

# サウンド・デザイン

福岡女学院大学 2020年度 前期 木曜2限 第8週

松浦 知也 ([teach@matsuuratomo.ya.com](mailto:teach@matsuuratomo.ya.com) / [teach.matsuuratomo.ya.com](http://teach.matsuuratomo.ya.com))

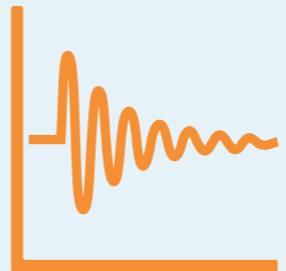
音と知覚

音を聴く仕組みを知る

# 今回の内容：

- 音が発生する仕組みをモデリングという視点で考えてきた
- 今度は人の聞く仕組みのモデルを考えていく
- 聴覚のモデル化が現実的に音を作るプロセスに影響を与えることもある

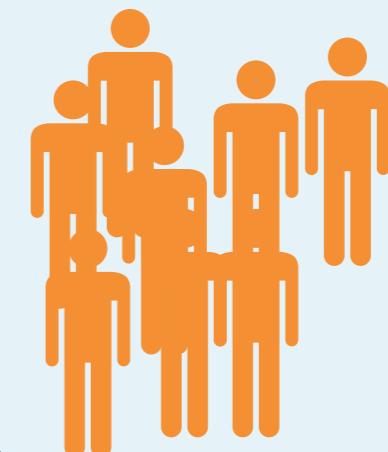
# 今日考えるところ



量的な共有  
Quantitive



統計的な共有  
Statistical



質的な共有  
Qualitative

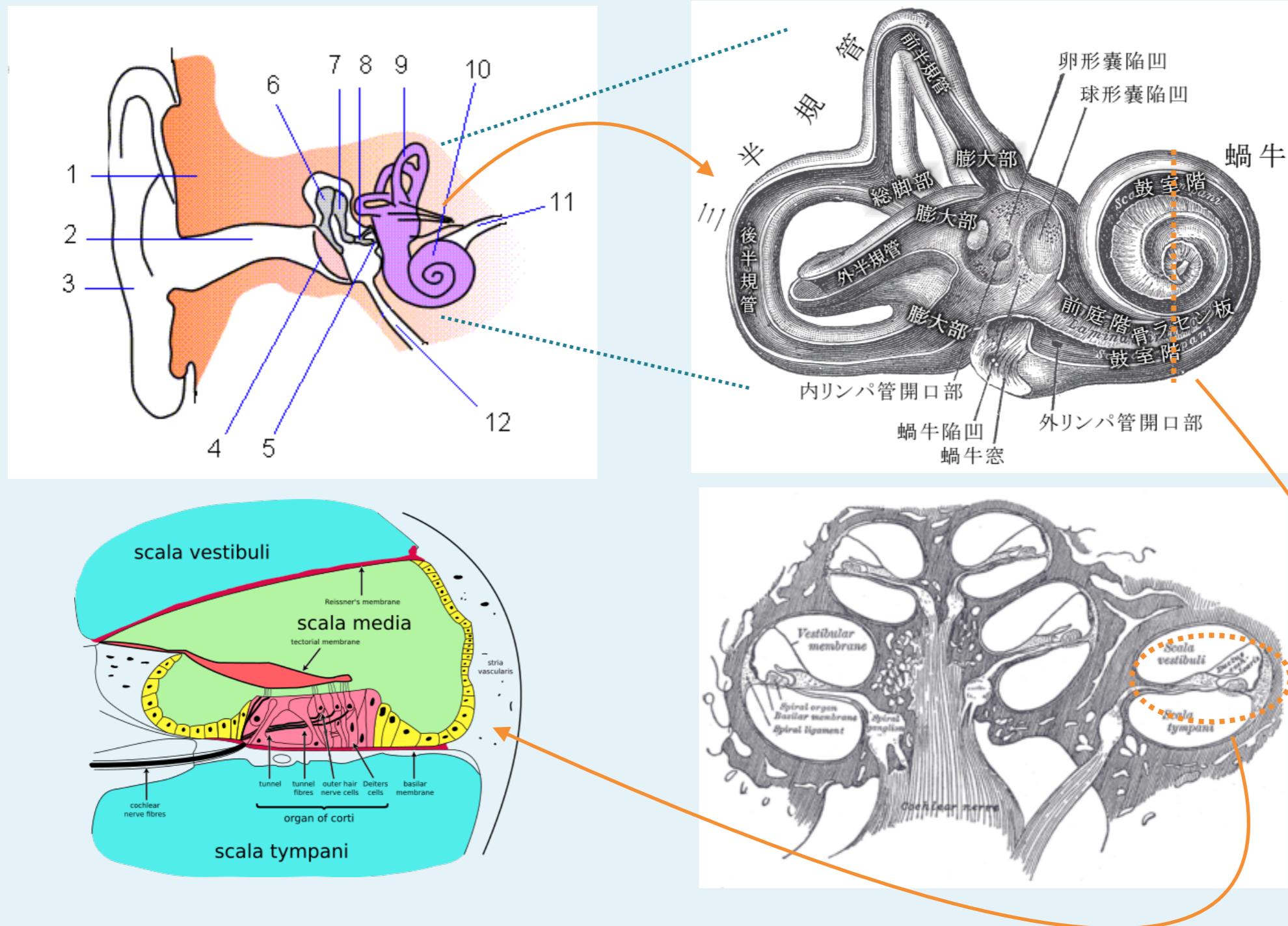
# BellのEar Phonograph(1876)

