



KYUSHU UNIVERSITY 2011  
100th Anniversary

# 聞こえの仕組みと補聴器について

～耳の健康、聞き取り力アップ！補聴器の秘密と補聴器活用のポイント～

九州大学耳鼻咽喉科  
野田哲平



KYUSHU UNIVERSITY

2024/03/03 市民公開講座 エルガーラホール



# 聞こえにくさ (難聴)は社会参加を阻害する

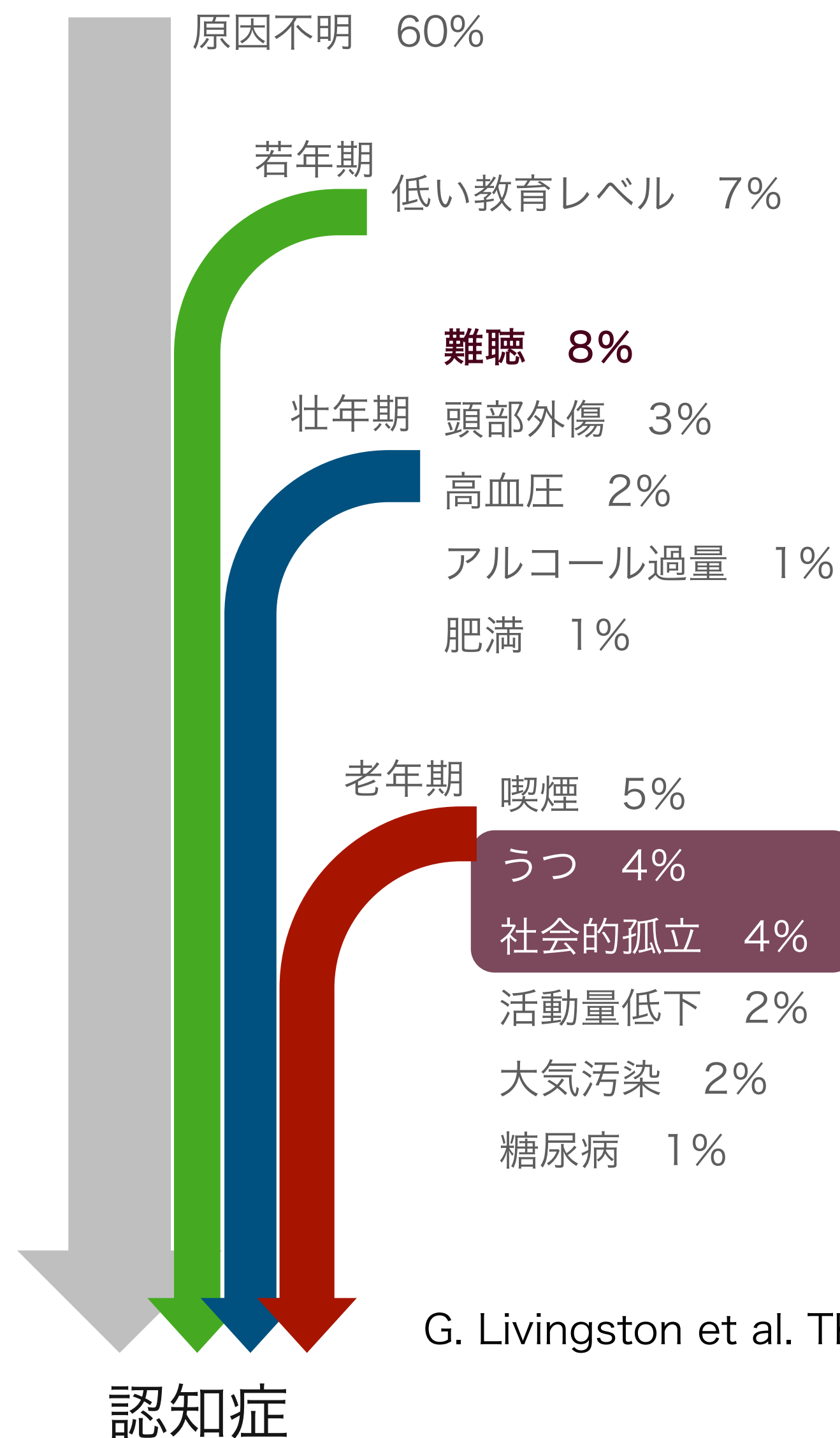


聞こえにくいと・・・

- ・会話についていくのが難しい
- ・聞くために労力が必要 (脳で穴埋め)

→ 精神的負担が増し、社会生活が困難に (孤独、抑うつ、認知症の危険性)

# 難聴は認知症の危険因子



G. Livingston et al. The Lancet (2020)を改変

- 2020年の論文  
「予防可能な12の認知症の原因（高血圧・肥満・糖尿病など）の中で、**壮年期の難聴が最大の危険因子**である」
- 老年期の難聴
  - コミュニケーションがうまくいかなくなる
  - 人との会話をつい避けるように
  - 次第に抑うつ状態に陥り、社会的に孤立
  - 認知症の危険因子となる

# イヤホン・ヘッドホン難聴



- 高齢者だけでなく、若い人の難聴も問題
- 世界で11億人もの若者が難聴のリスクにさらされている
- ノイズキャンセリングイヤホンの使用なども効果的



# WHOが定める1日あたりの音圧レベルの許容基準

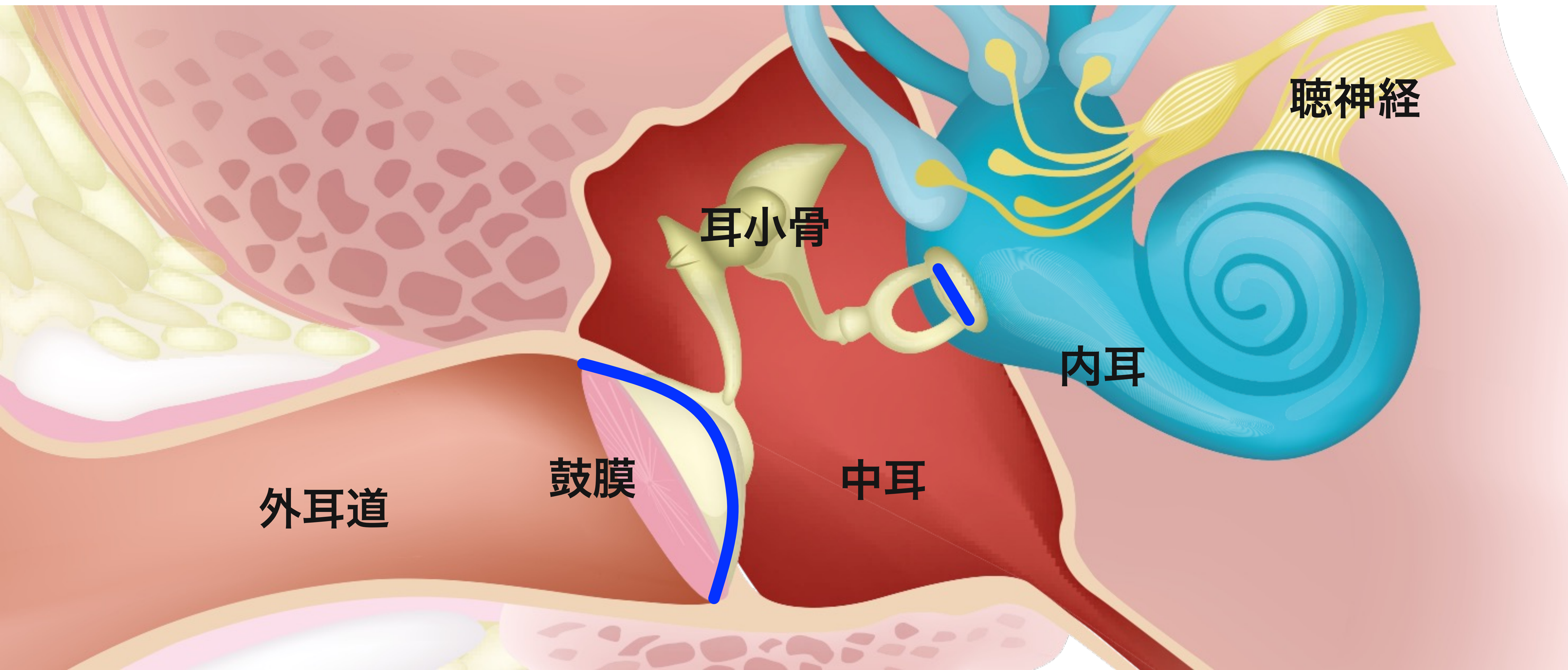
音圧レベル (dBSPL)	一日あたりの許容基準	音の種類
130	1秒未満	航空機の離陸の音
125	3秒	雷
120	9秒	救急車や消防車のサイレン
110	28秒	コンサート会場
105	4分	工事用の重機
100	15分	ドライヤー
		地下鉄車内の騒音
95	47分	オートバイ
90	2時間30分	芝刈り機
85	8時間	街頭騒音
75	リスクなし	掃除機
70		洗濯機、乾燥機
65		エアコン
60		イヤホンでの適度の音量設定

## きこえについて学び、きこえにくさに対処する

- きこえの仕組み・・・きこえについて知る
- 難聴の原因と対処法・・・治せる難聴、治せない難聴
- 補聴器について・・・今日のメインテーマ
- 人工内耳について・・・補聴器で不十分な場合に

