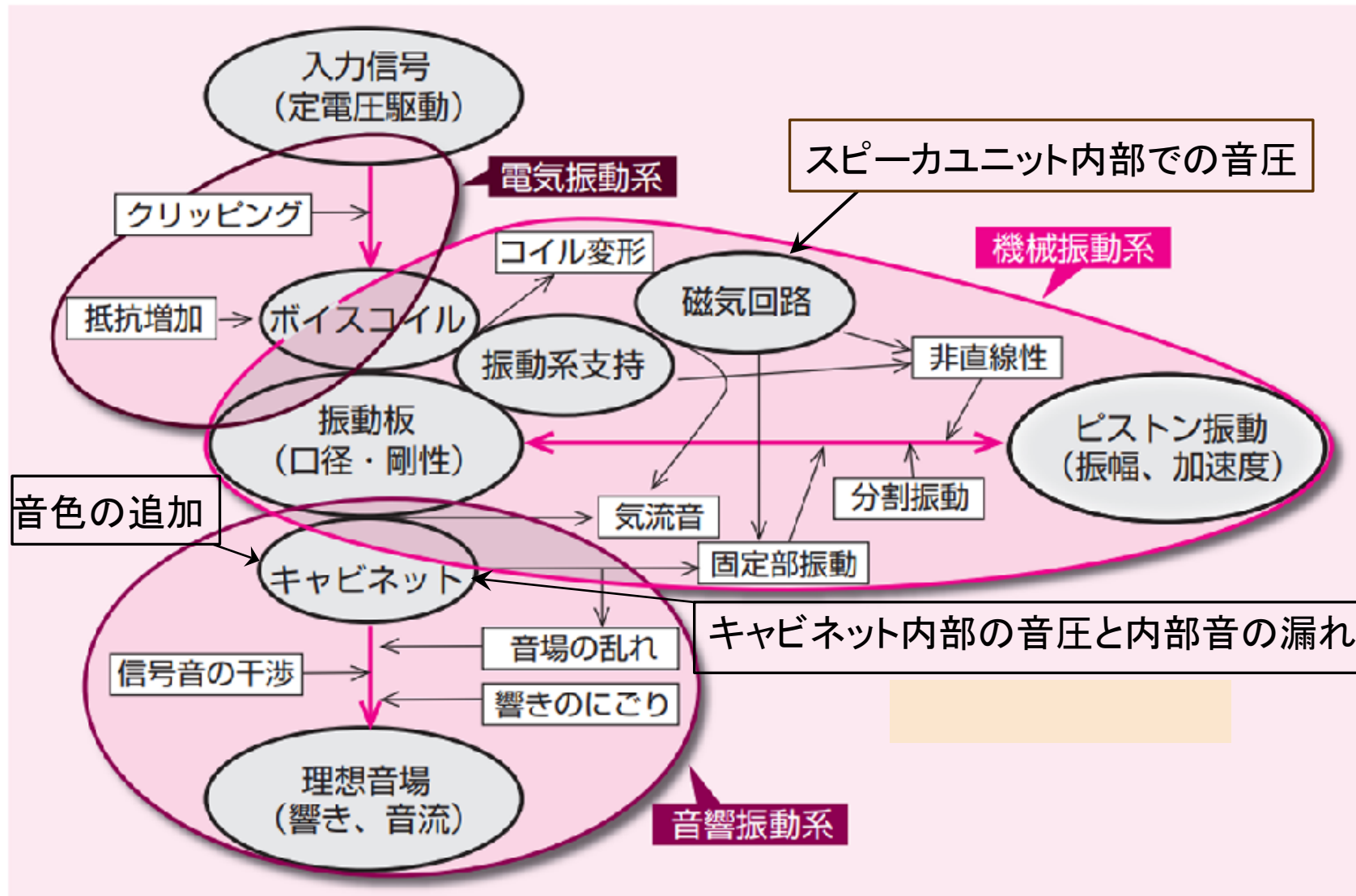
**固定端の重量増加、制振、温度低下が有効**

**音響振動系：** くぼみ効果や回折効果による到達時間差と方向性変化による音場の乱れ  
キャビネットの共振、板振動による共鳴音の時間と周波数特性の乱れ  
時間遅れを伴う音は部屋の音響特性と関連して、響きが濁る  
高低二つの信号音放射されると混変調歪やドップラー歪や指向性歪となる