- 音波を書き取る(phon-autograph)装置
- 本物の人間の中耳を取り取って作っている
- 誰の体から取り取られたのかはっきりとした記録が残っていない...



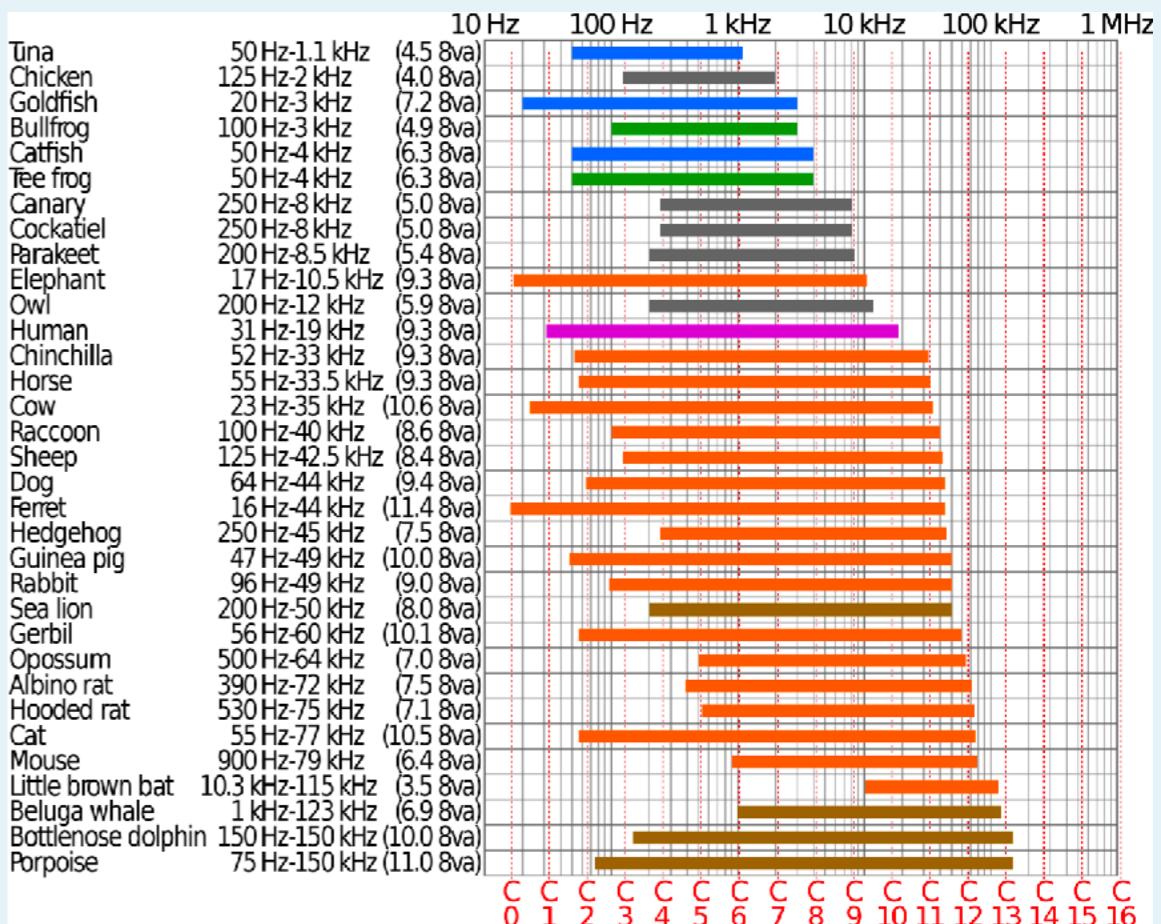
Canada Science and Technology Museum in Ottawaによる復元[1]