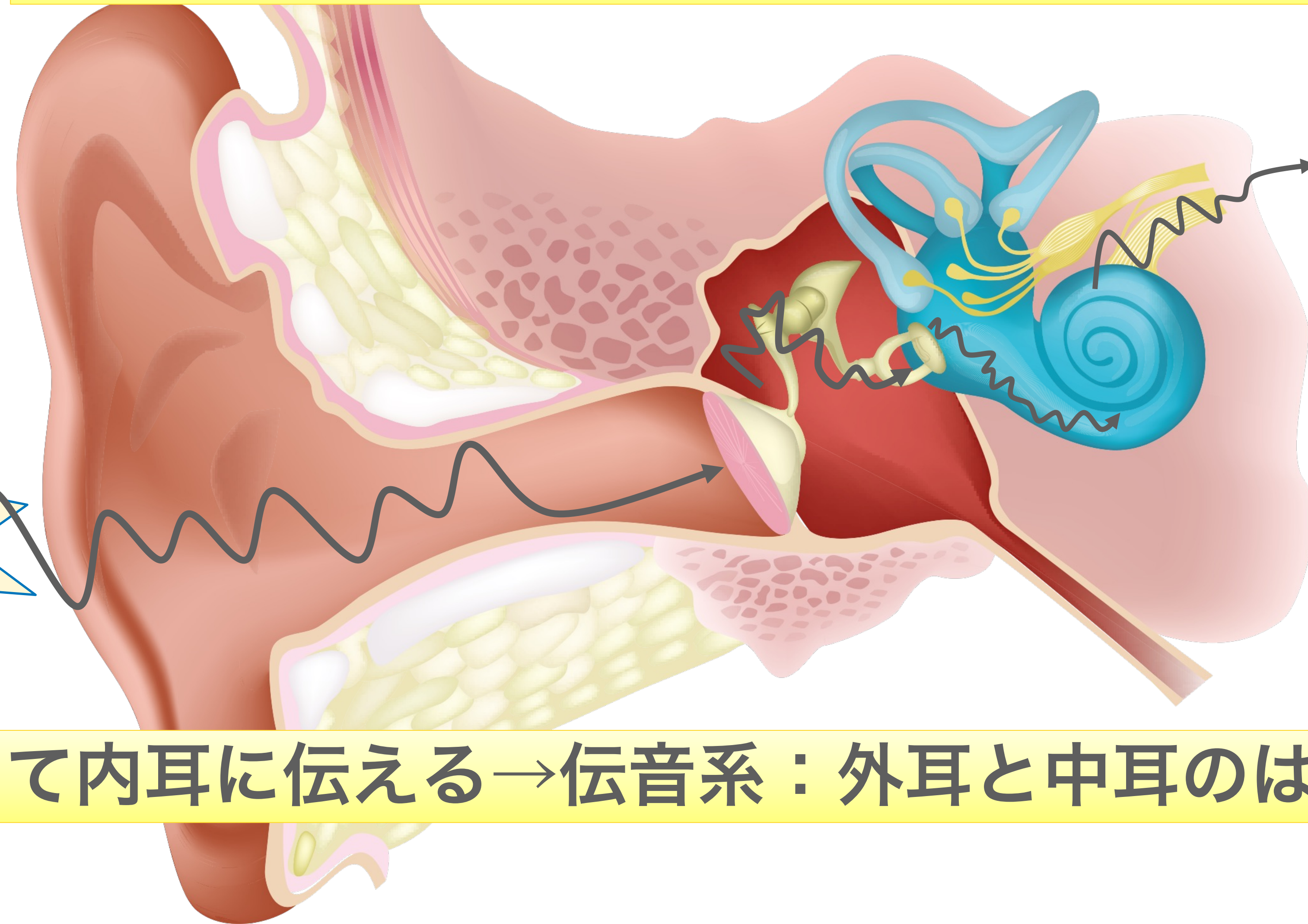


# 音→鼓膜の振動→骨の振動→内耳へ





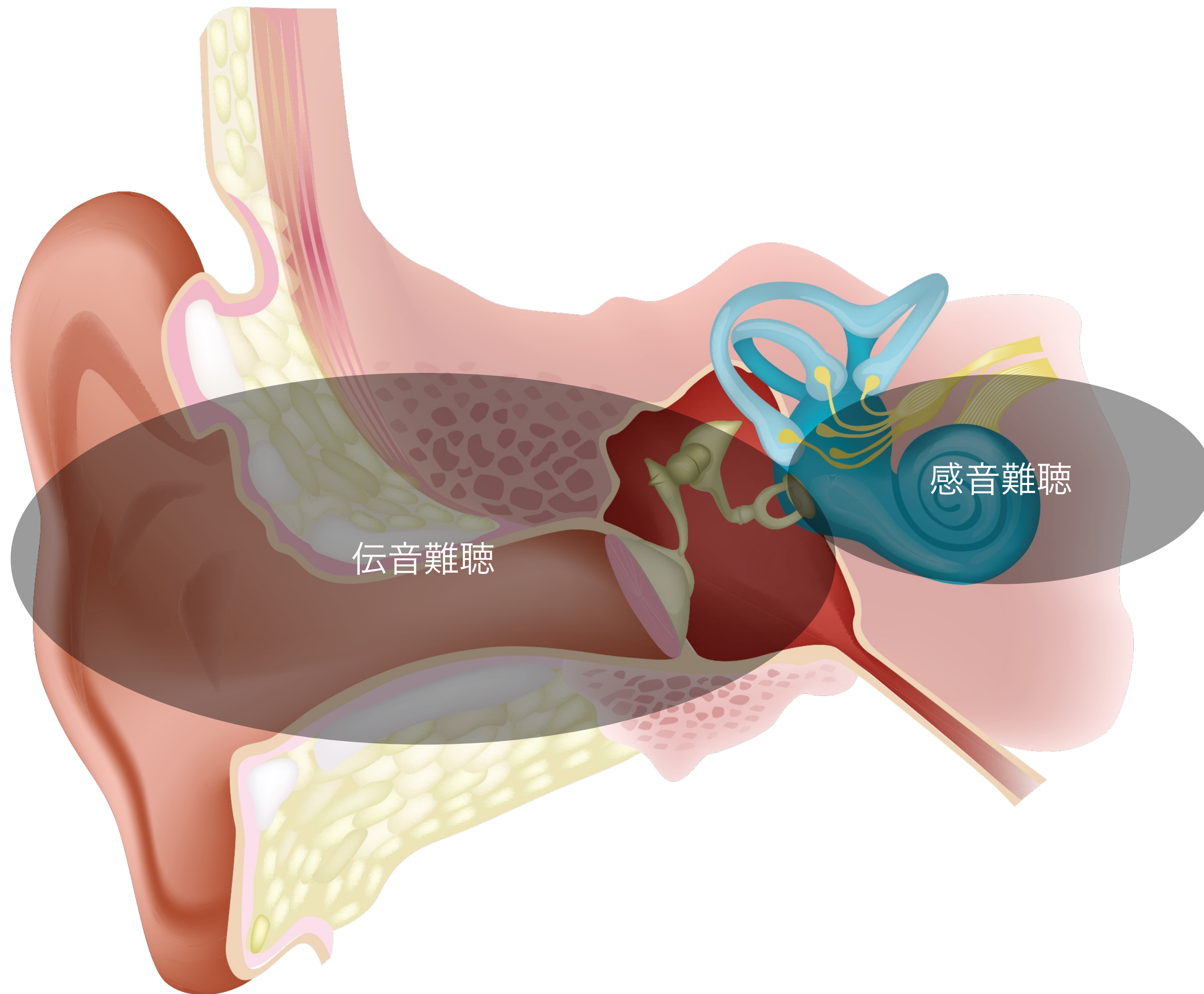
音を感知して脳に送る→感音系：内耳と神経のはたらき



音をひろって内耳に伝える→伝音系：外耳と中耳のはたらき



# 難聴の種類によって対処法が異なる



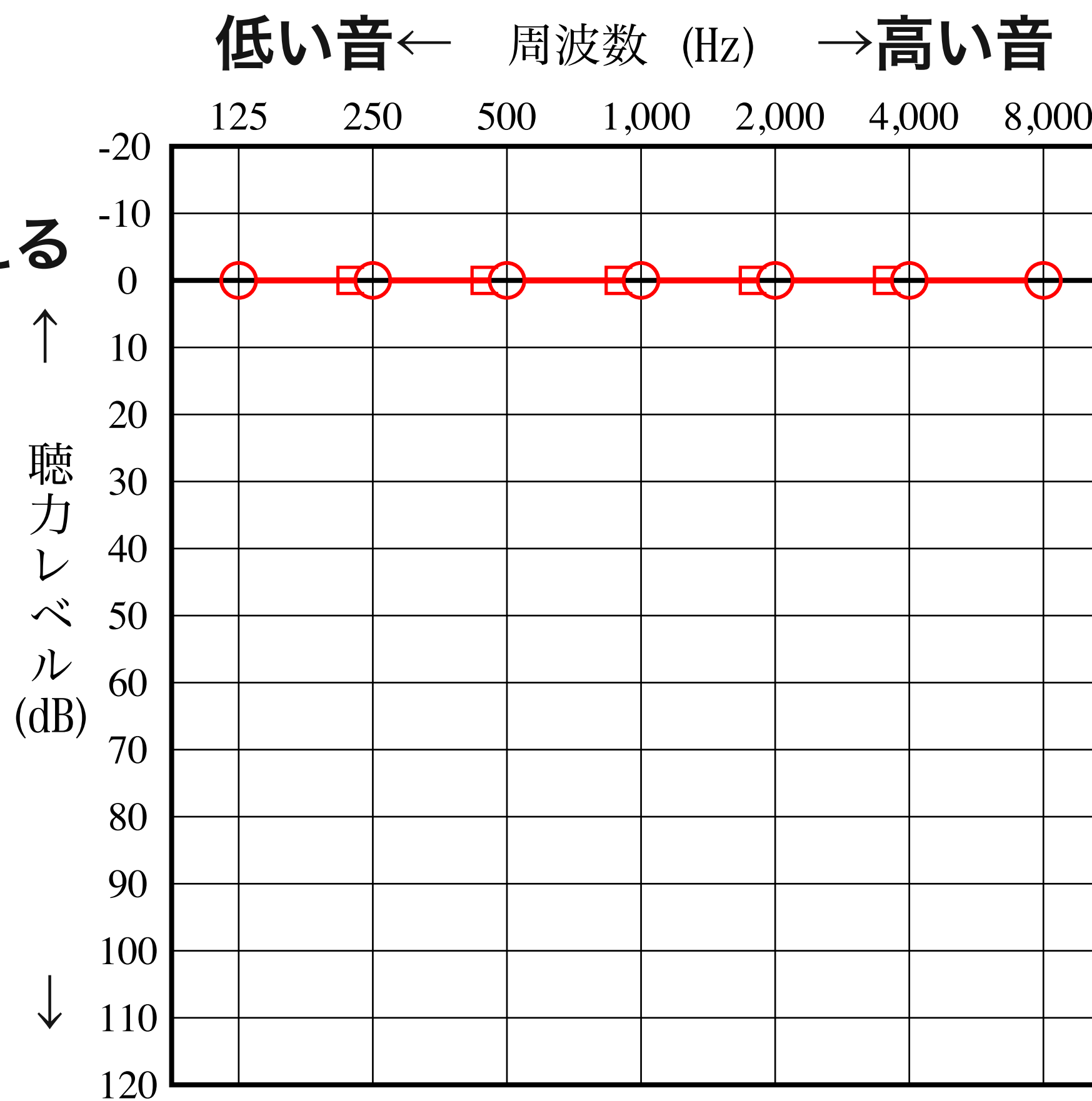
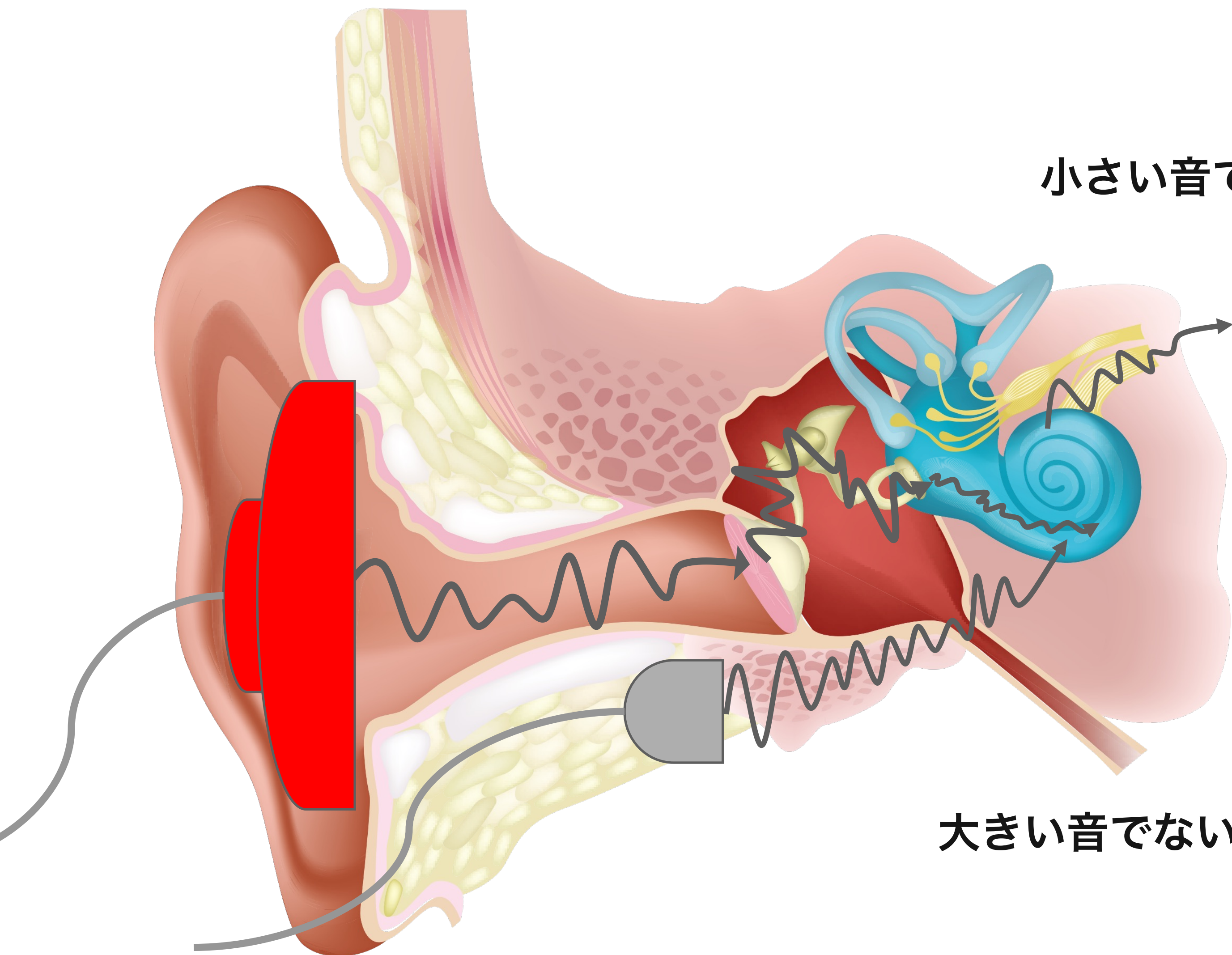
- 伝音難聴  
処置や手術などで聴こえを良くすることが可能な場合がある

- 感音難聴  
処置や手術などで聴こえを良くすることは難しい

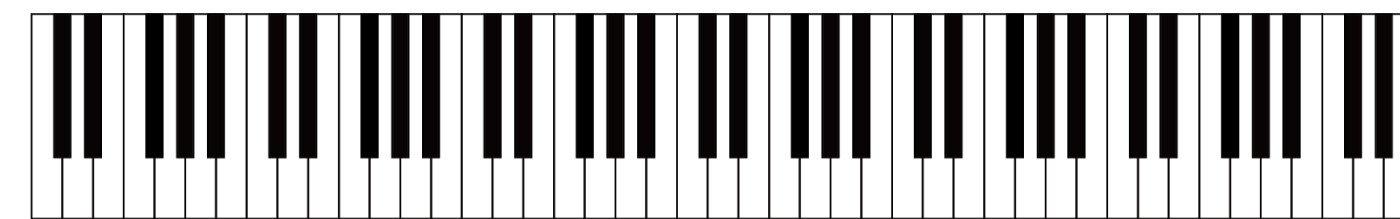
補聴器を使う



# 聴力検査の見かた

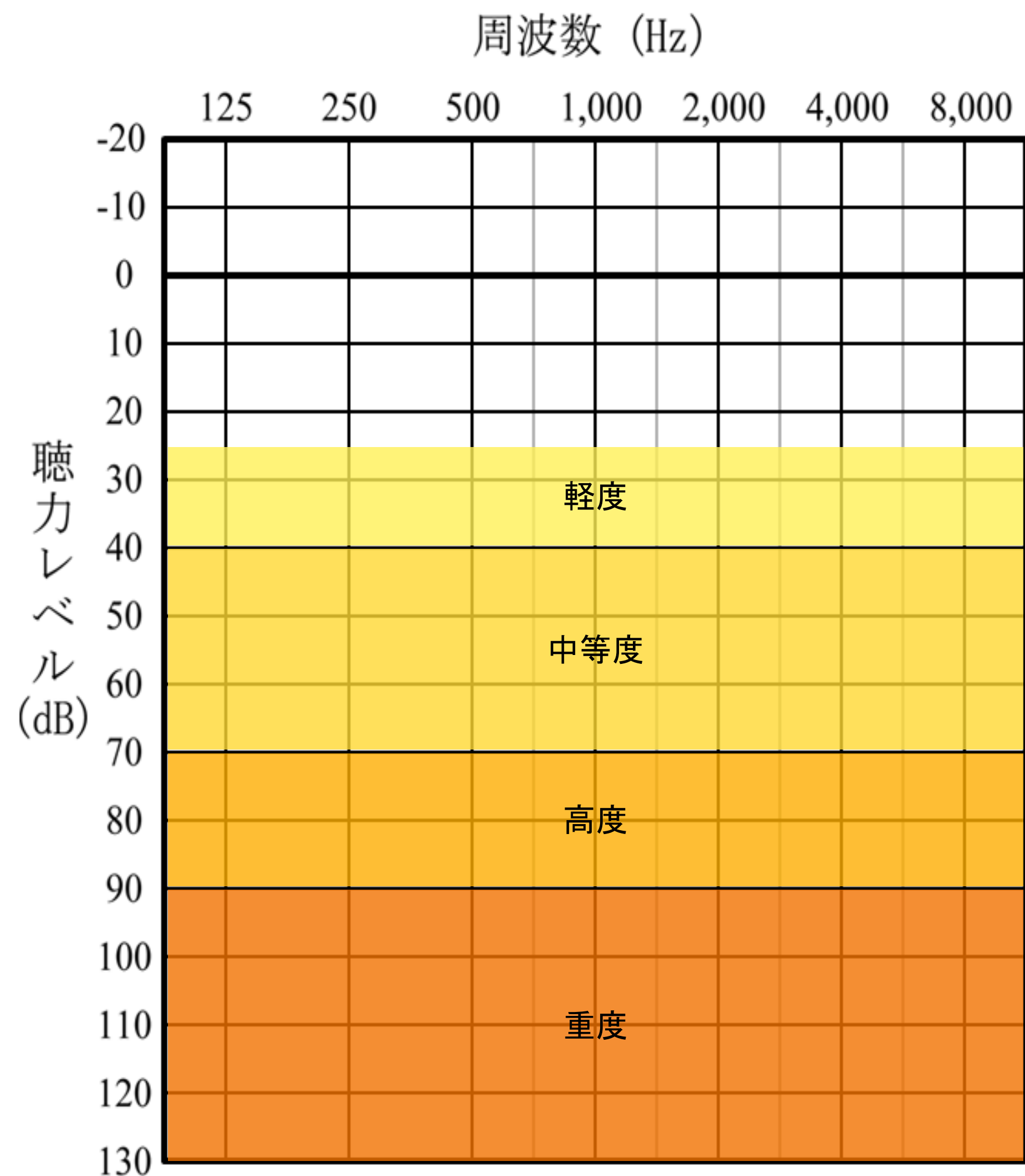


大きい音でないとも聞こえない



# 難聴の程度

- 10～15%の人には何らかの難聴がある
- 4%は、中等度以上の難聴がある
- 75歳以上でいうと40%は難聴があり、10%は中等度以上



軽度難聴では、サ行、ハ行、カ行の聞き分けがしにくくなる

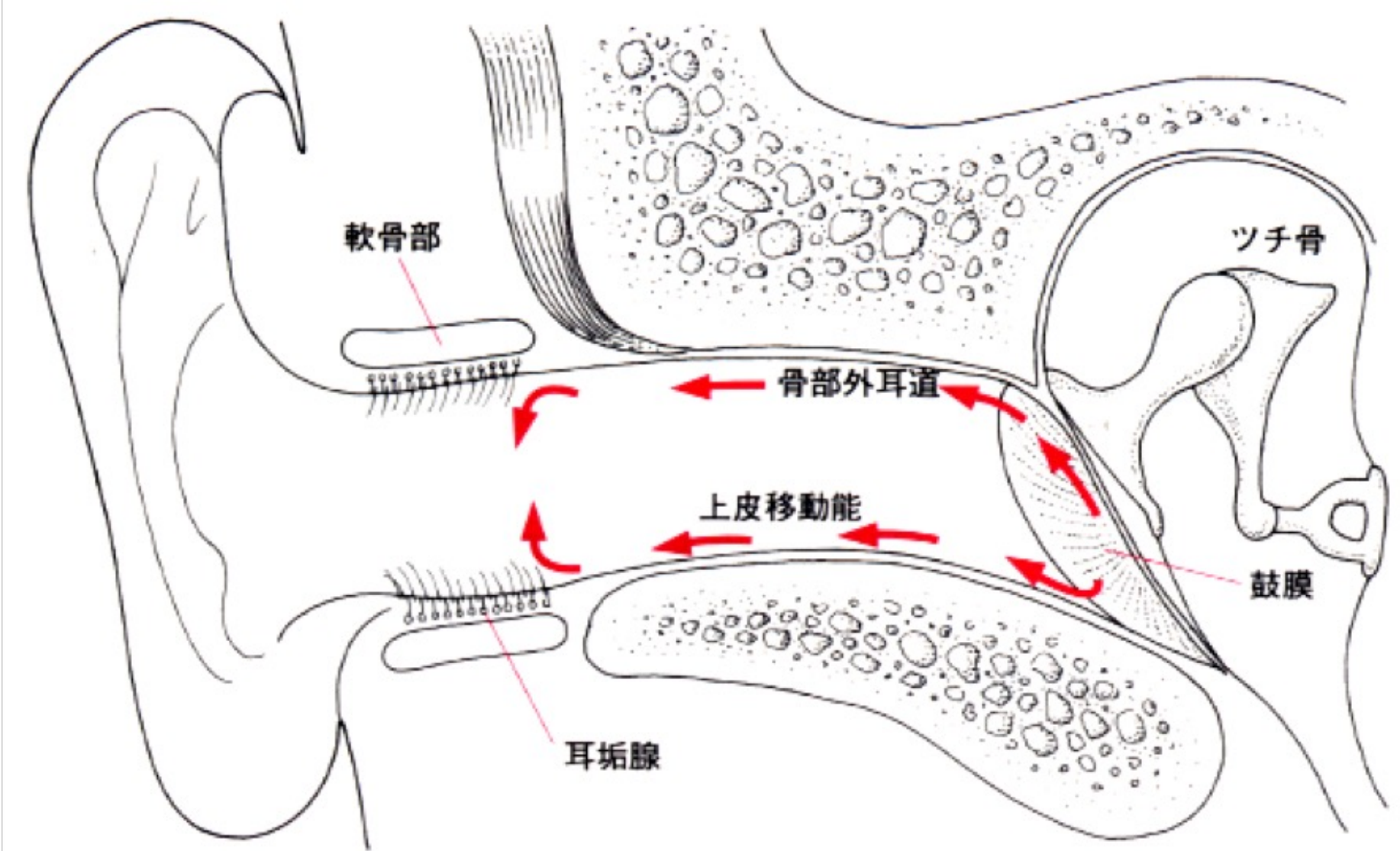
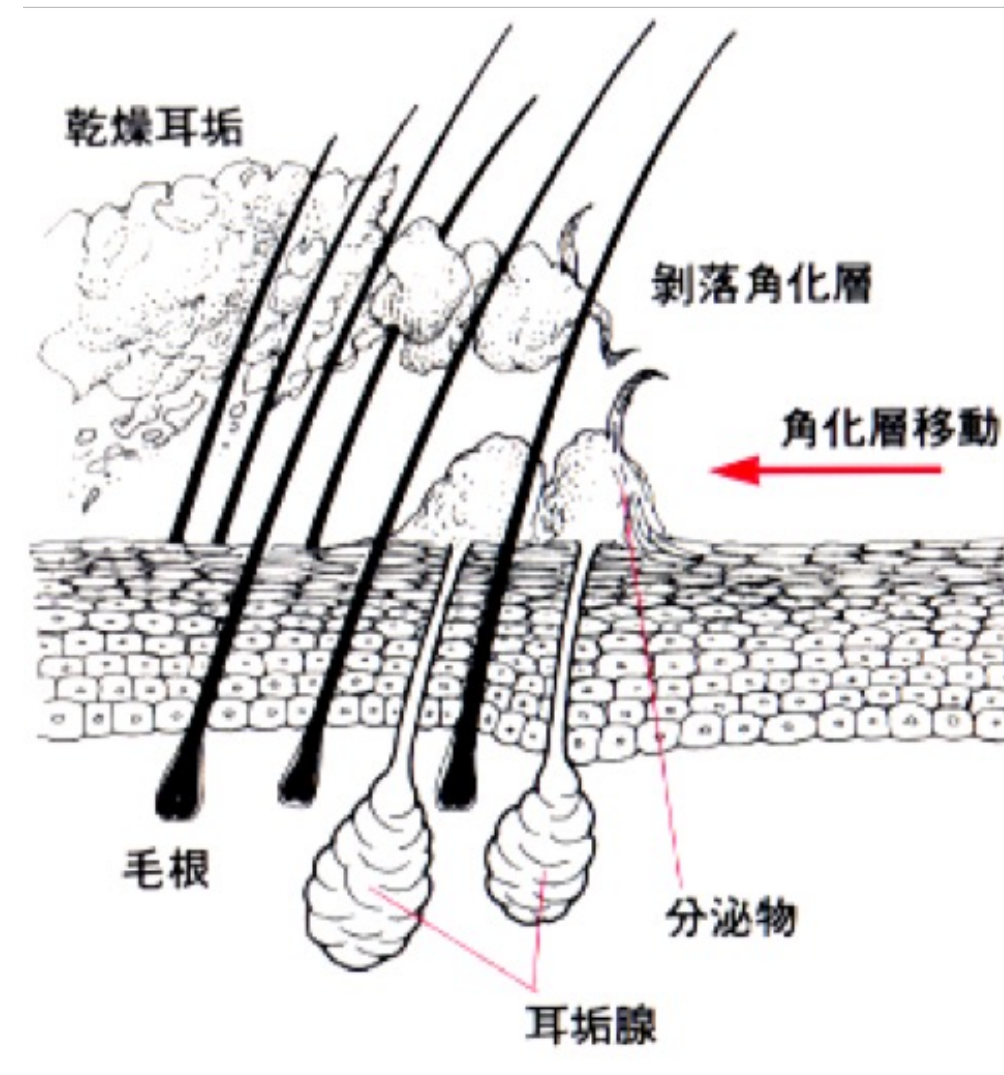
中等度難聴では、話し声が聞き取りにくくなる