マルチウェイで高低の信号が違うところからでると音場が乱れる しかし優れた音質が得られる  
キャビネット内部の音が漏れてくると音を濁し、音色に癖を生じる

**望ましい仕様：** リニアリティー、鋭い立ち上がり、低い混変調歪、広い指向性

# 随筆その8 「スピーカのひずみ」



# 随筆その8 「スピーカのひずみ」

信号音に依存することが原因である歪の定量化の方法が確立していない  
変調歪の量が高低二つの純音ではなく、それぞれの複合音で行うのが適切かもしれない

信号音の急激な時間変化を考慮した歪の分析、帯域と時間変化(立ち上がり時間)とのトレードオフ等

時間に対する対策が不十分？

小レベルの信号に対する支持系の非直線性や振動系と磁気回路やキャビネット間の細隙で発生する気流音

聞こえないノイズを加えると、小振幅での動きが良くなるのではないか？

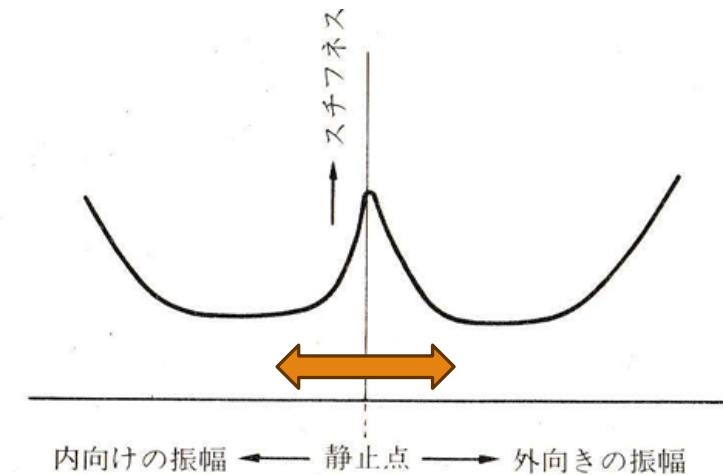


図 5・3 振動板支持系の非直線性の一例



# 随筆その9 「焦るなよ」

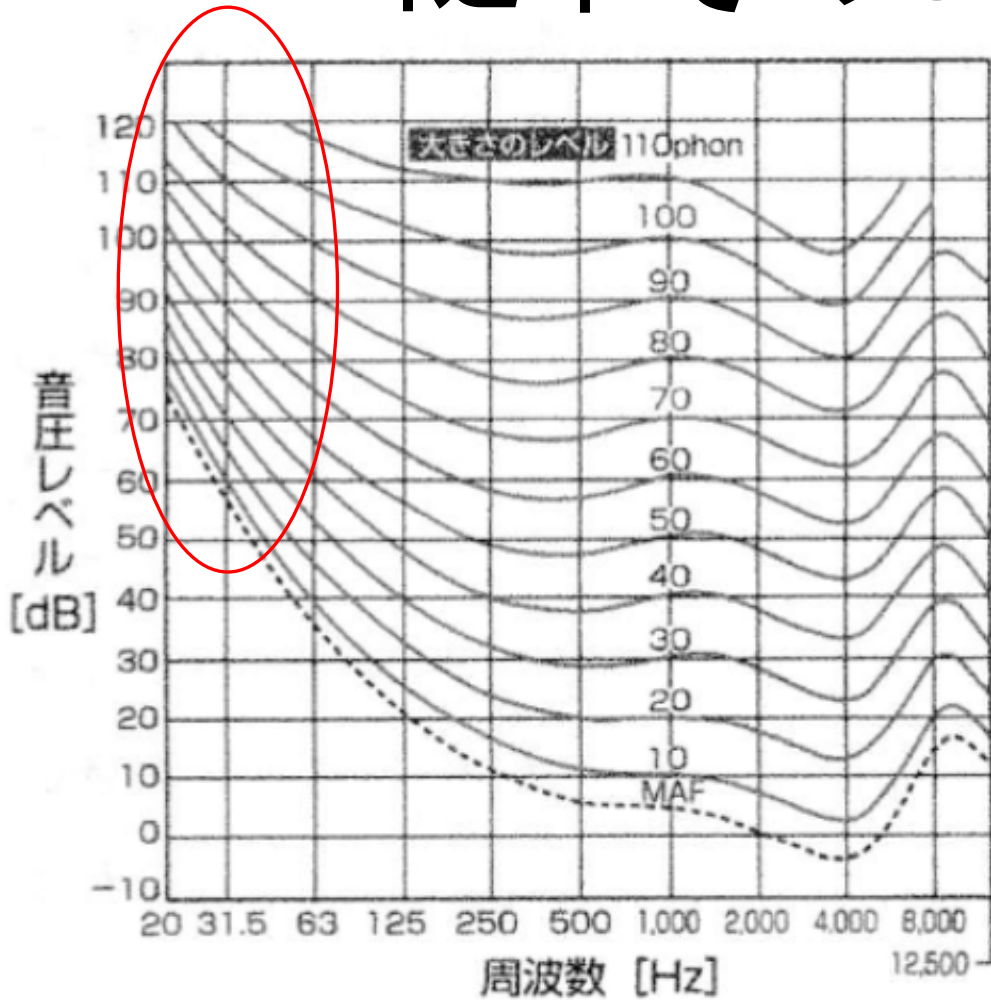
新作マイクの評価を迫った時、そんなに焦るなよ。 使い込んでみなくっちゃ  
マイクは入力は楽音の波形そのもの、出力は電気信号