# 耳の構造

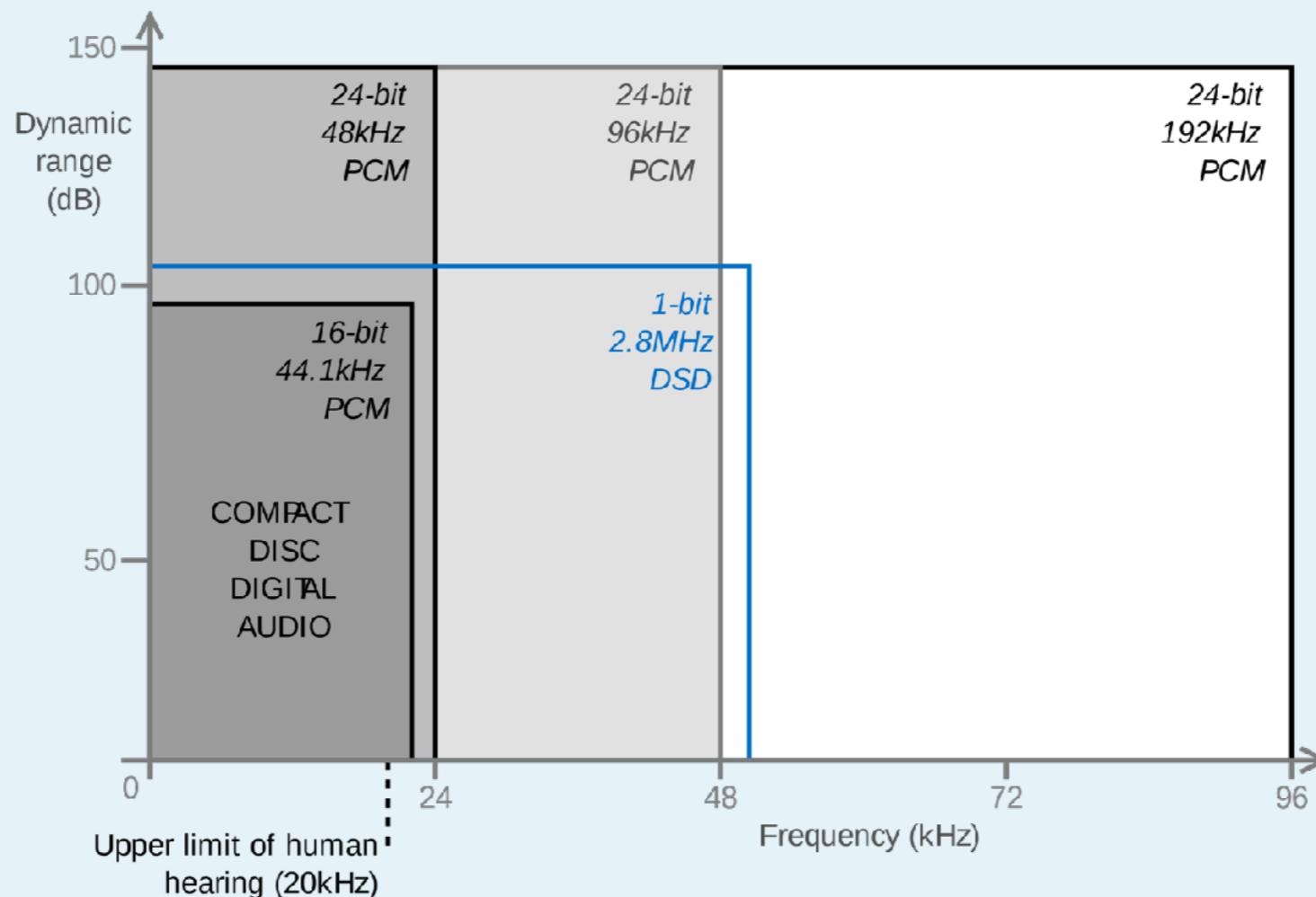


# 可聴域

- 20Hz~20000Hz
- 歳を取ると高域は聞こえなくなっていく
- CDの収録可能帯域は22.1kHz
- パルス波を低いところから上げていくと、20Hz以上からは音程として聞こえてくるようになる