高度難聴では大きな声がようやく判る



# 難聴の治療は外側ほど容易

- 意外と多い耳垢栓塞





# 中耳疾患

## いろいろな中耳炎

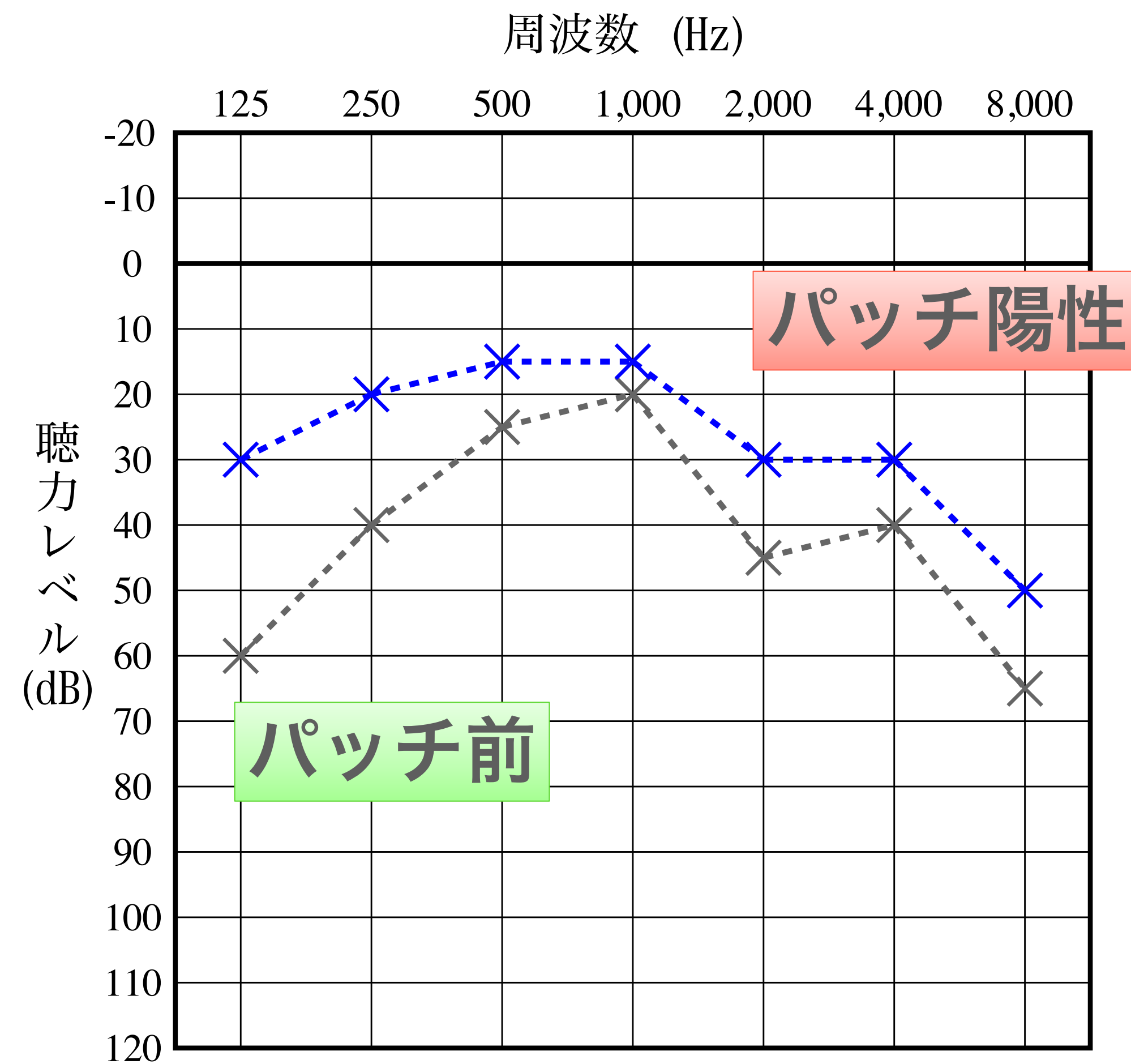
- 急性中耳炎 急性のウイルス・細菌感染 小児に多い
- 滲出性中耳炎 慢性的に中耳に粘液が貯まった状態  
腫瘍が原因のこともある
- 慢性中耳炎 中耳炎が慢性化して、鼓膜に穴が残った状態  
手術で鼓膜を塞いだり、耳小骨をつなぎ直したりする  
耳小骨連鎖の固着により鼓室硬化症を併発する
- 真珠腫性中耳炎 中耳内に鼓膜が入り込んで内腔に垢がたまり感染する（真珠腫）  
合併症を起こすことがあるので、手術をした方がよい

## その他

- 耳硬化症 蝸牛の骨が溶解してアブミ骨底板に沈着し可動制限

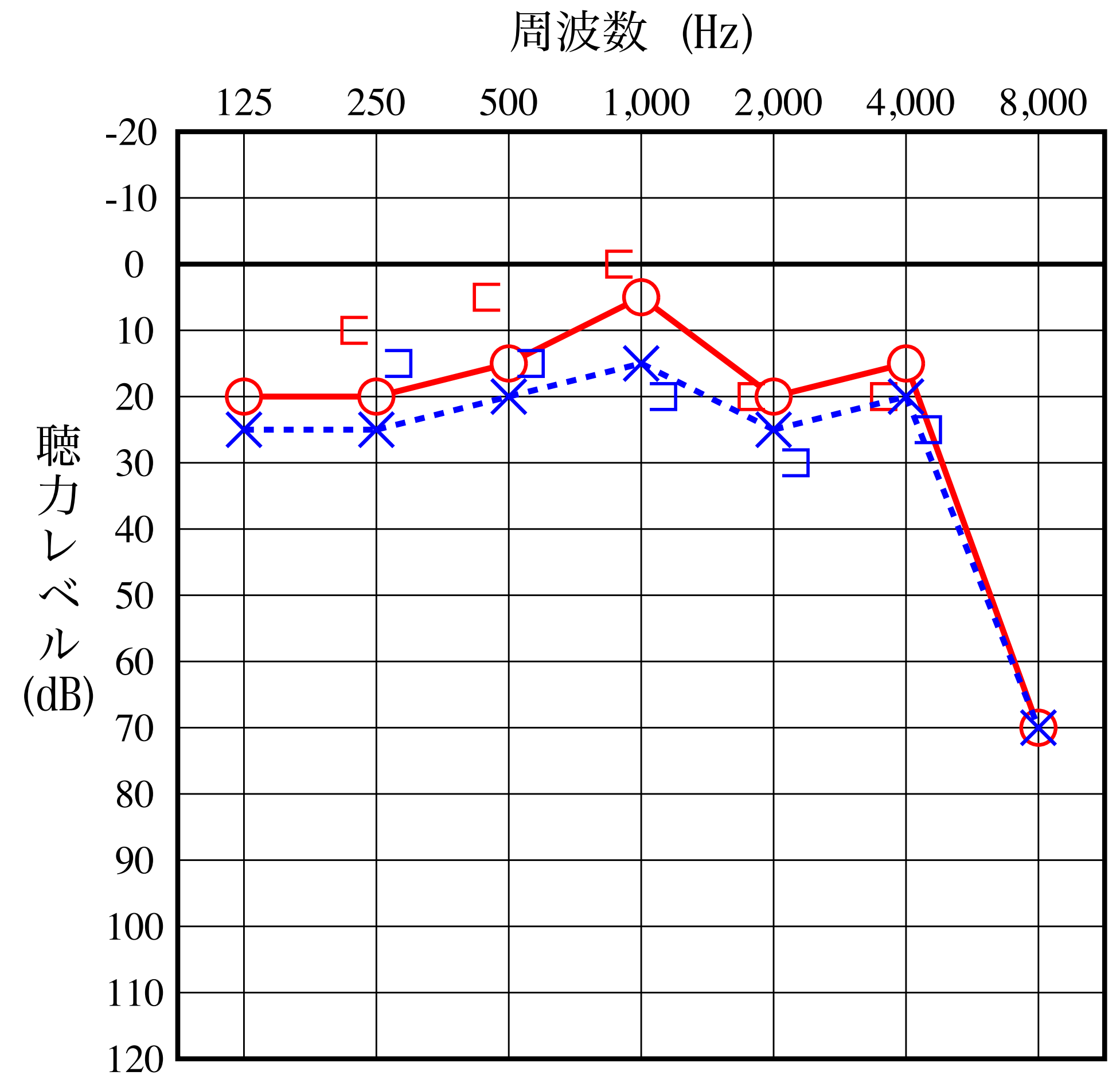
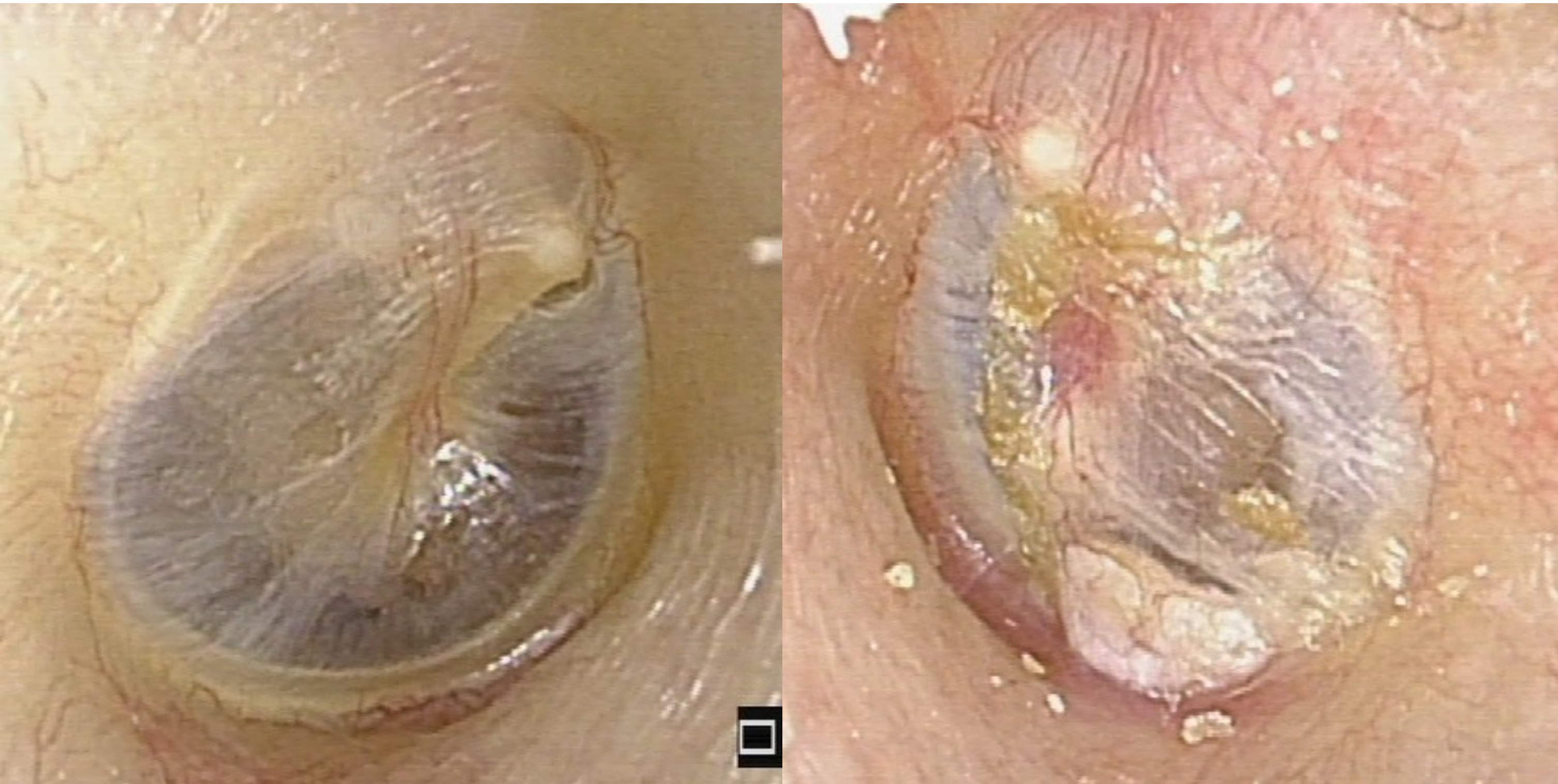


