

予習確認プリント

学年：_____ 学籍番号：_____ 名前：_____

- ・音圧，周波数，音響パワーとはそれぞれの意味を持つものですか？

- ・音の聴感上の 3 要素とはどのようなものですか？それぞれの内容も説明して下さい。

- ・(音の) レベル表示とはどのような意味を持つものですか？レベル表示を使うとどんな利点がありますか？

- ・点音源，線音源，面音源での音の伝搬（減衰の様子）はそれぞれどのように違いますか？

※予習の段階に比べて，授業を聞き終わった段階では，何がわかりましたか？

1 音の性質 (教科書 pp. 110~118)

1 音のしくみ (教科書 pp. 110~111)

「1-1 音波と音圧」(教科書 p. 110) についての補足

音波の伝搬

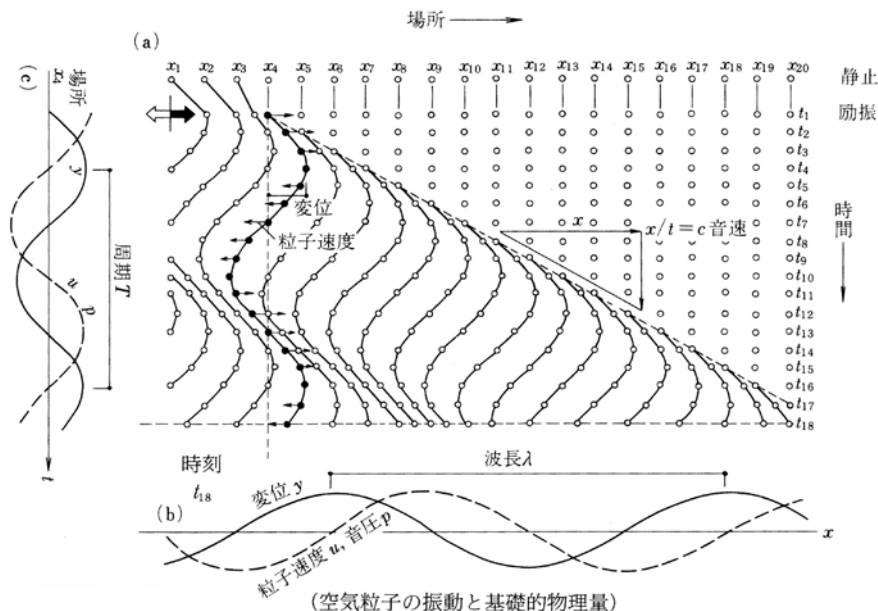


図 音波の伝搬 (出典: 参考文献[1], p. 172)

3 音のレベル表示 (教科書 pp. 112~114)

「3-5 レベルの合成」(教科書 p. 114) についての補足

複数の音の強さのレベルを合成するような場合は、「エネルギー平均」や「パワー平均」、「デシベル平均」などと呼ばれる。それに対し、一般的な平均は、「算術平均」や「単純平均」などと呼ばれることもある。

また、一般の音場では、「音圧レベル」≡「音の強さのレベル」≡「音響エネルギー密度のレベル」とみなしても良い。

4 聴覚と音の生理・心理 (教科書 pp.115~116)

「4-1 音の聴覚上の三要素」(教科書 p.115) についての補足

耳の構造

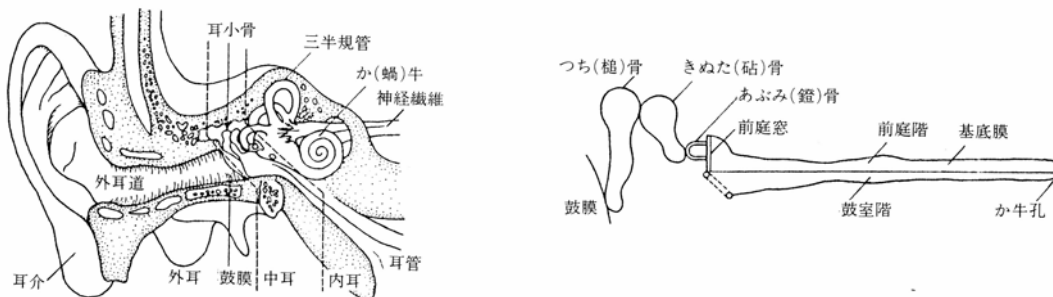


表 耳の構造 (出典：参考文献[1], p.174)

「③音の音色」(教科書 p.116) についての補足

「スペクトル」の補足

下図では、ピアノもバイオリンも基音は 440Hz であり、同じ高さの音に聞こえるが、倍音成分はバイオリンの方がピアノよりも多い。

→異なる音色に聞こえる。

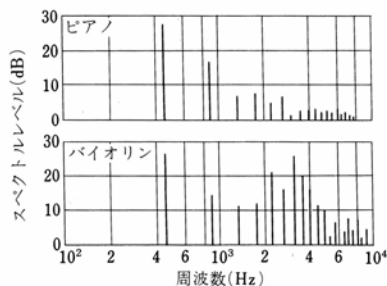


図 ピアノとバイオリンの音のスペクトル (出典：参考文献[1], p.175)

5 音の伝搬 (教科書 pp. 117~118)