人に関連する音楽音や聴覚が直接関与するぶん試行錯誤が必要？

マイクの性能を直接見ることはできない。  
再生音を聴いている分どこが原因かわかりにくい

マイクのレベルと聴覚は非線形で、周波数やレベルで感覚とずれが有る。  
騒音の中にある楽音は聴き分けられるが、マイクでは分離不能  
カクテルパーティー効果等

# 随筆その9 「焦るなよ」



1, マイクの信号レベルと聴覚で感じる音の大きさはかなりの違いが有る

特に低域のレベルの違いは聴感上大きな印象の違いとなる

2, このカーブは1kHzの純音に対する感度を記したもので、かなりつらいテストである。

聞きたくない音での感度 聞きたくない音は感度を下げる？  
他の音と関連する音で有ればもっと感度が上がる？

3, 「B.C.J.ムーアの聴覚心理学概論」の両耳ビートにあるように、可聴限界はもっと下になる場合が有る？

例えば、出張時にホテルでTVを見ているようなとき、隣室でおなじ番組を見ていると、今まで聞こえていない音が聞こえてくる。変な時間差とビートの取れた音で感度が上がって感じる。

耳は鼓膜張筋という筋肉で内耳に届く振動の大きさを調節している。鼓膜張筋の作用も、音の大きさだけでコントロールされているのではなく、音の情報が大切かどうかによっても決まる。

(吉田たかよし 世界は「ゆらぎ」でできている より)

図1 等感曲線

# 随筆その10 「聴こえの分岐点」

1982年当時、CDの開発にあたって、専門家にも参加してもらい聴取試験を行った。  
大多数の人は、20kHz以上の帯域を切っても音楽性を損なうことはない結論を出した。

デジタルオーディオは再生帯域の上限とダイナミックレンジをどこかで割り切る必要がある  
ディスクとハードの量産性と経済性を勘案し、かなり高度なレベルに企画を設定した。