# ハイレゾ



- 違いは聞き分けられなかった(<http://www.aes.org/e-lib/browse.cfm?elib=14195>)というのが有力だが、、、

# Off-Topic

耳で聞こえなければ音では無いのか？



<https://hapbeat.com>

# Off-Topic

耳で聞こえなければ音では無いのか？

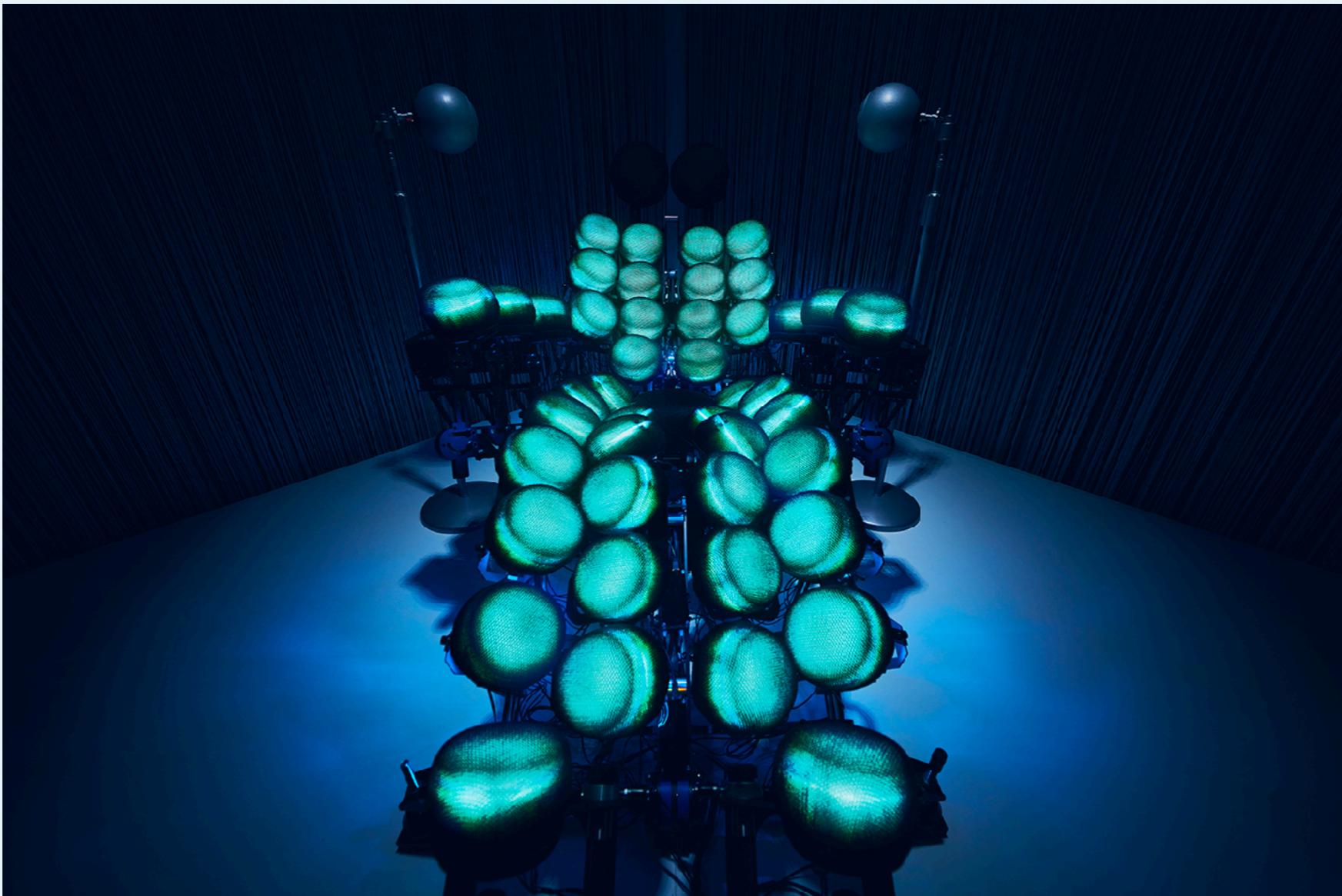


真鍋大渡 “Chair the difference”(2004)