「5-1 点音源」(教科書 p. 117) の補足

音響出力 W [W] の点音源から距離 r だけ離れた点での音の強さ I [W/m²] は、半径 r [m] の球面全体 (球の表面積: $4\pi r^2$ [m²]) を単位時間に通過するエネルギーの総和が W [W] であることから、次式で表される。(→球の体積は $4/3 \cdot \pi r^3$)

$$I = \frac{W}{4\pi r^2} \quad \langle 1 \rangle$$

音響出力を音響パワー (音響出力) レベルで表すと、次式のようになる (教科書 p. 113 の一番下参照)。

$$L_w = 10 \cdot \log\left(\frac{W}{W_0}\right) = 10 \cdot \log\left(\frac{W}{10^{-12}}\right) \quad \langle 2 \rangle$$

したがって、音響出力 W [W] の点音源から距離 r だけ離れた点の音の強さのレベル L_I [dB] は、次のように計算できる (教科書 p. 112 の一番下参照)。

$$\begin{aligned} L_I &= 10 \cdot \log\left(\frac{I}{10^{-12}}\right) = 10 \cdot \log\left(\frac{W}{10^{-12}} \cdot \frac{1}{4\pi r^2}\right) = 10 \cdot \log\left(\frac{W}{10^{-12} \times 4\pi r^2}\right) \\ &= 10 \cdot \log\left(\frac{W}{10^{-12}}\right) + 10 \cdot \log\left(\frac{1}{4\pi r^2}\right) \\ &= 10 \cdot \log\left(\frac{W}{10^{-12}}\right) + \{-10 \cdot \log 4\pi - 10 \cdot \log r^2\} \end{aligned}$$

ここで、 $\langle 2 \rangle$ 式から、

$$L_I = L_w - 11 - 20 \cdot \log r \quad (\because 10 \cdot \log 4\pi \approx 10.9921) \quad \langle 3 \rangle$$

よって、同じ点音源から距離 $2r$ だけ離れた点の音の強さのレベルを L'_I [dB] とすると、

$$\begin{aligned} L'_I &= L_w - 11 - 20 \cdot \log 2r = L_w - 11 - 20 \cdot \log r - 20 \cdot \log 2 \\ &= L_I - 20 \cdot \log 2 \approx L_I - 6 \quad (\because \log 2 \approx 0.30103) \end{aligned} \quad \langle 4 \rangle$$

となり、教科書 p. 117 の結果と同じ結果が導ける。

注意)

例えば、「音源の寸法が受音点までの距離に比べて十分に小さい場合」などは点音源とみなせる。また、線音源の例 (5-2, 教科書 p. 117) では、本当は「無限に長い線音源」(点音源が無数に連続している状態) を考えており、面音源の例 (5-3, 教科書 p. 117) では、本当は「無限大の面音源」(点音源が無数に分布している状態) を考えている。

【教科書の訂正】

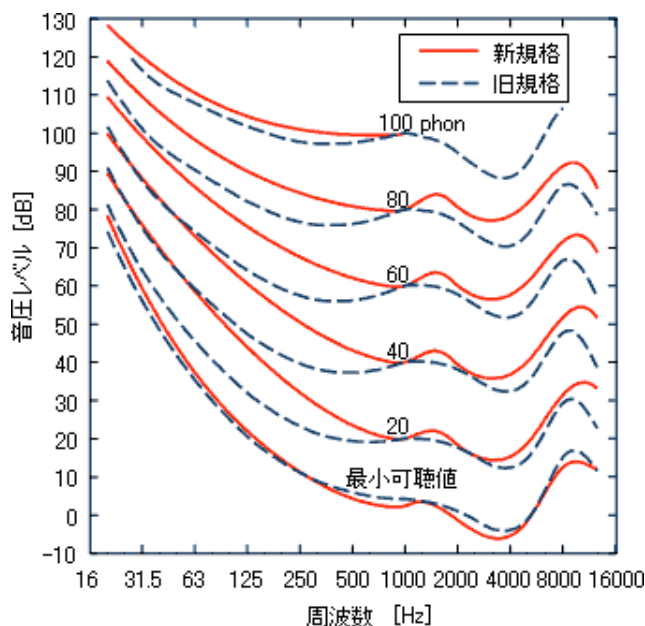
「①音の大きさ」(教科書 p.116)

誤：

教科書掲載の等ラウドネス曲線

正：

下記の等ラウドネス曲線に入れ替え (出典：参考 URL [1])



※第 3 版 4 刷 (2016 年 03 月 10 日発行) までの教科書では、上の図 (「新規格」) に改正される前の「旧規格」が示されている。

【参考文献】(順に、タイトル、編著者名、出版社、発行年月、価格、ISBN。[] 内は熊本県立大学学術情報メディアセンター図書館所蔵情報)。

[1] 『環境工学教科書 第二版』(環境工学教科書研究会編著、彰国社、2000 年 8 月、¥3,500 + 税、ISBN: 4-395-00516-0) [和書 (2 F), 525.1||Ka 56, 0000275620, 0000308034]

【参考 URL】

[1] 国立研究開発法人 産業技術総合研究所の研究成果記事「聴覚の等感曲線の国際規格 ISO226 が全面的に改正に」(発表・掲載日：2003 年 10 月 22 日) より

http://www.aist.go.jp/aist_j/press_release/pr2003/pr20031022/pr20031022.html

学年：_____ 学籍番号：_____ 名前：_____

【演習問題】 下記の問いに答えよ。

- (1) 音圧レベルが 60 [dB] と 50 [dB] の 2 音を合成したときの音圧レベルを求めよ。
- (2) 音圧レベルが 90 [dB], 80 [dB] ならびに 78 [dB] の 3 音を合成したときの音圧レベルを求めよ。
- (3) 音圧レベルが等しい 2 音を合成したときの 1 音に対する音圧レベルの増分を求めよ。