# 鼓膜穿孔 = 慢性中耳炎



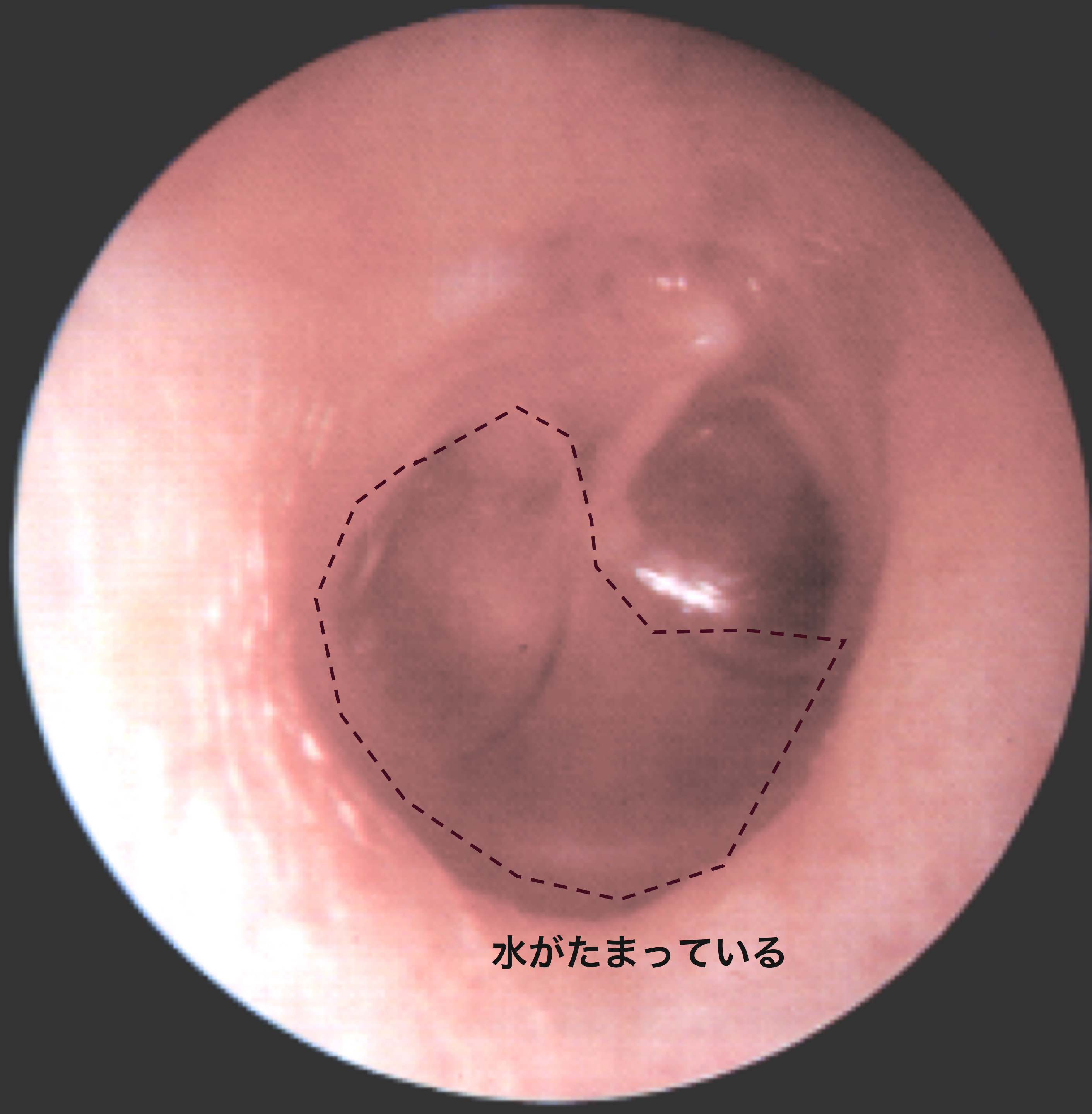


# 鼓膜形成術後1年





# 滲出性中耳炎 ＝中耳に液が貯留

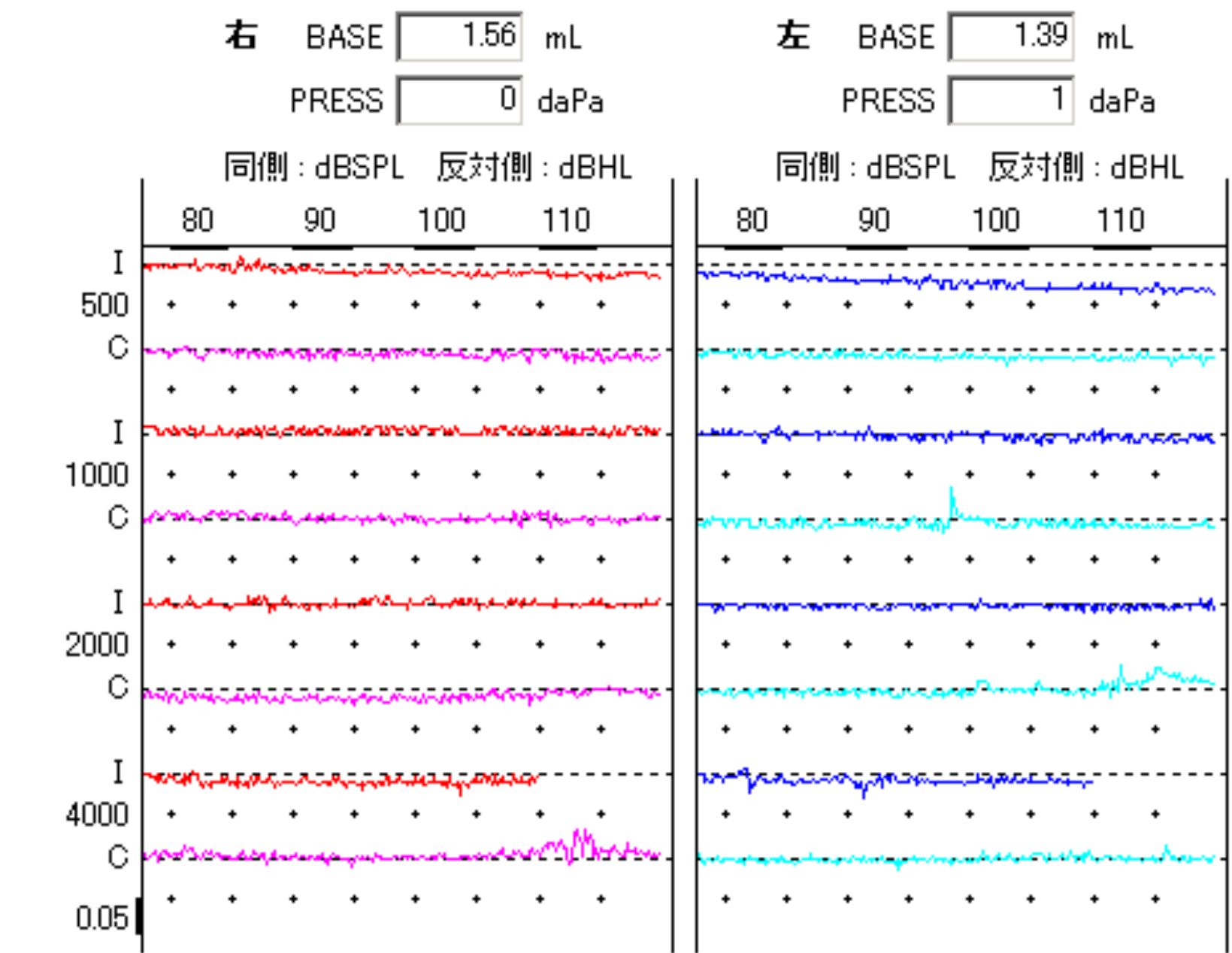
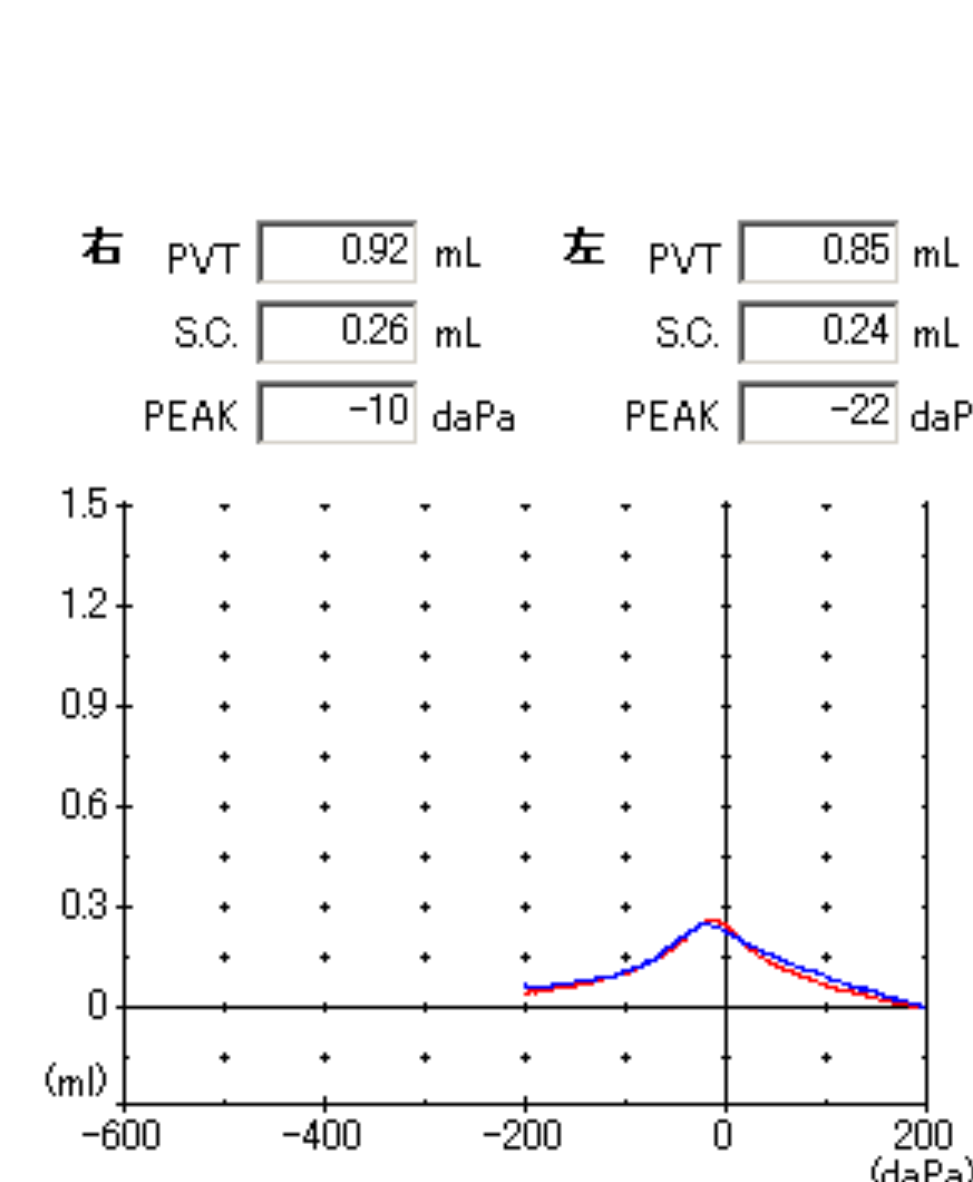
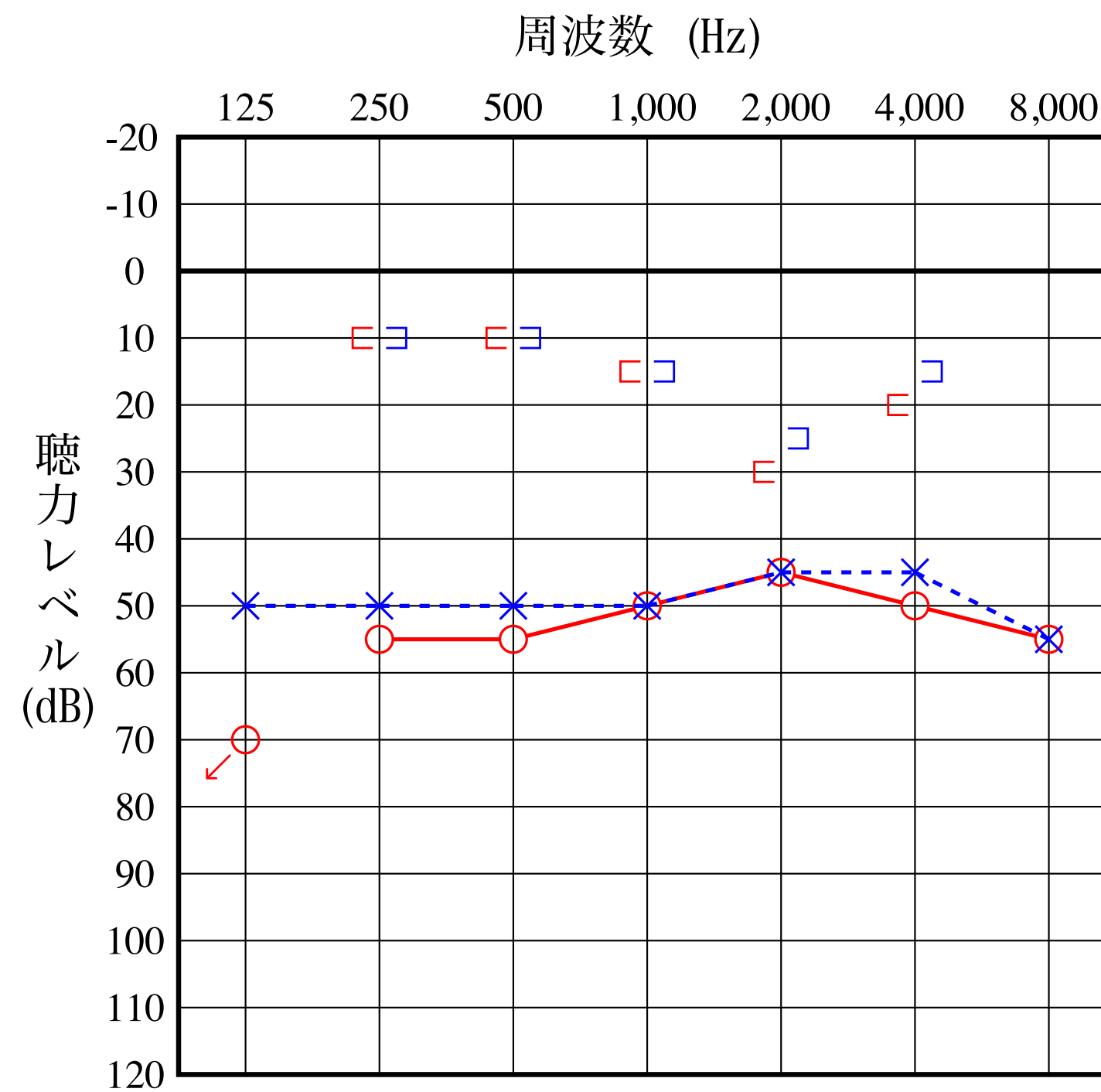
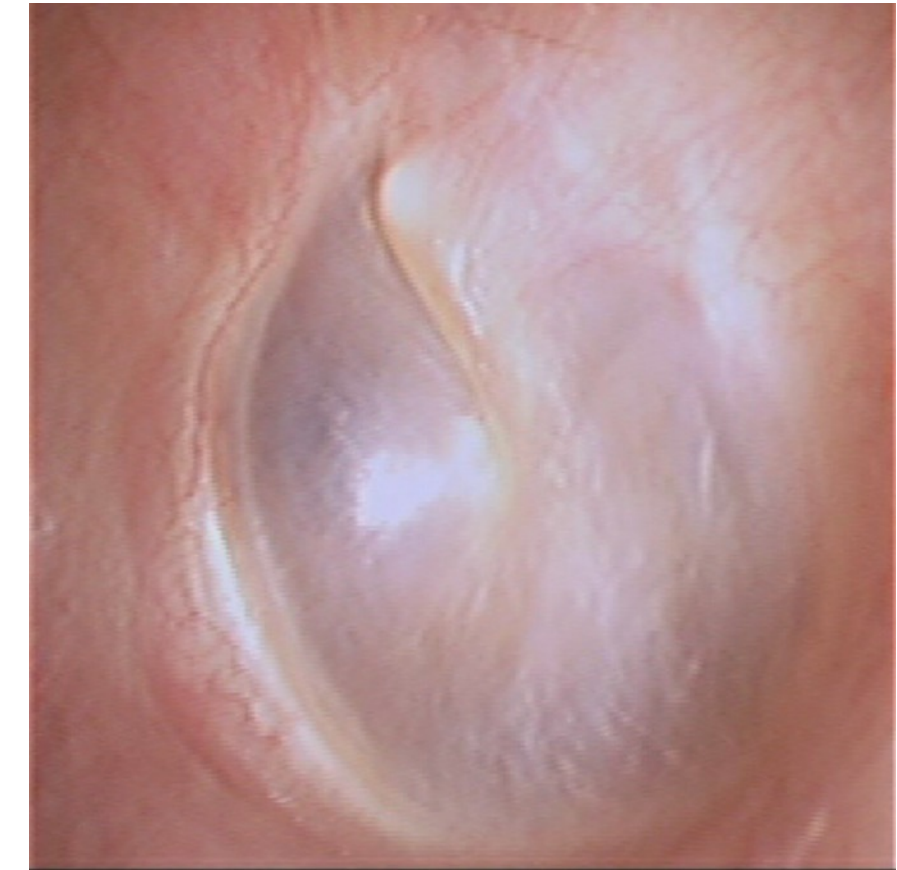
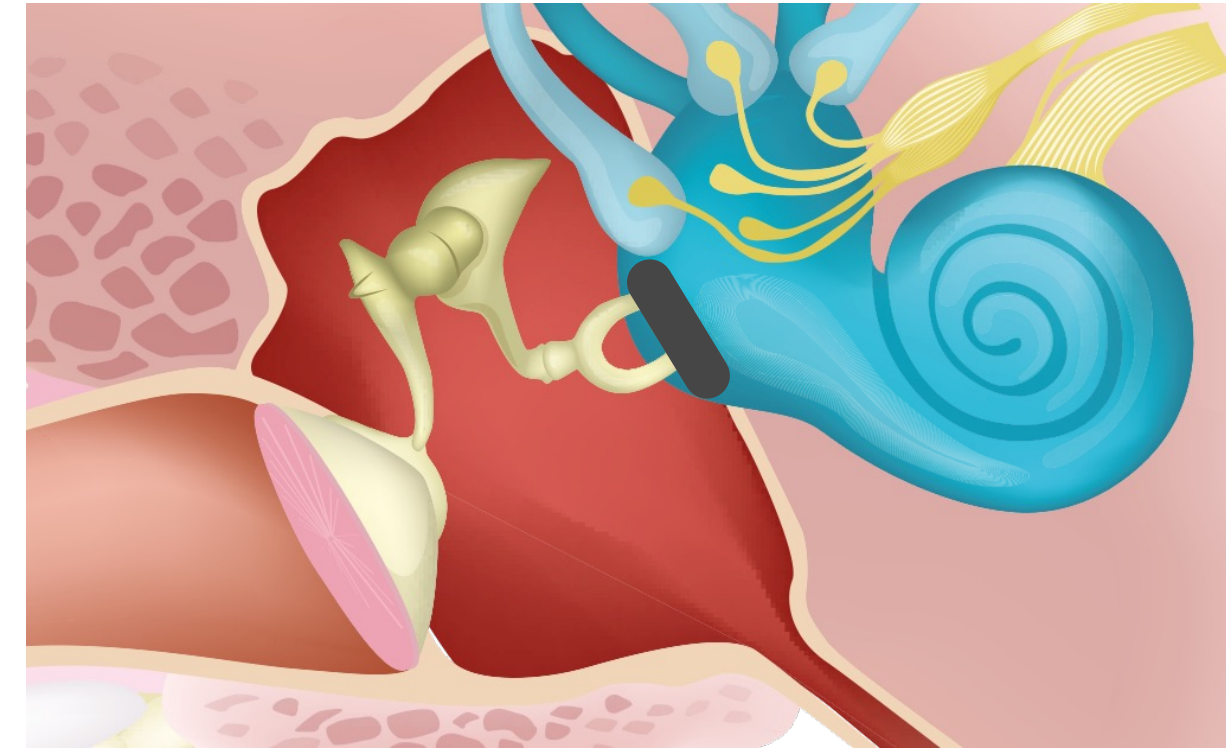