<http://www.daito.ws/work/chair-the-difference.html>

# Off-Topic

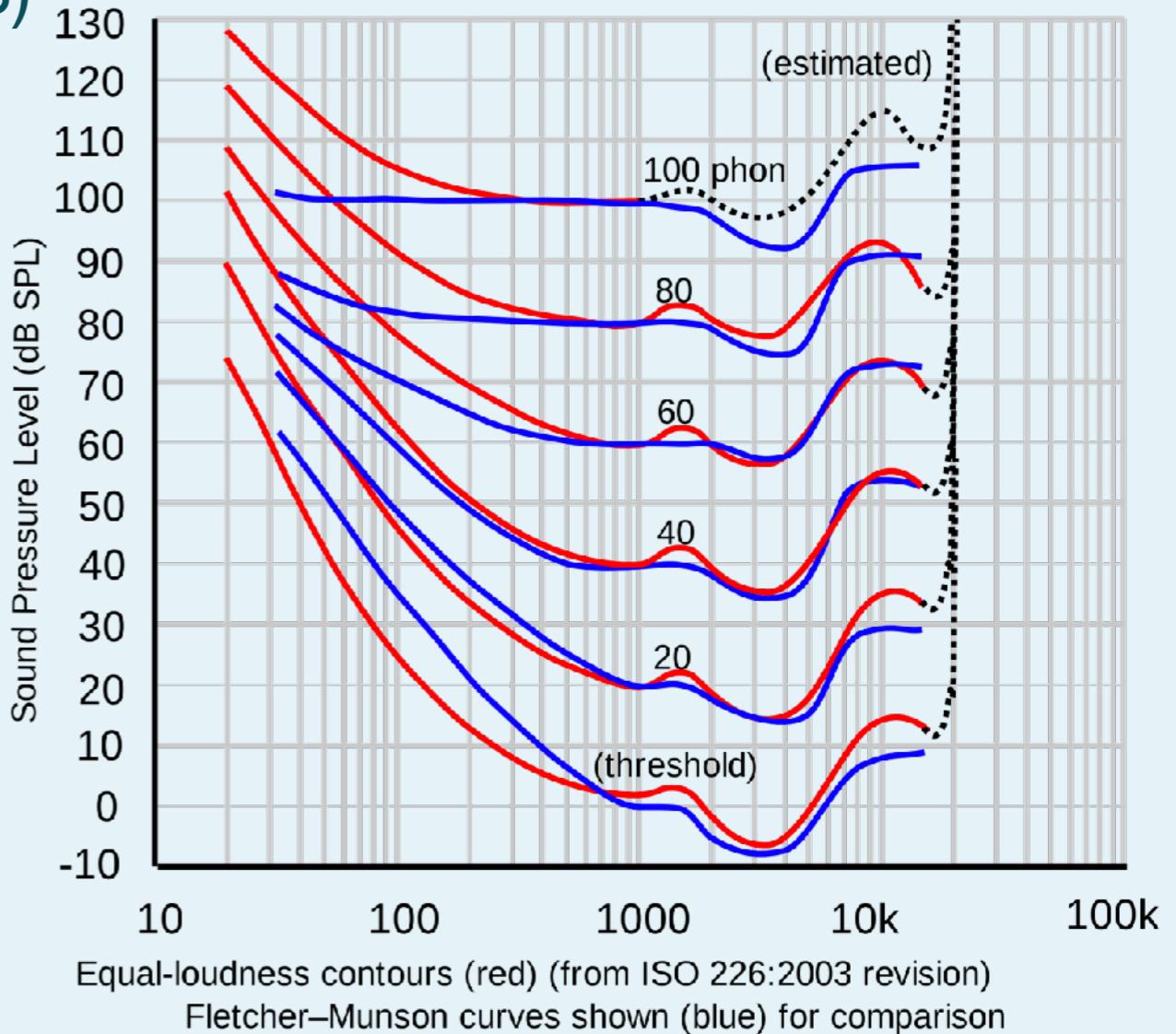
耳で聞こえなければ音では無いのか？



Synesthesia Lab, Evala “Synesthesia X1 - 2.44”(2019)

# 音量 - ラウドネス曲線

- 青:Fletcher-Munson Curves(1933)
- 赤:2003年改訂版(ISO 226:2003)



Sound Pressure Level

音圧：物理的指標  
音量：心理的指標

Loudness

(日本ではしばしば用法が逆転する)