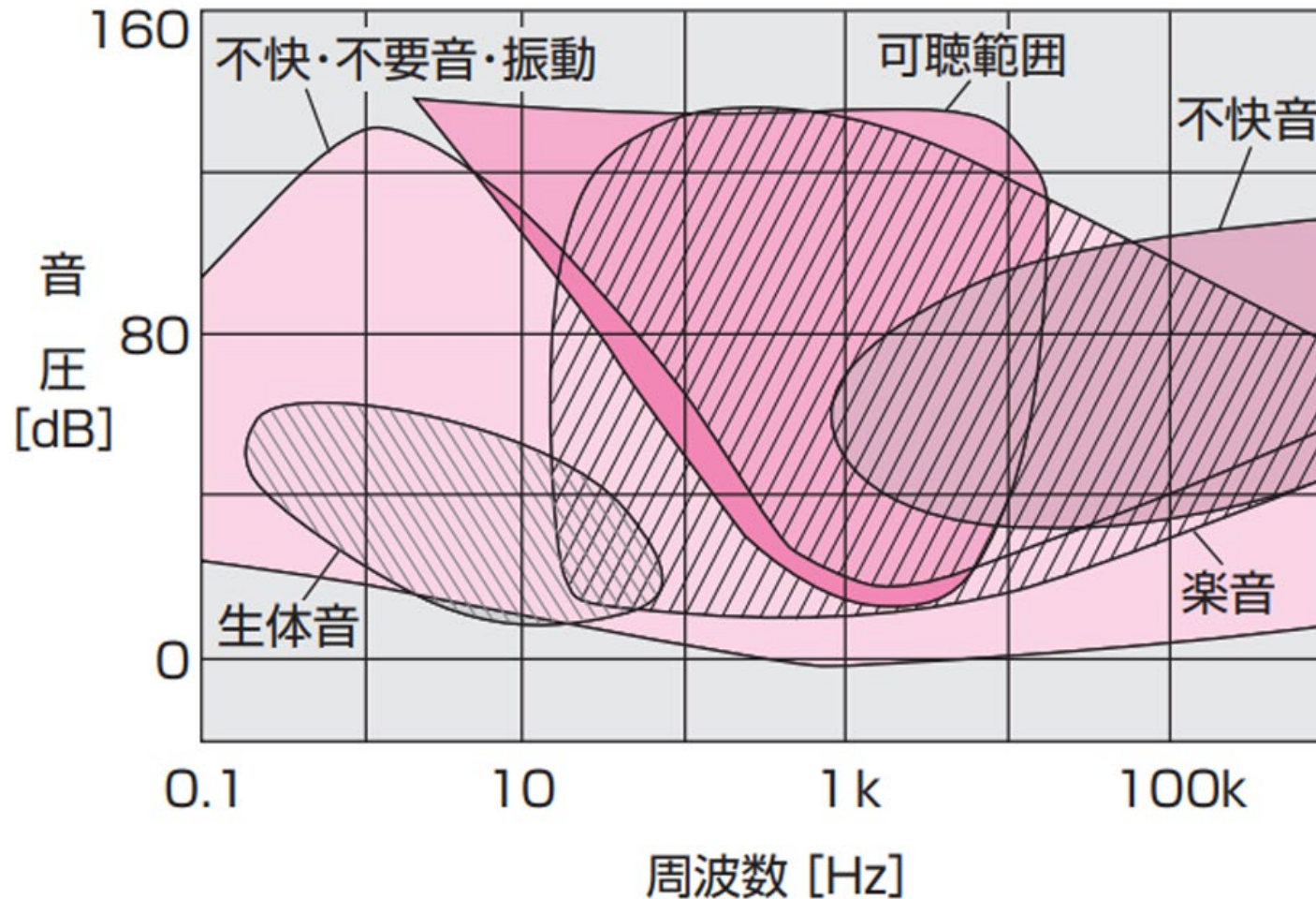
設定を変更することは、当面必要ないと思っている

次の高音質化のために

音楽の真髄は速い時間変化の非定常音なので、高音質化のためには必要かもしれない  
もともと20kHz付近を境に音源、聴覚の性格や音の感じ方が異なっている  
それが音の制作や再生に、ひいては次のオーディオシステムの展開にどうかかわるかを解明する必要がある  
感じていた。

# 随筆その10 「聴こえの分岐点」

## 人にかかわる音と振動の分布



# 随筆その11 「体調から体力へ」

公園内の散策コースを1周するのに要した時間を計測しグラフ化した  
毎日の所要時間の長短が、体調の良否につながると仮定してみる  
平均値を連ねた線が、体力の低下を表し、**宿命線**に相当するよう見える