水がたまっている



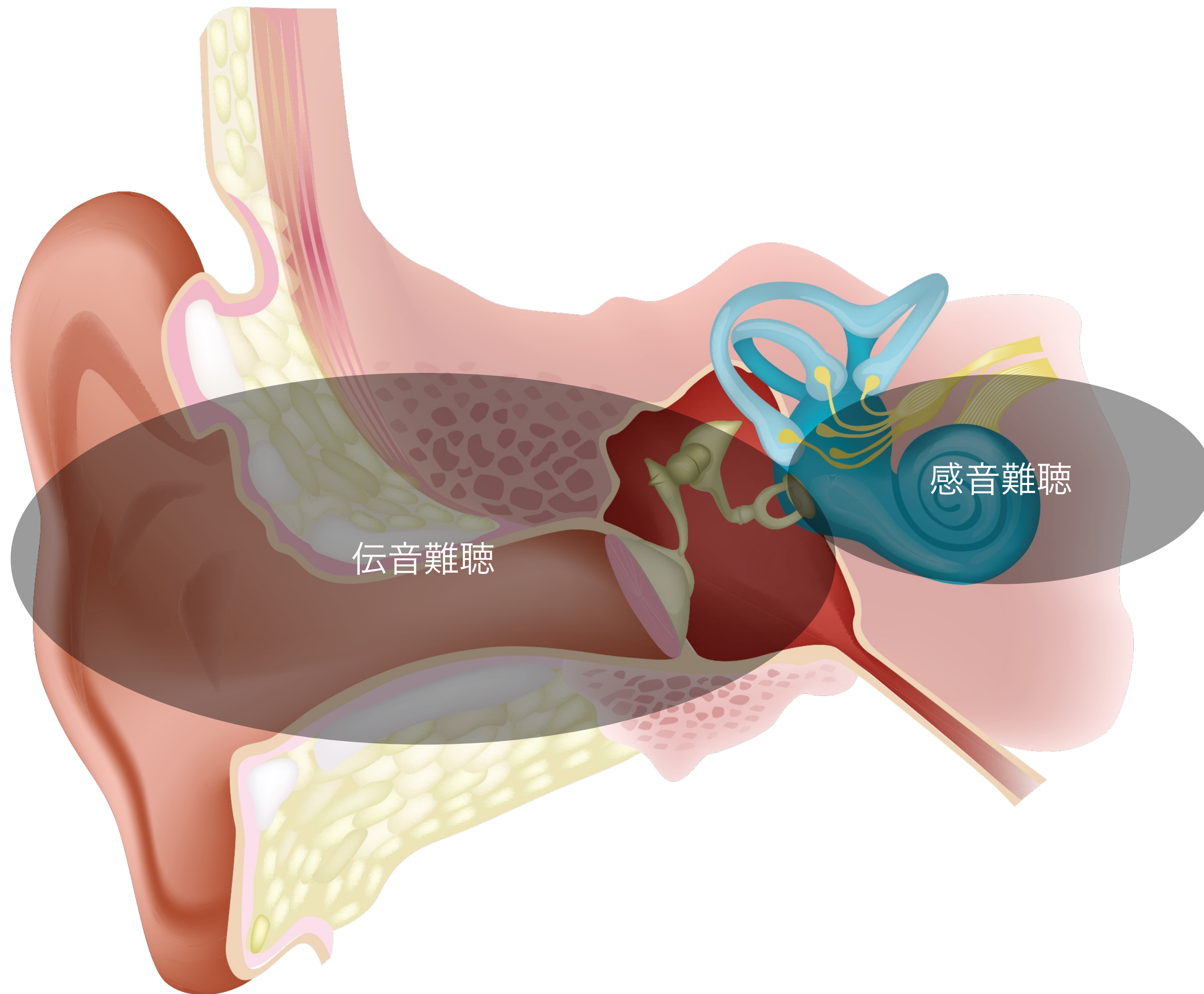
# 耳硬化症

- ・ アブミ骨 (一番奥の耳小骨)の固着
- ・ 時々めまいも起きる (伝音難聴+めまいなら疑う)





# 難聴の種類によって対処法が異なる



- 伝音難聴  
処置や手術などで聴こえを良くすることが可能な場合がある

- 感音難聴  
処置や手術などで聴こえを良くすることは難しい

**補聴器を使う**

# 感音難聴 (多くはこちら)

## 内耳性難聴

- ・ 突発性難聴 何月何日何時何分に急に難聴とめまいが
- ・ メニエール病 めまいと耳閉感を繰り返す
- ・ 先天性難聴 1/1000
- ・ 遺伝性難聴 多くは先天難聴、ただし徐々に進行するタイプもある
- ・ 加齢性難聴 高音漸傾型難聴 個人差あり
- ・ 騒音性難聴 4kHzから閾値上昇が始まる
- ・ 薬剤性難聴 プラチナ製剤、ループ利尿薬

## 後迷路性難聴

- ・ 聴神経腫瘍 めまい、難聴、顔面神経麻痺



# 感音難聴 (多くはこちら)

## 内耳性難聴

- **突発性難聴**

何月何日何時何分に急に難聴とめまいが

- メニエール病

めまいと耳閉感を繰り返す

- 先天性難聴

1/1000

- 遺伝性難聴

多くは先天難聴、ただし徐々に進行するタイプもある

- 加齢性難聴

高音漸傾型難聴 個人差あり

- 騒音性難聴

4kHzから閾値上昇が始まる

- 薬剤性難聴

プラチナ製剤、ループ利尿薬

## 後迷路性難聴

- 聴神経腫瘍

めまい、難聴、顔面神経麻痺





# 感音難聴 (多くはこちら)

## 内耳性難聴

- ・ 突発性難聴
- ・ メニエール病
- ・ 先天性難聴
- ・ 遺伝性難聴
- ・ **加齢性難聴**
- ・ 騒音性難聴
- ・ 薬剤性難聴

何月何日何時何分に急に難聴とめまいが

めまいと耳閉感を繰り返す

1/1000

多くは先天難聴、ただし徐々に進行するタイプもある

**高音漸傾型難聴 個人差あり**

4kHzから閾値上昇が始まる

プラチナ製剤、ループ利尿薬

めまい、難聴、顔面神経麻痺

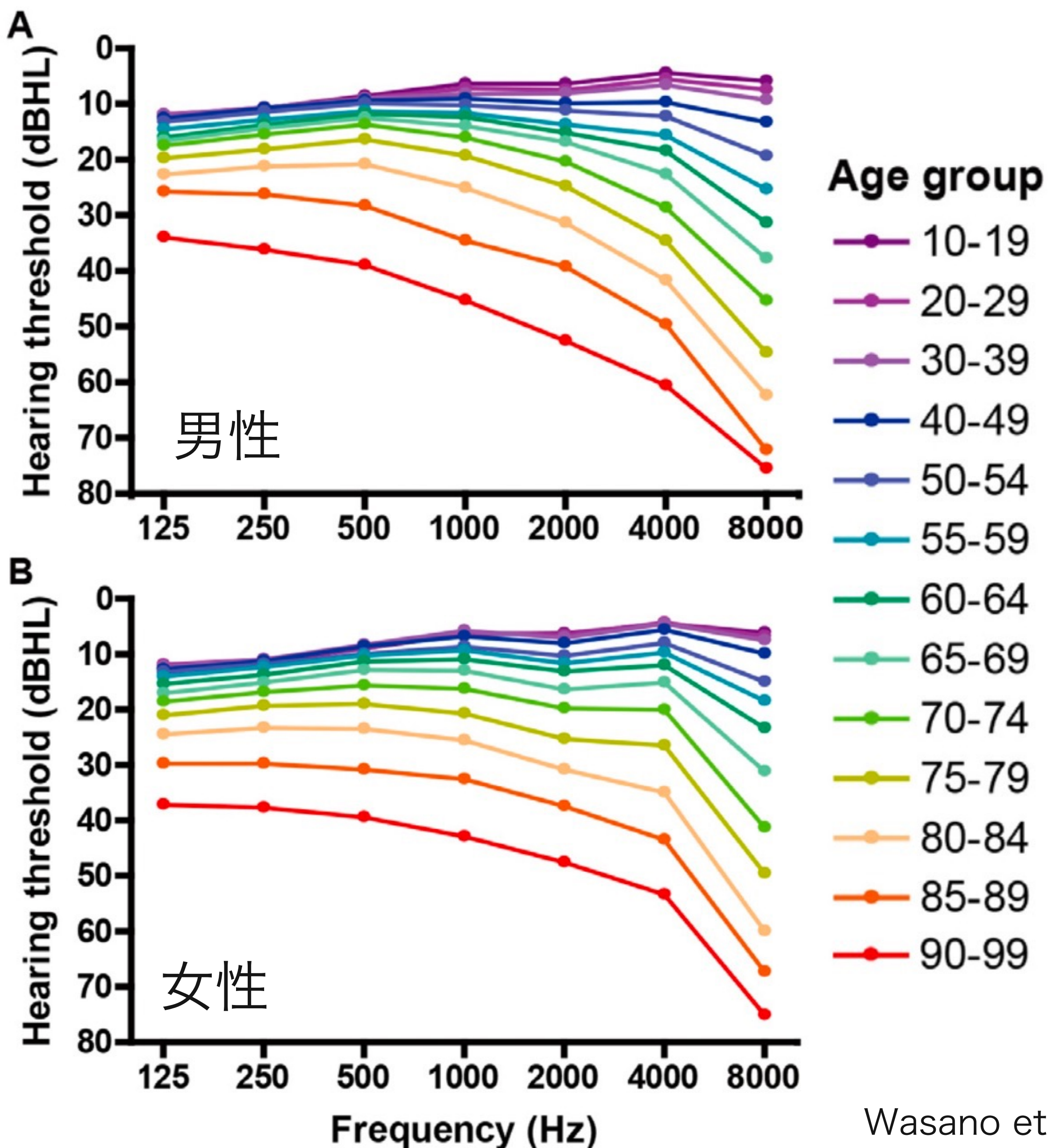
## 後迷路性難聴

- ・ 聴神経腫瘍





# 加齢性難聴



- 加齢に伴って高い音から順に聞こえにくくなる
- 低い音はそれなりに聞こえるので何か話していることはわかるが、子音が聞こえにくくなる
- 通常は両耳とも聞こえが悪くなる (左右差がある場合は別の病気を疑う)
- **補聴器の両耳装用が効果的**である

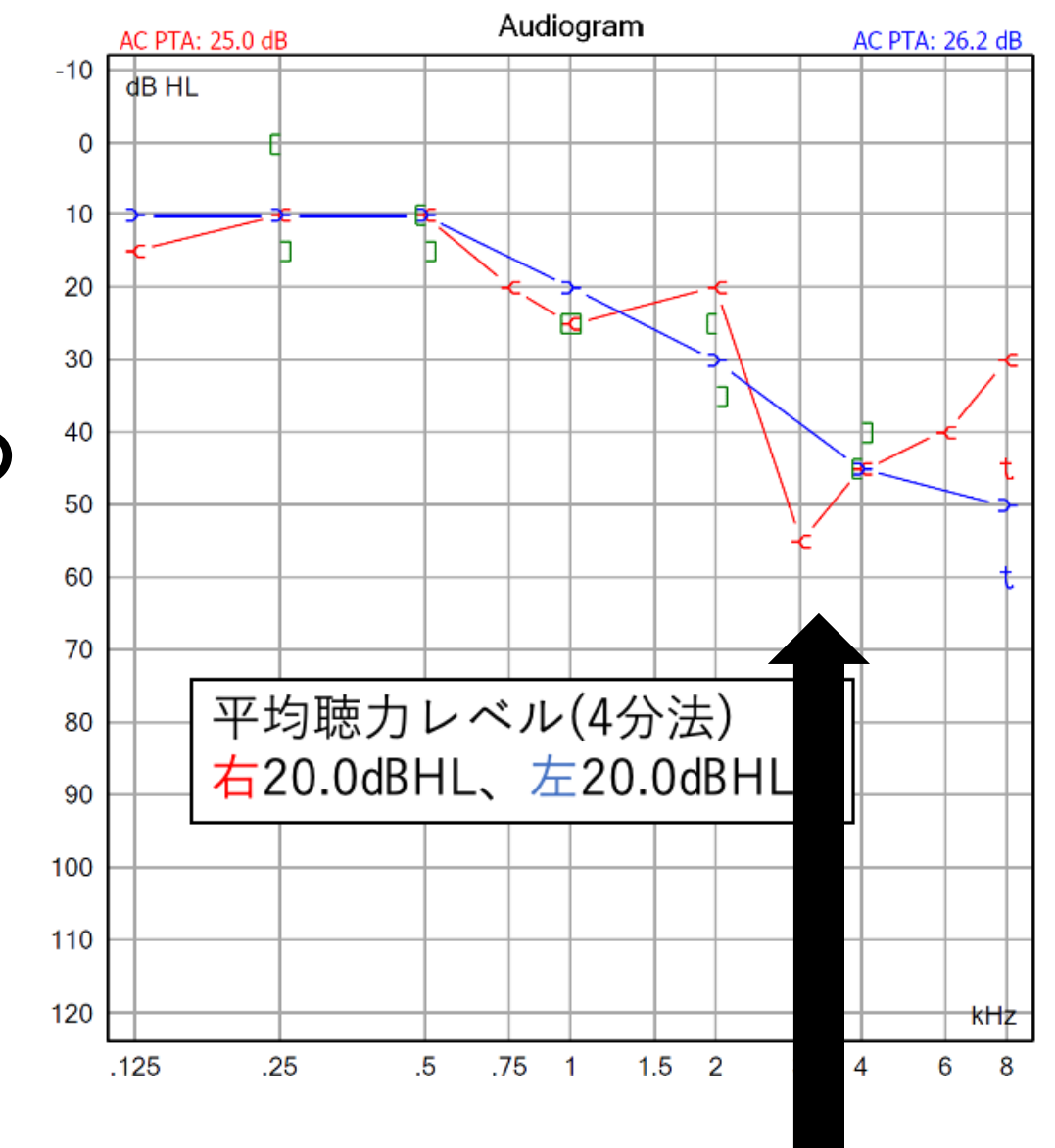




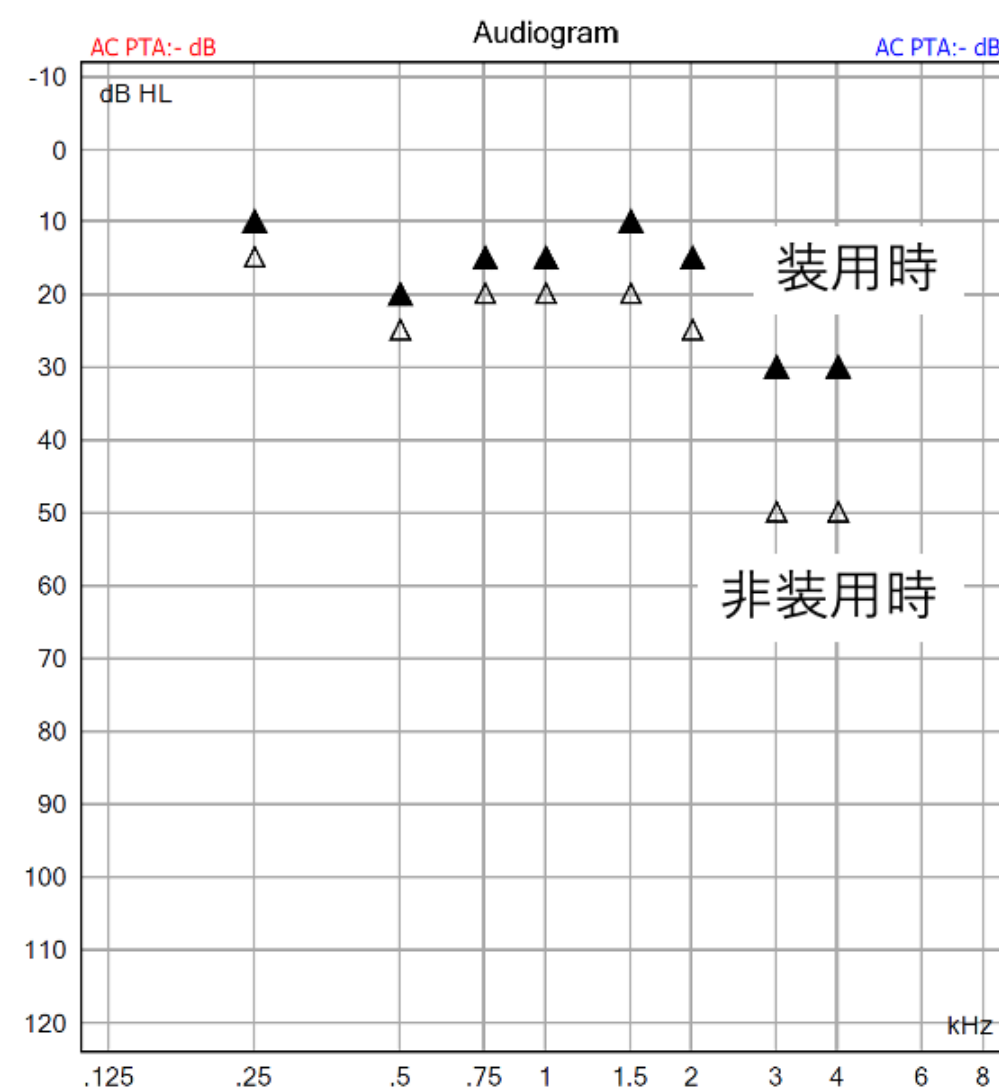
# 耳鳴症

症例： はかたみち耳鼻科  
宮地先生

- 多くの感音難聴は耳鳴 (じめい・みみなり)を伴う
- 耳鳴は24時間続くこともあり大きくQOL (生活の質)を下げる
- 補聴器で治療が可能！
- TRT (音響療法)： ノイズや音楽による耳鳴治療
- 静かな所で気になる： 周囲の音を十分に入れる