## 実験の被験者数と年齢

表1：等ラウドネス曲線の研究とそれらの主な実験条件

Year	Researchers	Listening condition	Number of subjects(age)	Method	Ref. tone freq. (level)	Test tone freq.
1927	Kingsbury[4]	Earphone	22 (unspecified)	MA	700 Hz (fix)	60-4000 Hz
1933	Fletcher-Munson[3]	Earphone with FF correction	11 (unspecified)	CS	1 kHz (variable)	62-16000 Hz
1937	Churcher-King[5]	FF	10 (unspecified)	CS	1 kHz (fix)	54-9000Hz
1955	Zwicker-Feldtkeller[6]	Earphone with FF equalizer	8 (unspecified)	Modified Békésy	1 kHz (fix)	50-16000Hz
1956	Robinson-Dadson[1]	FF	90(16-63)/ 30 (ave. 30)	CS	1 kHz (variable)	25-15000Hz
1972	Whittle <i>et al.</i> [7]	PF	20 (ave. 20)	CS	higher freq (fix)	3.15-50 Hz
1983	Kirk[8]	PF	14 (18-25)	RMLSP	63 Hz (fix)	2-63 Hz
1984	Møller-Andresen[9]	PF	20 (18-25)	RMLSP	63 Hz (fix)	2-63 Hz
1989	Betke-Mellert[10]	FF	13-49 (17-25)	CS	1 kHz (fix)	50-12500Hz
1989	Suzuki <i>et al.</i> [11]	FF	9-32 (19-25)	CS	1 kHz (fix)	31.5-16000Hz
1990	Fastl <i>et al.</i> [12]	FF	12 (21-25)	CS	1 kHz (fix)	100-1000Hz
1990	Watanabe-Møller[13]	FF	10-12 (18-30)	Bracketing	1 kHz (fix)	25-1000Hz
1994	Müller-Fichtl[14]	Open headphones	8(21-25)	CP	-----	62.5-10000Hz
1994	Poulsen-Thøgersen[15]	FF	29 (18-25)	Bracketing	1 kHz (fix)	1000-16000Hz
1997	Lydolf-Møller[16]	FF	27 (19-25)	RMLSP	1 kHz (fix)	50-1000Hz
		PF	27 (19-25)	RMLSP	100 Hz (fix)	20-100 Hz
1997	Takeshima <i>et al.</i> [17]	FF	9-30 (19-25)	CS	1 kHz (fix)	31.5-12500Hz
1999	Bellmann <i>et al.</i> [18]	FF	12 (unspecified)	Adaptive 1up-1down	1 kHz (fix)	100-1000Hz
		PF	12 (unspecified)	Adaptive 1up-1down	100 Hz (fix)	16-160 Hz
2001	Takeshima <i>et al.</i> [19]	FF	7-32 (18-25)	RMLSP	1 kHz (fix)	50-16000Hz
2002	Takeshima <i>et al.</i> [20]	FF	21 (20-25)	RMLSP	1 kHz (fix)	1000-12500Hz

FF: Free Field, PF: Pressure Field, MA: Method of Adjustment, CS: method of Constant Stimuli,