「健康を自分で守る管理システム」を研究課題に取り上げるとき、歩行時間の測定、体内音の測定 他が  
考えられる。

個人レベルの研究としてのテーマやパラメータの設定？

歩行スピードの変化

心拍数、呼吸数の変化 例えば 100回縄跳びの後で

記憶力テストの成績変化

計算スピードの変化

読書スピードの変化

その他

体力、知力、忍耐力、人間力、？

# 随筆その11 「体調から体力へ」

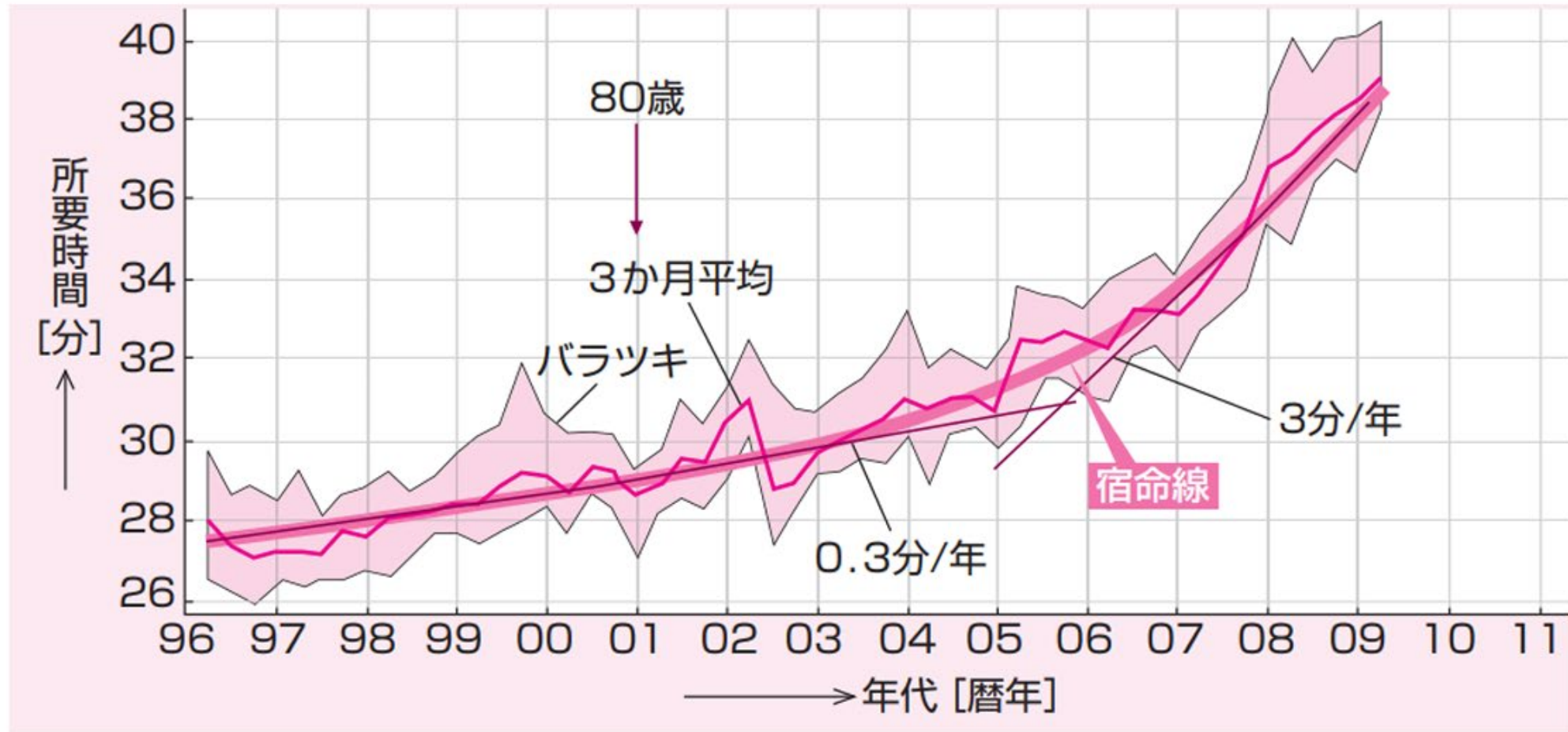


図 ウォーキング公園1周所要時間（春夏秋冬3か月の平均と最大最小値）

# 随筆その12 「快適性とゆらぎ」

体内音は、脳波、心拍、呼吸、体動などいずれも自然数に近い $1/f$  近傍で揺らいでいる

体調によって変化し、その良否によって $10^{-1}\text{Hz}$ 以下で顕著に変化する？

良い体調の時は $1/f$ 、不調の時は $1/f^0$ に近いゆらぎになっている？

自然音のゆらぎは常時音や体内振動系に伝えられ、永い間、その環境に馴染んで育ってきた。

人類は、自然のリズムにマッチした中で安らいで生きてきた。

したがって、体内音が自然音と同じ $1/f$  近傍にあり、それが快適性に対応していると考えられる。

# 随筆その12 「快適性とゆらぎ」

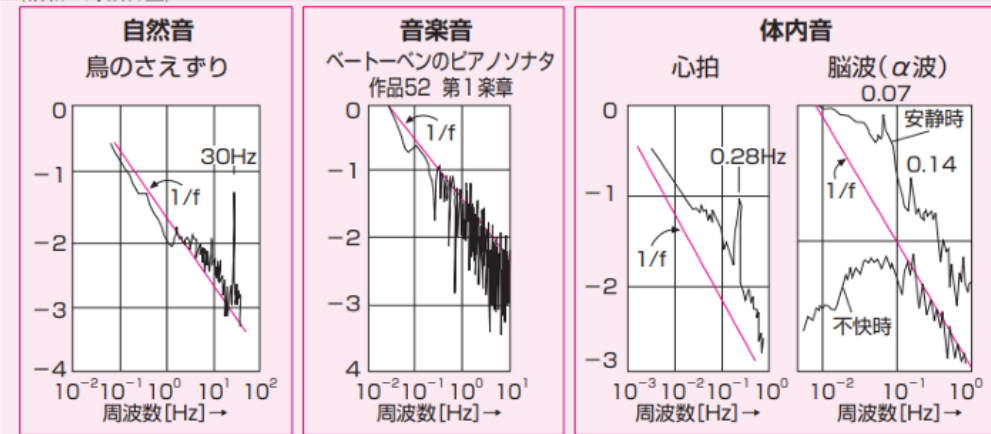


図1 各種音源のパワースペクトルの一例

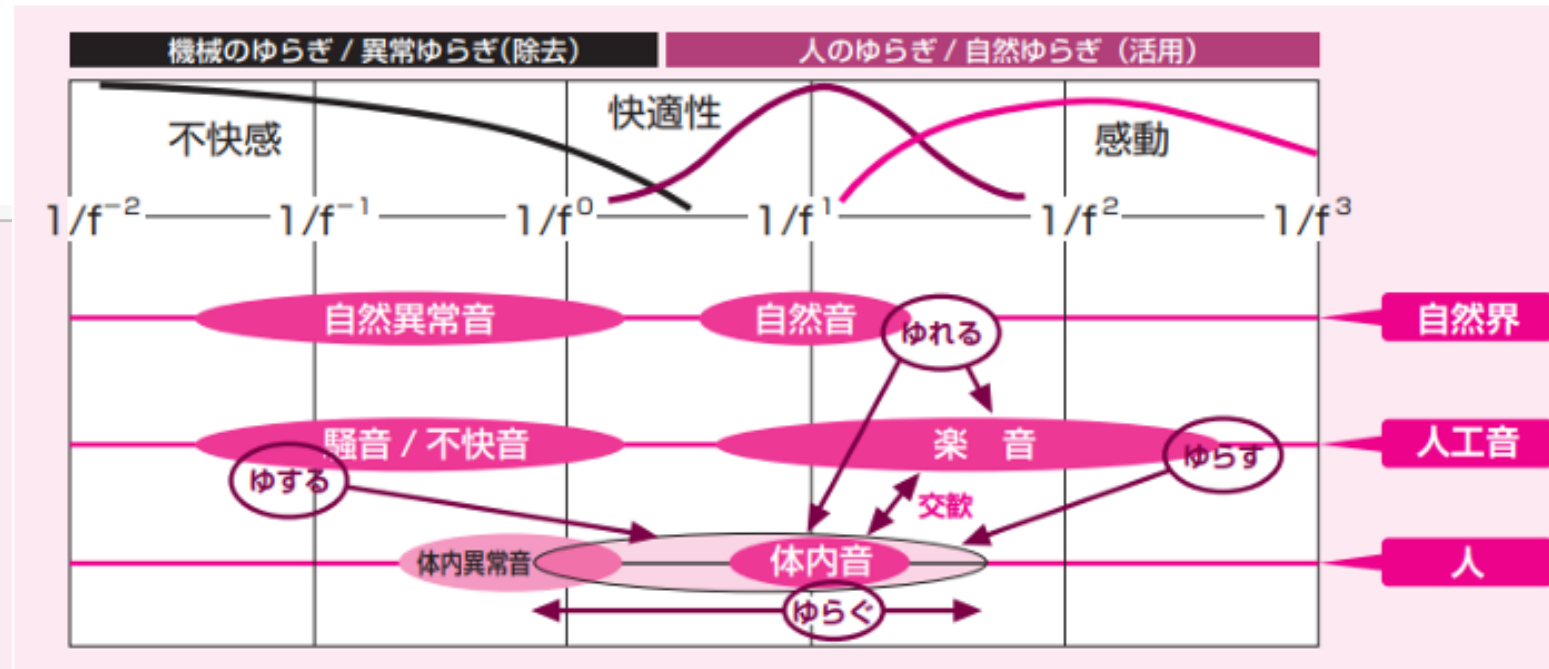


図2 ゆらぎの概念



# 「音のゆらぎ」から投げかけられた宿題

- 1, 良い音の追求のためには客観的な評価量が必要である。  
音の違いを実感する物差しは何か？  