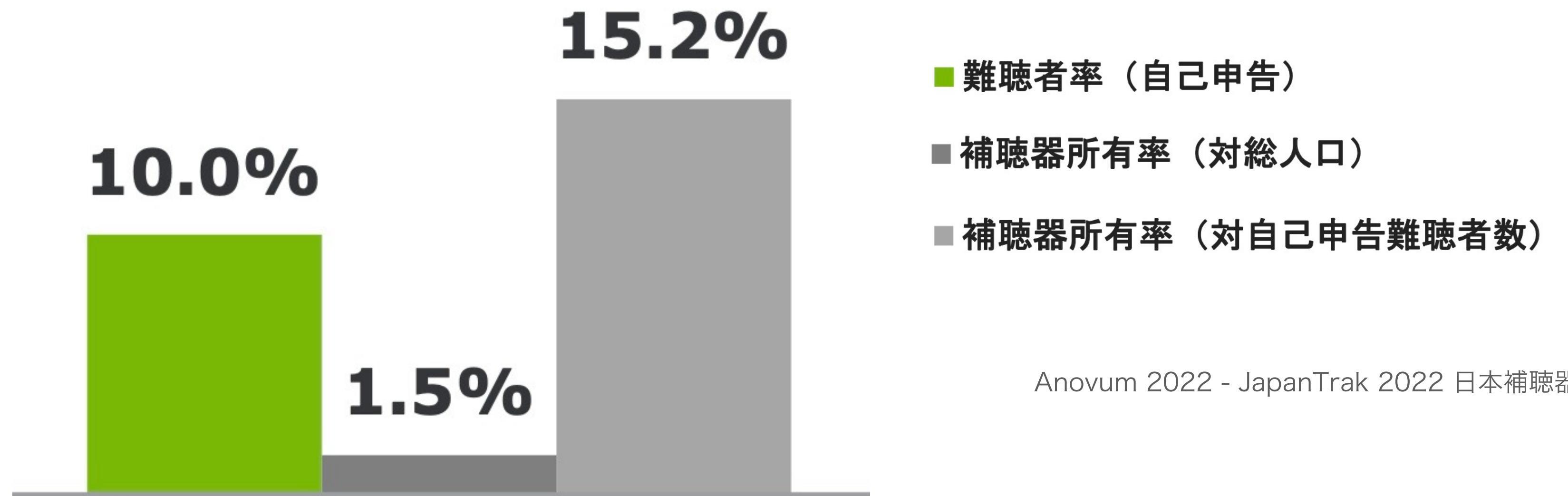
聴力が低下した周波数付近で耳鳴がおきやすい



きこえが改善  
(△→▲)したことで  
耳鳴<環境音に  
なって気にならなく  
なった



# 補聴器装用者は全人口の1.5%



Anovum 2022 - JapanTrak 2022 日本補聴器工業会

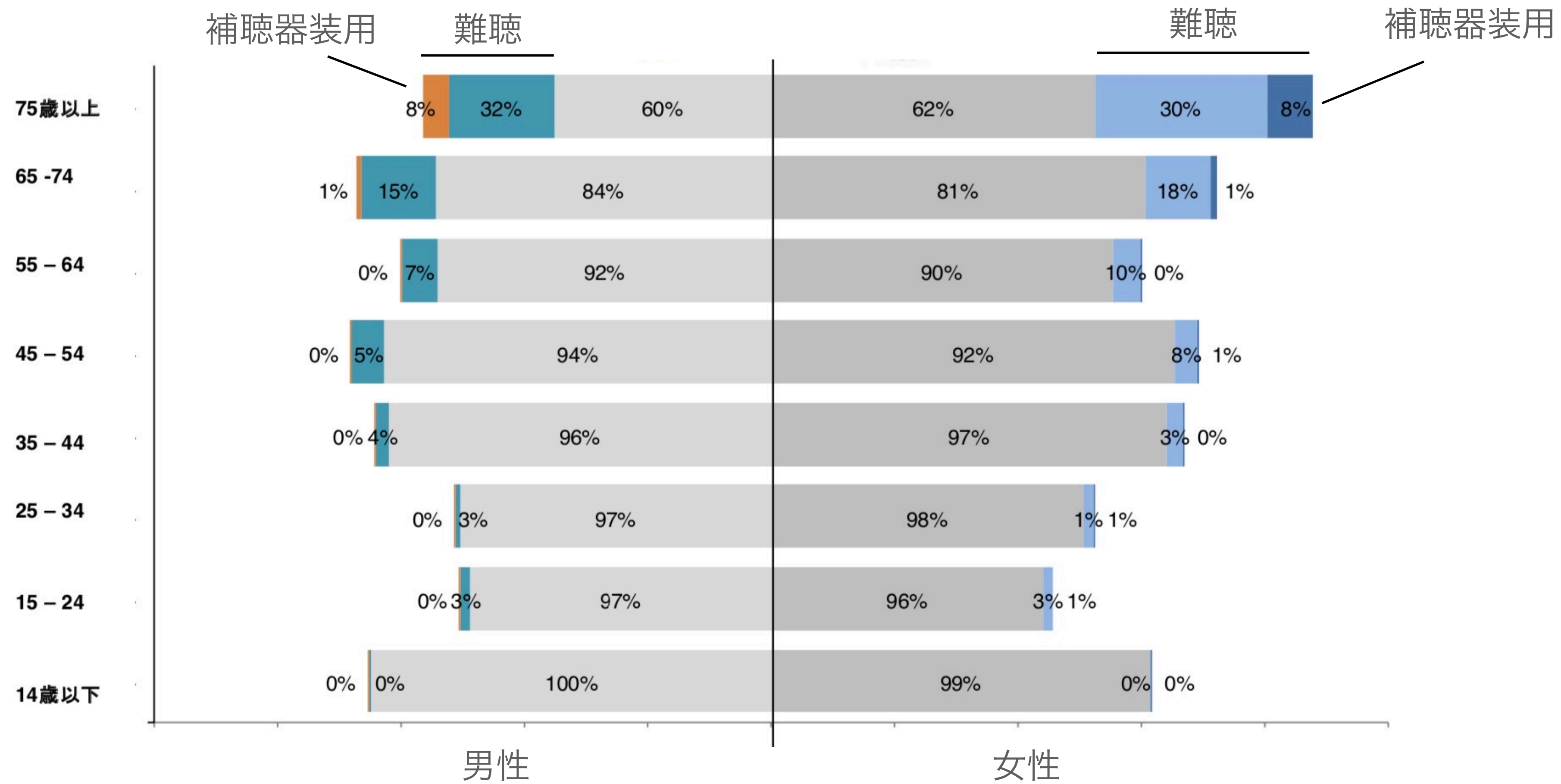


インターワイヤード社調べ 2017

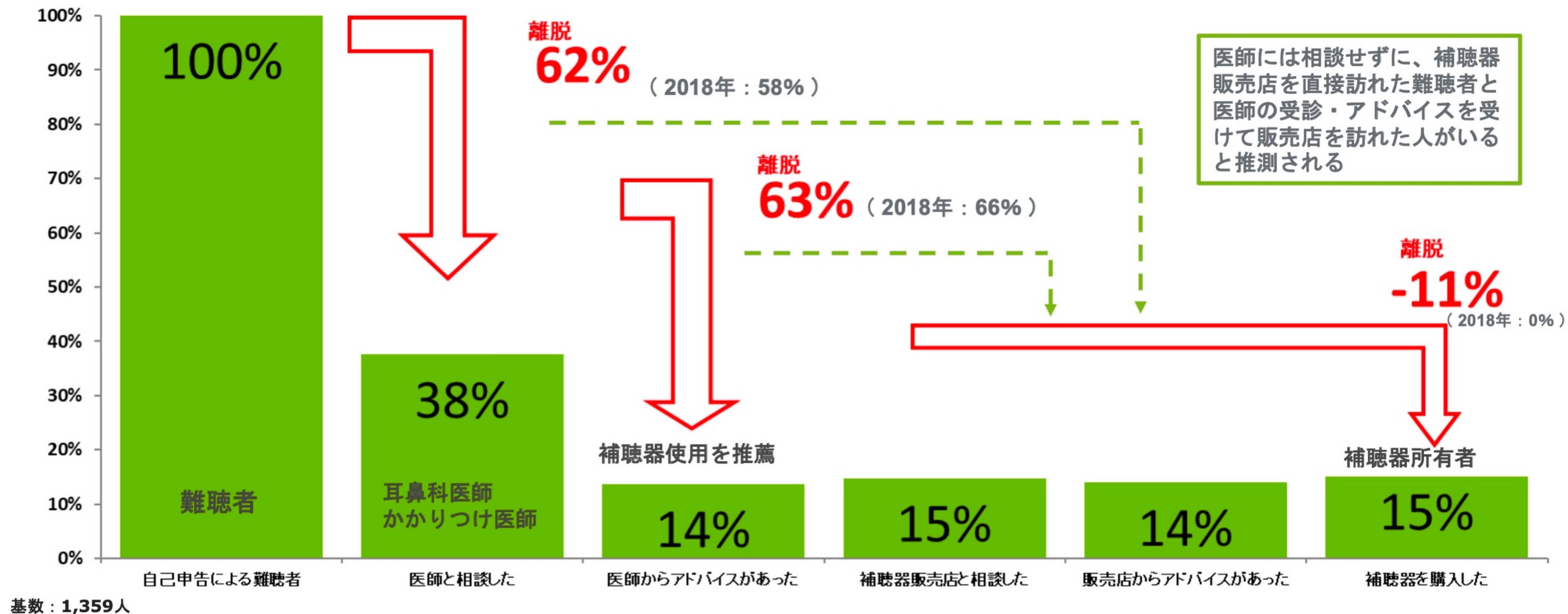
メガネは75%以上の人が使っている



# 補聴器は主に75歳以上が使っている



# 補聴器試聴に辿り着くまで



Anovum 2022 - JapanTrak 2022 日本補聴器工業会

正しい情報が得にくい？  
きこえにくさを自覚したらまず耳鼻科受診を



# (理想的な)補聴器装用の流れ

- 耳鼻科受診
- **聴力検査 (純音聴力検査、 語音聴力検査)**
- **試聴** (認定補聴器技能者、 言語聴覚士、 医師が対応)
  - 初回調整
  - その後複数回調整
  - 補聴器適合検査
- 購入決定
- 定期的な清掃と調整

音のきこえ＋言葉のきこえ  
の検査をする

買う前に試す！



# 語音聴力検査

20個中何個聴き取れたかを、色々な大きさの音で検査する  
補聴器を合わせる際に必須の検査  
補聴器が合わない、使えない場合、この検査をやっていないことが多い

1表      アキシタニヨジウクス

ネハリバオテモワトガ

2表      キタヨウスハバテワガ

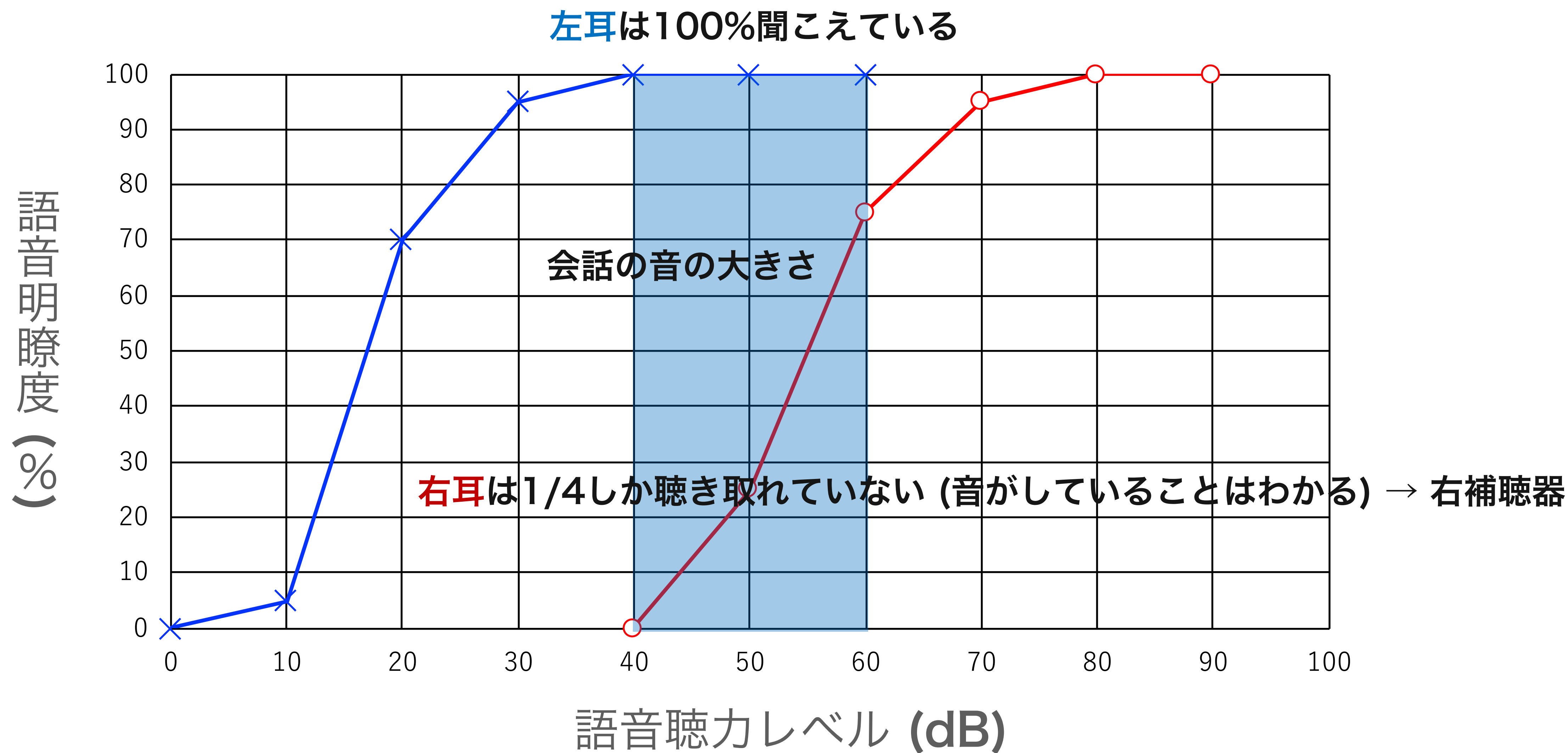
アシニジクネリオモト

3表      .....