RMLSP: Randomized Maximum Likelihood Sequential Procedure [19],

CP: Category Partitioning procedure

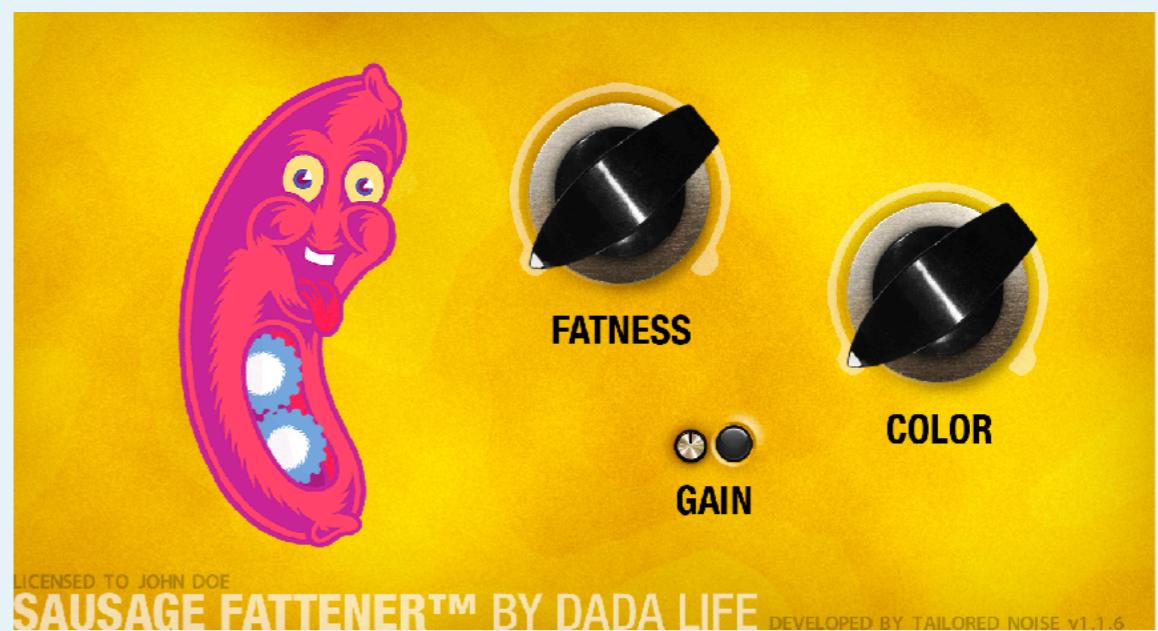
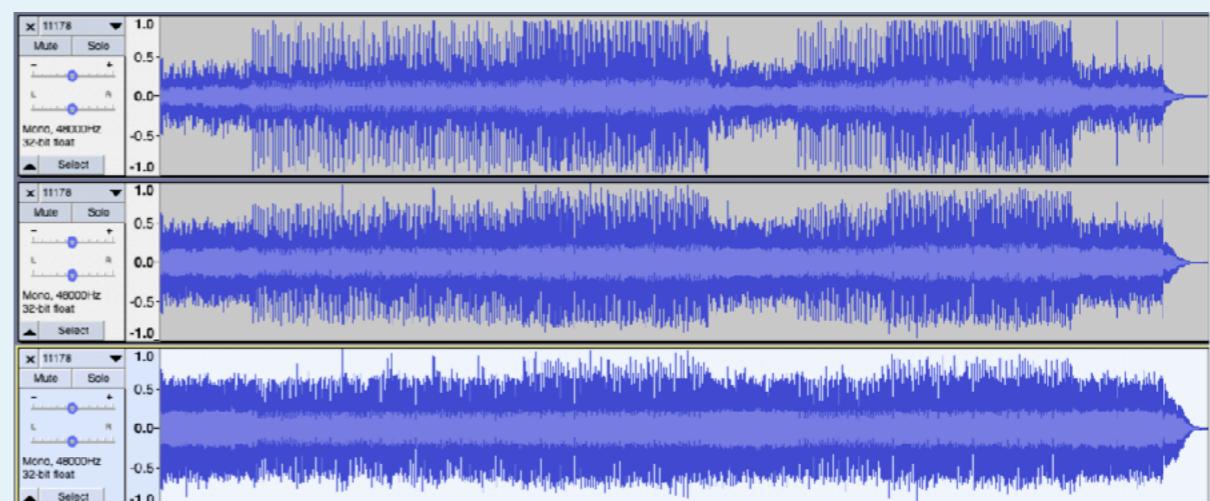
2次元等ラウドネス曲線の全聴野精密決定,鈴木 陽一 *et al.*,2003