人の感覚と結び付けたモデルが必要
- 2, 多くの人が受ける音の印象はほぼ同じなので、  
適当な感覚尺度が設定できるのでは？
- 3, 生の音と再生音が互いに競い合って、味わいのある音になるよう生録会はどうか？
- 4, 感動や迫力に直結する体内音のゆらぎを尺度(評価量)としたい
- 5, 試聴環境での、反射音、残響音は生の音にない成分なのでひずみ？(茶)
- 6, ソフト原盤で不足している間接音をいかにして補うか。(茶)

# 「音のゆらぎ」から投げかけられた宿題

- 7, 一般的な良い音から好きな音を除いた、良い音を目標にしたい。(茶)
- 8, 通常に入手できるソフトを評価用音源として用いてよいのか？
- 9, 前方中央重視の3chあるいは5ch再生システムを提案すべきである。(茶)
- 10, マイクでも高い周波数で、音場ひずみを生じる。
- 11, デジタルの時代に、アナログがこんなに頑張っているのはなぜか？(茶)
- 12, 音楽の役割が変わってしまっている (茶)
  - ① 情報としての音楽 : 音楽が聞こえれば十分という現在の大勢
  - ② ハイファイとしての音楽 : フィデリティを大切にした音楽
  - ③ エンターテイメントとしての音楽: 楽しみに徹した音環境を作るために

# 「音のゆらぎ」から投げかけられた宿題

13, 人とモノのエージング 騒音では劣化、楽音では醸成、悪い音では感性を損なう。

14, 人の感性や優れた聴覚は良い人間性の熟成に必須。そのためには情報としての音楽だけでなく、ハイファイでの音楽再現が必要

15, スピーカの固定端の重量増加、制振、温度維持が有効

16, 高低二つの信号音放射で、混変調、ドップラー、指向性ひずみとなる

17, 変調ひずみの測定には純音でなく、それぞれの複合音で行うのが良い