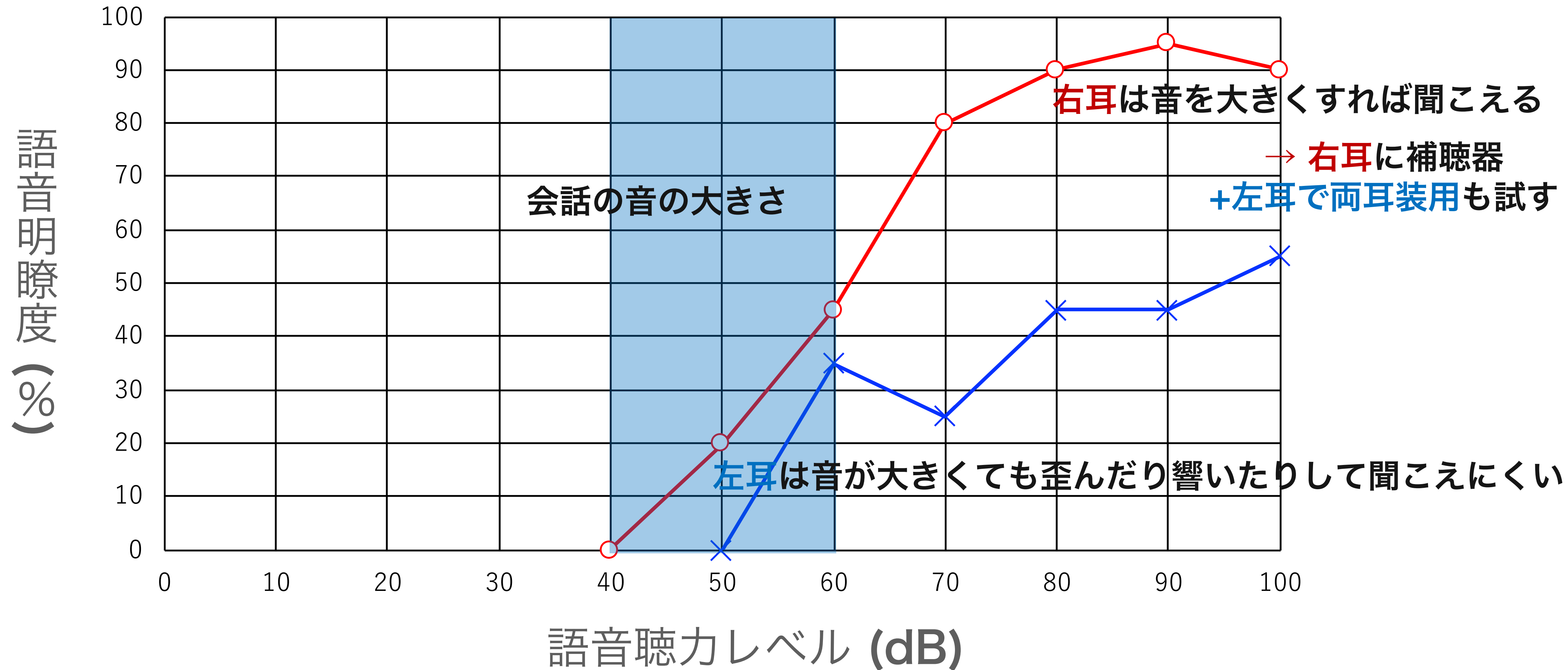




# 基本は両耳。片耳難聴の時



# 左右の聞き取りが大きく異なるパターン

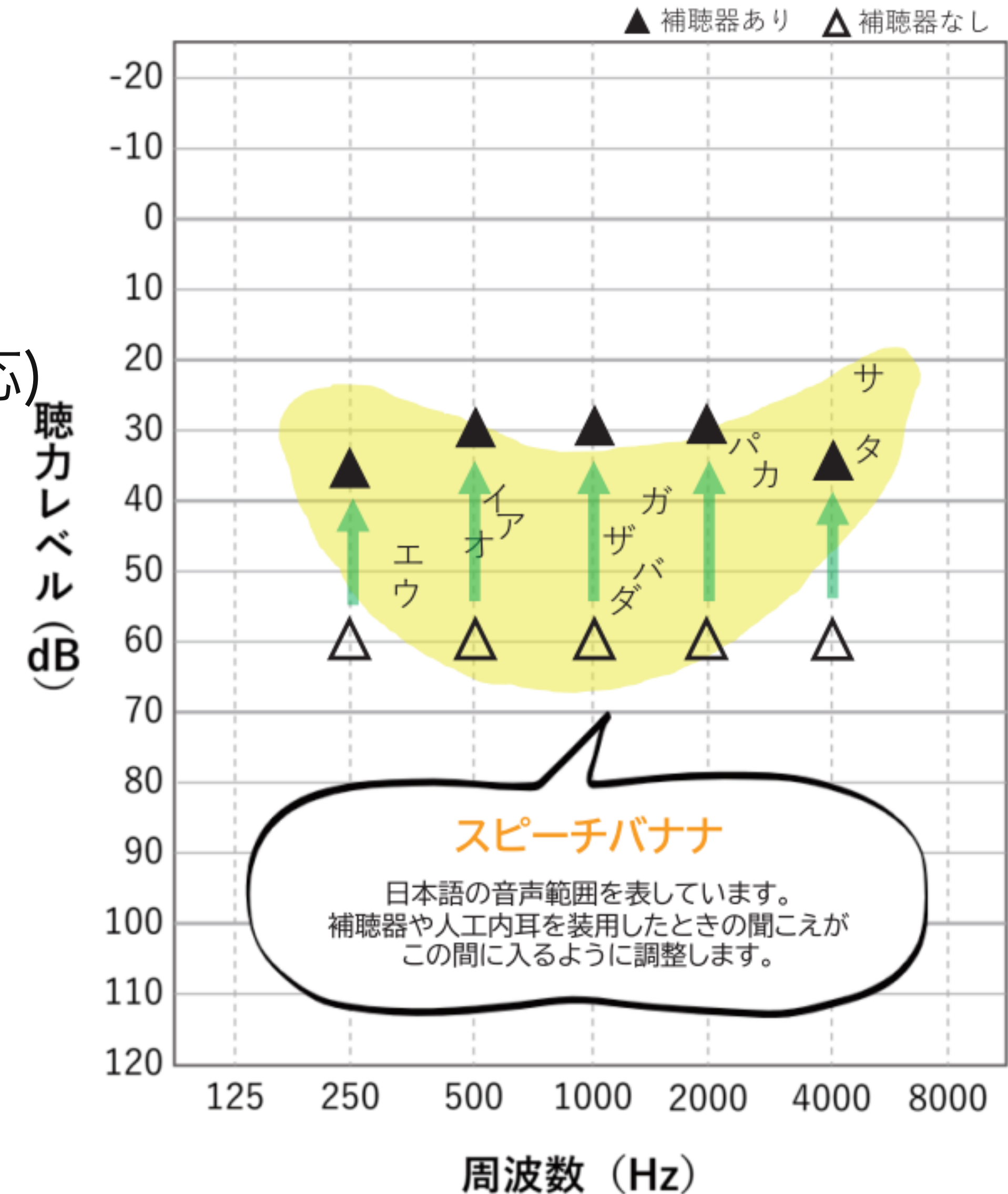




# (理想的な)補聴器装用の流れ

- 耳鼻科受診
- 聴力検査 (純音聴力検査、 語音聴力検査)
- 試聴 (認定補聴器技能者、 言語聴覚士、 医師が対応)
  - 初回調整
  - その後複数回調整
  - **補聴器適合検査**
- 購入決定
- 定期的な清掃と調整

補聴器でちゃんと聞こえるようになっているか確認する



# 専門家による調整後の反応

補聴器の出力の限界といわれたが、調整で聞こえやすくなった。  
また数日うるさいかもしれないが、徐々に慣れると思う。

脳が補聴器のきこえに順応するのに  
最低2週間～3か月程度必要

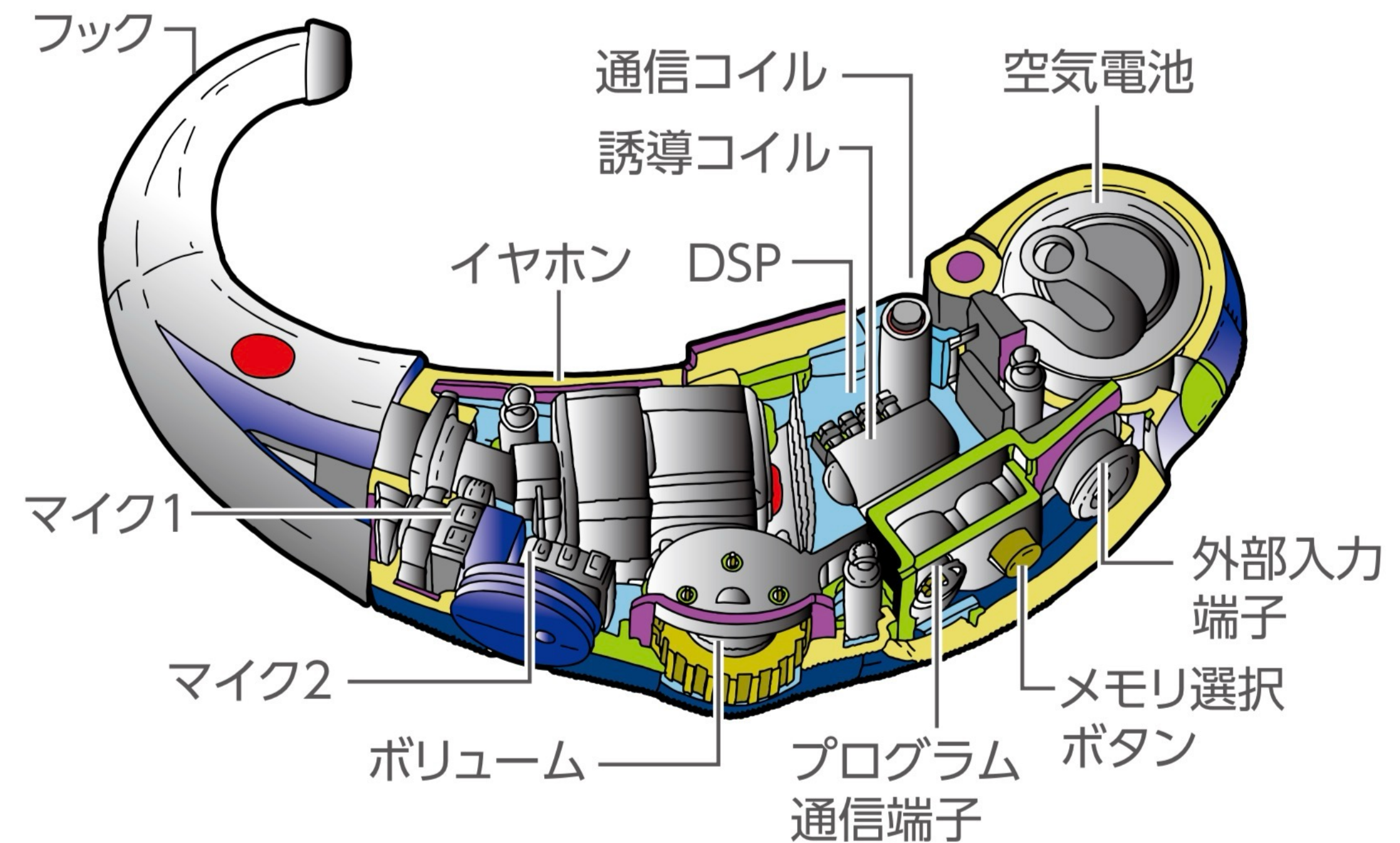
脳が慣れたら、補聴器が自分の耳のような感じになる  
(野田体験談)





# デジタル補聴器の構造

- デジタル信号処理により高品質な音の増幅が可能
- マイク→A/D→DSP  
→D/A→レシーバ
- このDSPに、音を大きくする以外にも各種機能・安全機能を搭載  
(指向性、雑音抑制、周波数別調整、最大出力制御)
- 集音器は音を大きくするだけ  
→ 雑音も大きくなる





# さまざまな補聴器の形態

耳かけ型

ミニRITE R / ミニRITE T



オープンベースドーム装着時

パワーモールド装着時



小さく、スマートなデザイン。  
ワイヤーも細く耳になじんで外からほとんど見えません。  
つけていることを忘れるほどのつけ心地です。

軽 中 高 重

ミニBTE R / ミニBTE T



耳の後ろにかけるタイプで  
軽度から高度(フック/モールド使用時)  
まで幅広く対応しています。

軽 中 高

プラスパワー



耳の後ろにかけるタイプで  
中等度から重度の難聴まで幅広く  
対応しています。

中 高 重

スーパーパワー



耳の後ろにかけるタイプで  
中等度から重度の難聴に  
対応する高出力の補聴器です。

中 高 重

ウルトラパワー



補聴器の形態 (大きさ)

価格

によって、搭載可能な機能が異なる

耳かけ型、耳穴型、箱形

耳あな型



より小さいサイズで耳あなに  
しっかり収まり目立ちません。

軽 中 高 重



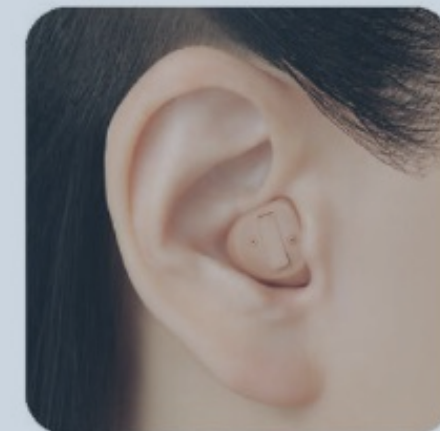
耳の奥にぴったりとあはれ  
収まるので目立ちません。

軽 中 高 重



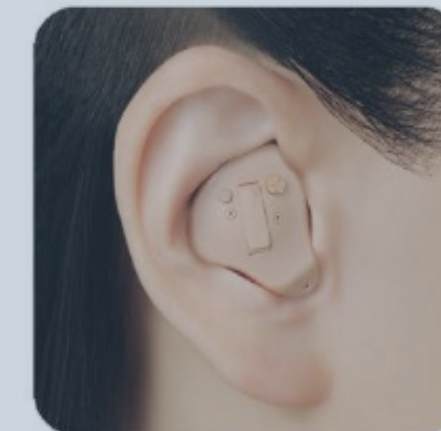
オーティコン耳あな型補聴器の  
標準的なサイズです。

軽 中 高 重



カナルよりやや大きめで  
操作性も高く  
使いやすいタイプです。

軽 中 高 重



さまざまなタイプの難聴に対応。  
より大きいタイプで  
耳にしっかりと収まります。

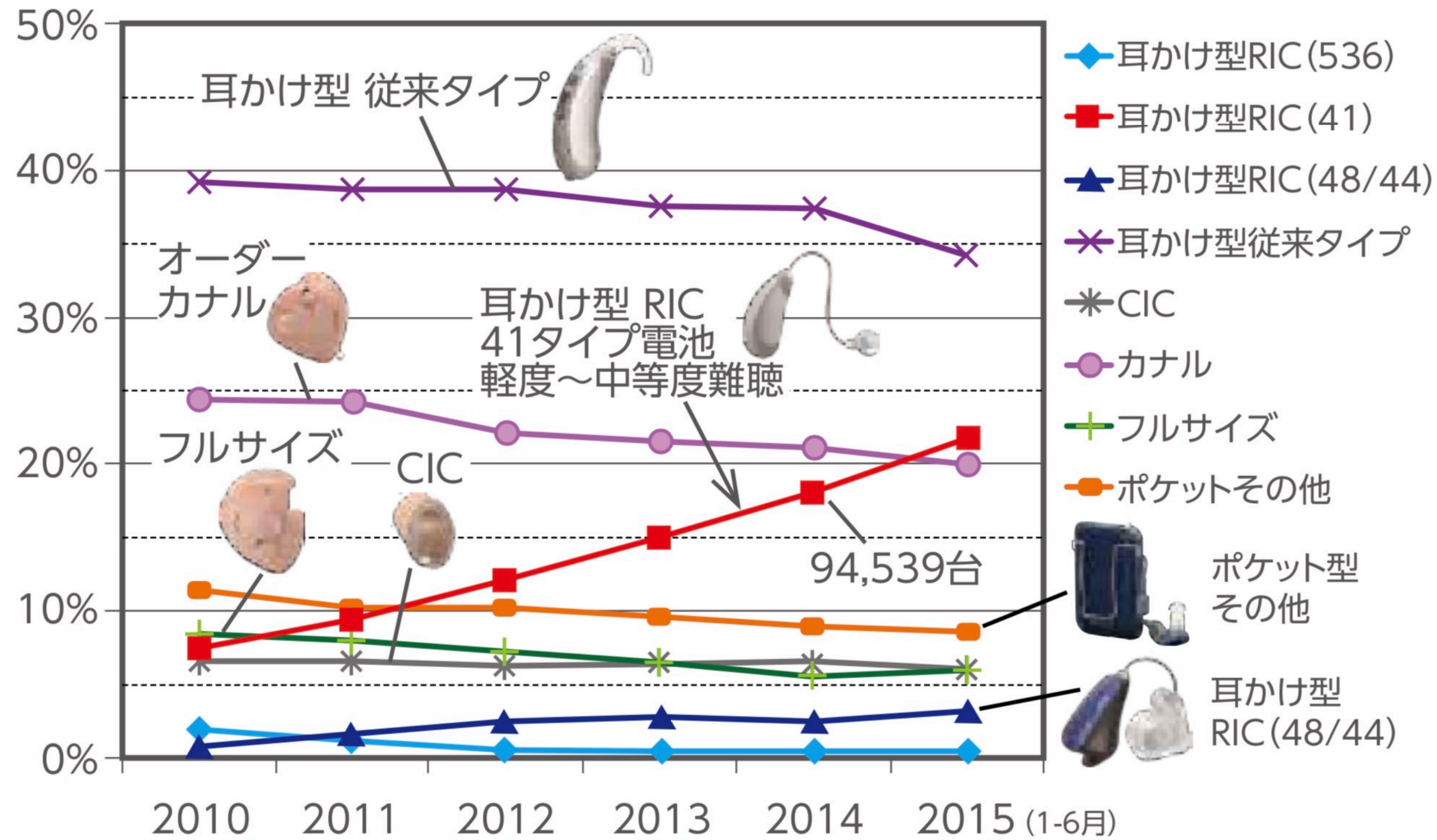
軽 中 高 重

スマートフォンなどに無線で繋がる

対応する難聴度 ▶



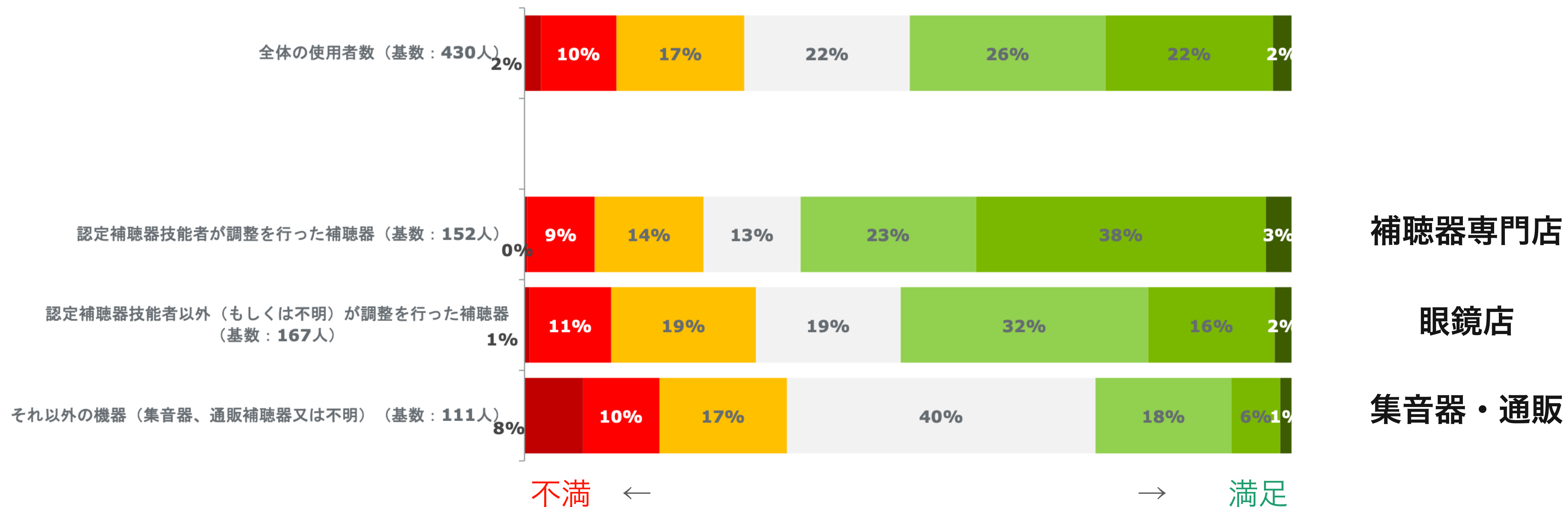
# さまざまな補聴器の形態 (売れ筋)