<https://www.nedo.go.jp/content/100084730.pdf>

因果関係はともかく、  
相関はわかる

# ラウドネス戦争

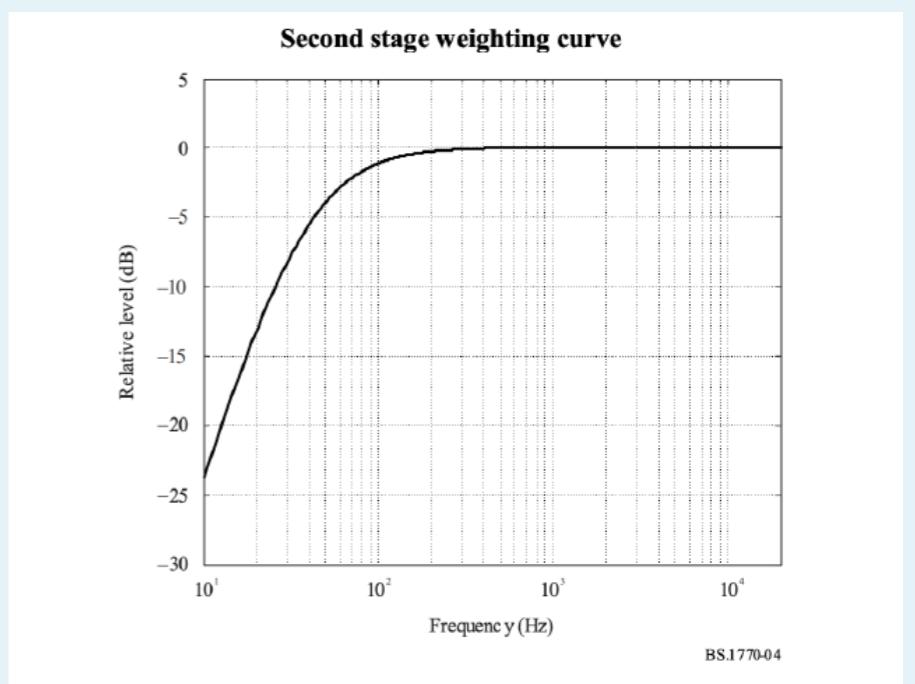
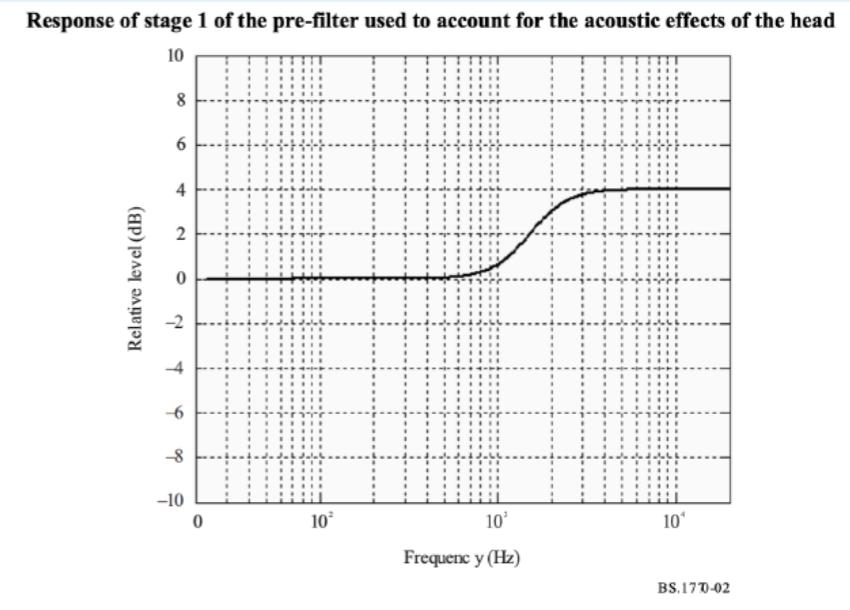
- 同じ波形のレンジなら、音量が大きい方が目立つ、いい音に聞こえる
- コンプレッサーを掛けて大きい音の部分を潰して、全体の音量を底上げ
- 曲を通しての音量の大小は小さくなる



<http://www.dadalife.com/plugin/>

# ラウドネス・ノーマライゼーション

- フィルタ二種類(→)掛けてからエネルギーを測る
- 放送や映画業界で導入され、今ではYoutube、Spotify、Apple Musicなどでも適用される
- 「音量は」正規化される
- より高次の特徴(例えば、近さ、とか)はどうだろう？



ITU-R BS.1770-4より

<https://www.itu.int/rec/R-REC-BS.1770-4-201510-I/en>

# ラウドネスが音楽作りに影響する？

「今、日本のテレビ業界はラウドネス規格という音量調整基準が使用されてるんですけど。実はこれ音楽家にとって非常に弊害があるんです。音が大きすぎないようリミッターをかけるんですけど、こちらが大きすぎるとものすごい勢いで小さくなり、迫力もなくなるんです。ただ、そのラウドネス規格の音域って大雑把にいようと実は上側、ギターの音だったりボーカルの音だったり中高域が基本メインなんですよ。低域はあまり重要じゃないんです。だからこそ僕はその低域を武器にしたらいいんじゃないかなと思ったんですよ。そうしたら、どんどんネットで配信されているサブスクのものも同じようなラウドネス規格を持ち始めて」

ミト（クラムボン）インタビュー(2020), 小野島大,<https://note.com/onojima/n/n57fe957a2c62>

# Image Credits

- [1]Ingenium - Canada's Museums of Science and Innovation, CC-BY, <http://dx.doi.org/10.15180/191206/020>
- [2]By !Original: OarihVector: Fred the Oyster - Own work based on: Cochlea-crosssection.png, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=9851471>
- [3]Iain - own-work (kopie engelse wiki : I made this myself - Iain 05:45 29 Jun 2003 (UTC))original upload at <https://nl.wikipedia.org/wiki/Image:Ear-anatomy-notext-small.png> (9KB, MIME type: image/png), adapted: arrows and numbering, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=361651>
- [4]Aquegg - Own Work, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=31698462>