18, 信号音の急激な時間変化を考慮した歪の分析が必要

19, 小レベルの信号に対する支持系の非直線性や各種の細隙(さいげき)での気流音が問題

# 「音のゆらぎ」から投げかけられた宿題

- 20, 小振幅の非線形に対しては、ノイズを加えると動きが良くなる？（茶）
- 21, スピーカユニット内部やキャビネット内部の音圧は相当高く、良い吸音が必要。（茶）
- 22, マイクの性能を直接見ることはできない。  
マイクでは騒音の中の楽音は聴き分けられない（分離不能）  
マイクも回析、筐体共振など音場ひずみによる音質変化を対策すると良い
- 23, 普通に室内音を録音し再生すると、いろいろなノイズが多く入っていて驚く  
空間に広く分布している音を、再生時にしっかり再定位させられないからではないか？。（茶）
- 24, 音楽波は速い時間変化の非定常音なので高音質化のためにその対応が必要。  
HRは周波数帯域とダイナミックレンジの良さと説明されるが、  
実感**は繊細感の再現とエコー感、暖かさ、連続感にある**（茶）

# 「音のゆらぎ」から投げかけられた宿題

- 25、20kHz以上の音楽信号は実効値レベルで30dB以上低下する  
また、不快音成分が楽音成分より大きな比重をもつ  
空気吸収や壁面反射で残響音の成分も減少する
- 26、20kHz以上の音がどのようなメカニズムで認識されるのか不明である  
脳波  $\alpha$  波の変化が確認されているが、さらなる研究が求められる。
- 27、「健康を自分で守る管理システム」のために有効なパラメーターを設定したい  
体力だけでなく、知力、忍耐力、人間力の維持、強化はどうすればよいのか？
- 28、体内音は、脳波、心拍、呼吸、体動などいずれも自然数に近い $1/f$  近傍でゆらいでいる。