- スリムな耳掛け型 (RICタイプ)が売れている
- コロナ禍でマスクと併用しやすい耳穴型が最近人気上昇中
- 高齢の方には操作しやすいポケット型の需要もある

高齢の方の場合・・・小さい機械なので指先が動くうちに使い始めて慣れておく

# 補聴器購入後の満足度調査



専門家がきちんと調整した補聴器のほうが満足度が高い



# 補聴器は高額・・・お金の話

- 多くのメーカーで、複数のグレードがある
  - 10万前後 — 60万程度 (片耳で)
- 補聴器助成金は？
  - 身体障害者手帳
  - 未成年は軽中等度難聴でも助成がある (自治体によって異なる)
  - 高齢者への助成 (一部の自治体で)
  - 医療費控除

どのくらい細かく調整できるか

雑音抑制、ハウリング抑制などの  
精度、速度

保証期間 etcで  
ランク付けされている

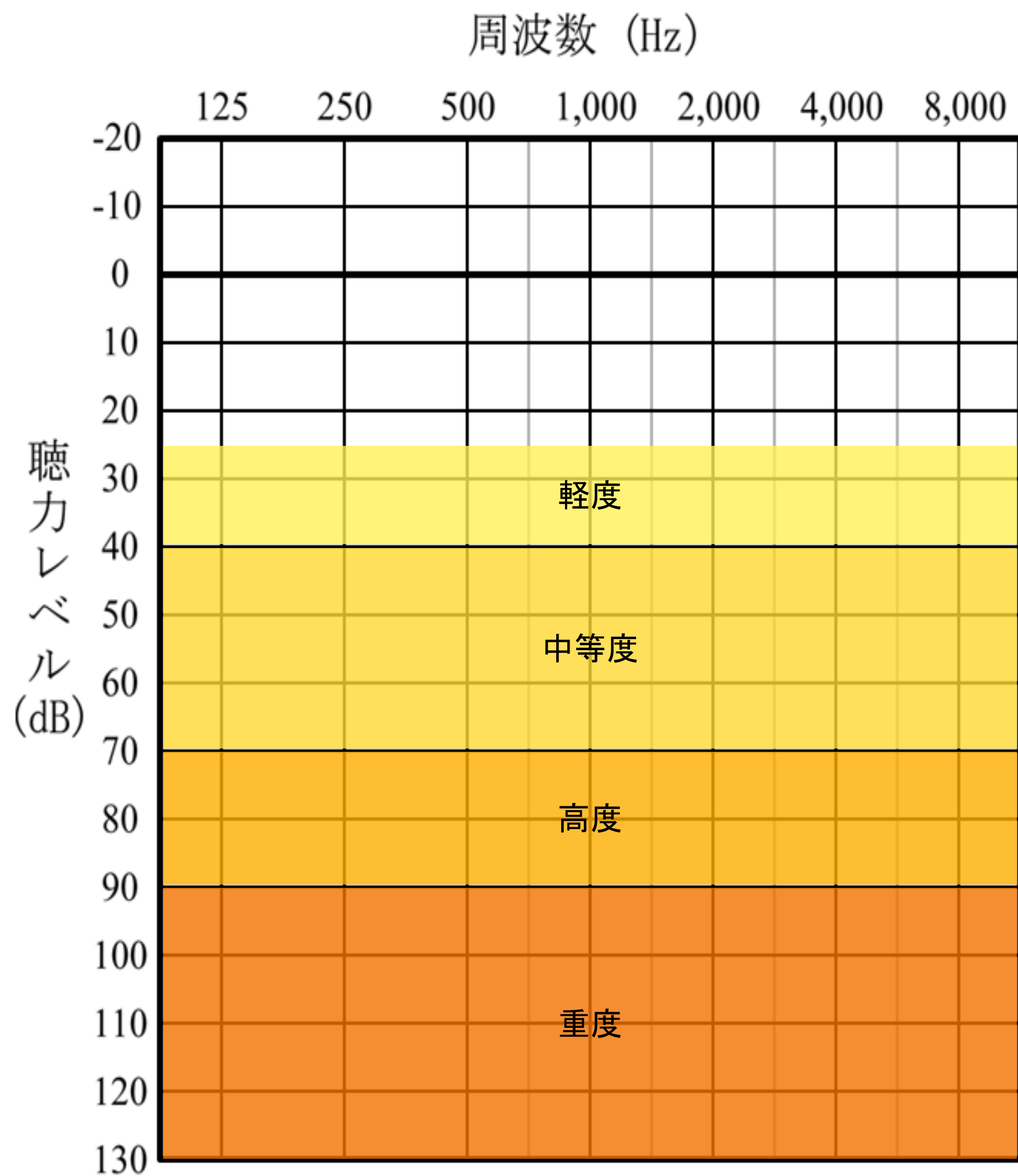
# 補聴器の苦手なこと

- あくまでも音を大きくする機械
  - 正常聴力になるわけではない (よくて軽度難聴)
  - 騒がしい場所での聴き取り (健聴耳+脳のノイズ抑制力にはかなわない)
  - 固定電話
- 補聴器だけでは困難なときに
  - デジタルワイヤレス補聴援助システム
  - 音声文字変換





# 補聴器の適応と聴力



軽度難聴では、  
サ行、ハ行、カ行の聞き分けがしにくくなる

中等度難聴では、  
話し声が聞き取りにくくなる

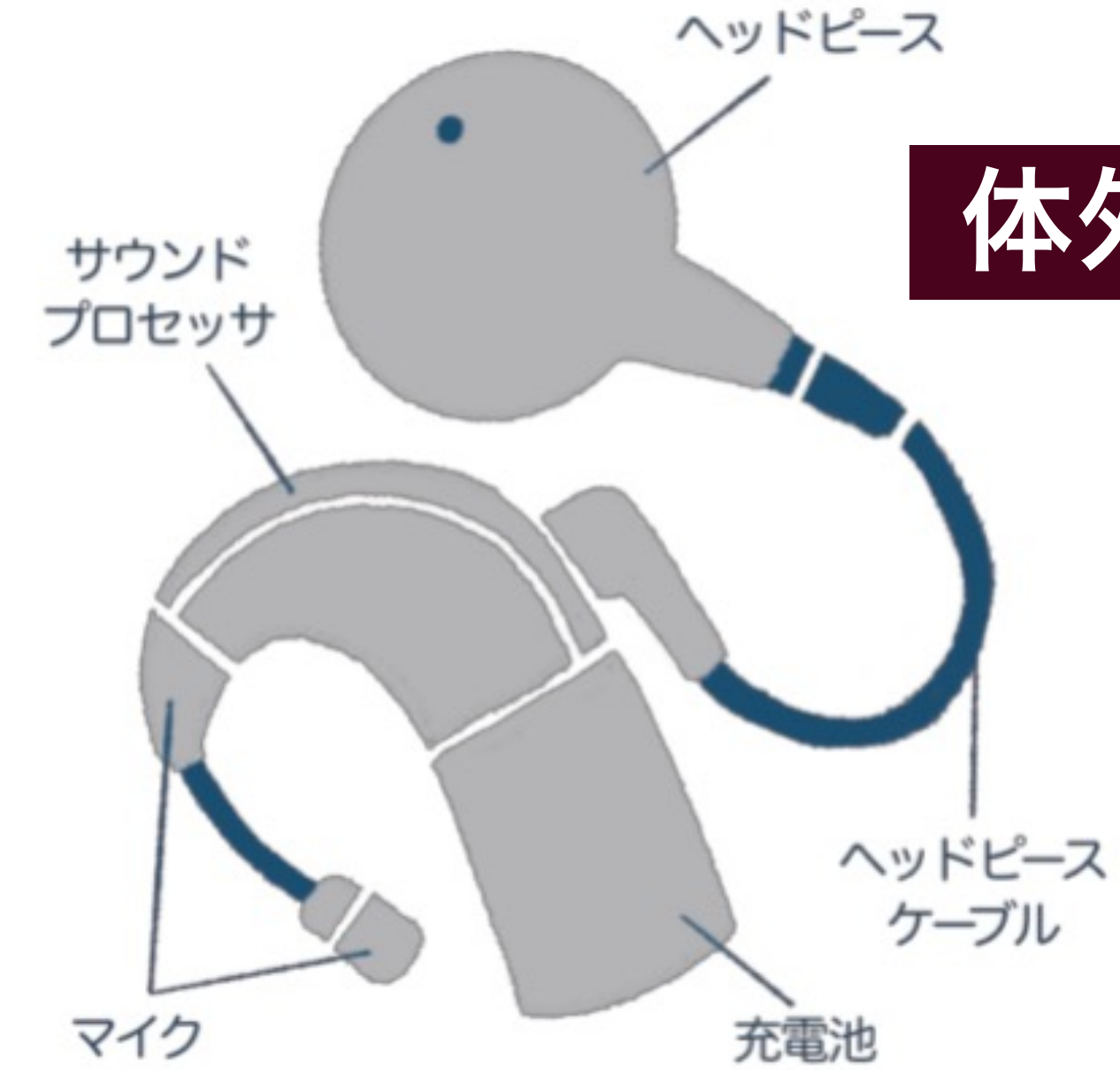
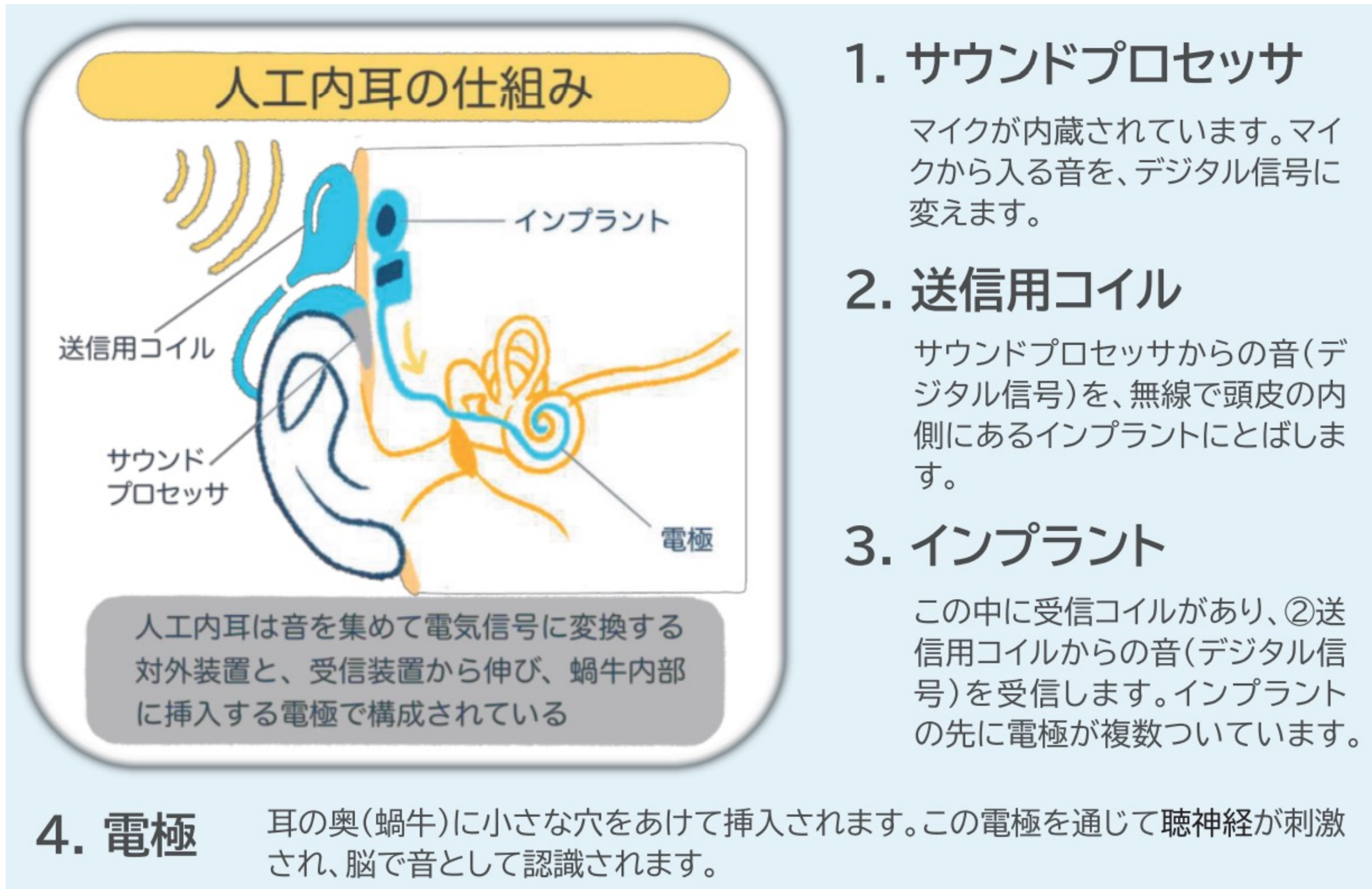
高度難聴では  
大きな声がようやく判る

- 一般的には
  - 軽中等度難聴：補聴器
  - 高度難聴：補聴器でギリギリ  
必要に応じ人工内耳
  - 重度難聴：人工内耳

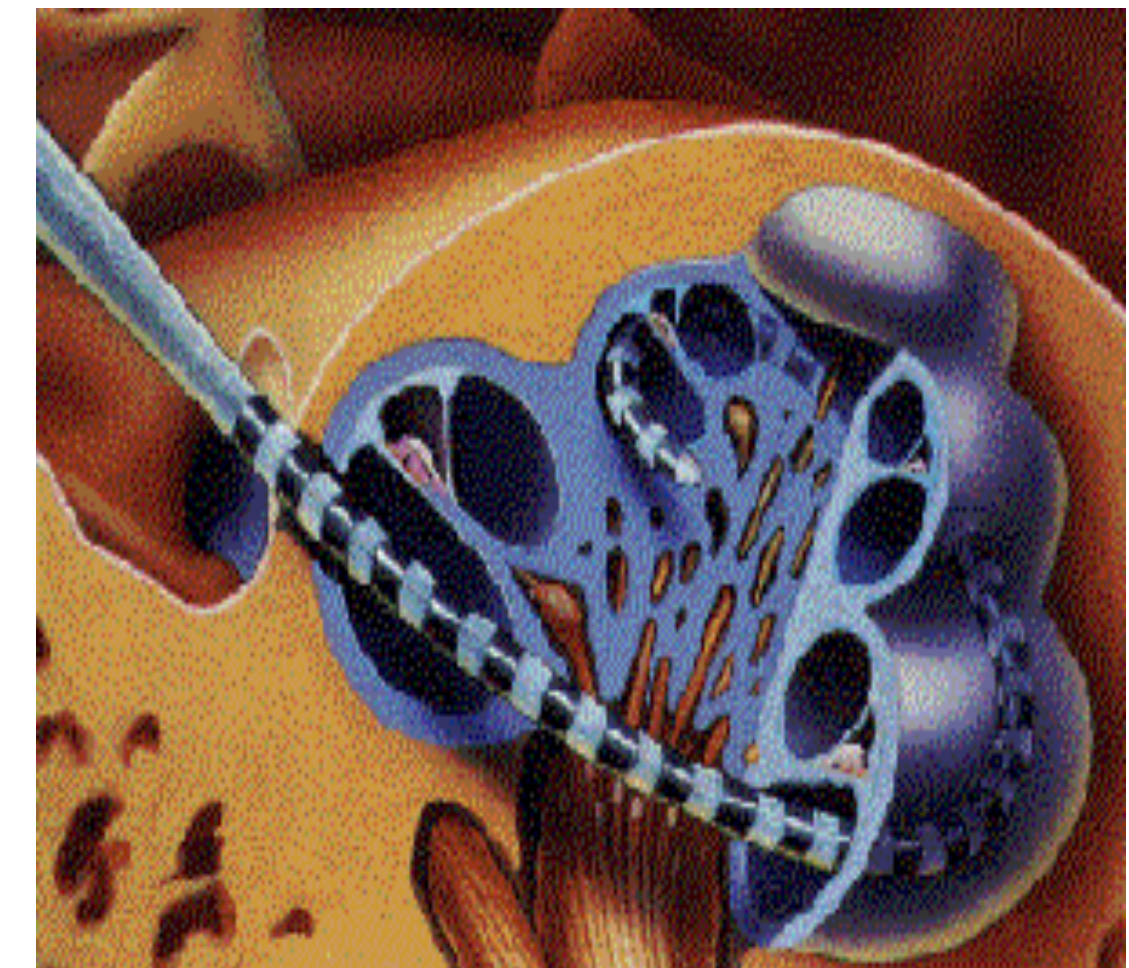
コミュニケーション手段は  
人それぞれ



# 人工内耳の仕組み



## 体内器



補聴器：内耳の細胞 (3500個)のはたらきを使う  
人工内耳：12—22個の電極が内耳の細胞の代わりにする



# 人工内耳になるかどうか

## 補聴器で十分なきこえが得られない重度難聴と一部の高度難聴

### 聴力条件

- i. 裸耳聴力: 4分法平均聴力90dB以上
- ii. 補聴器装用閾値: 平均聴力レベルが45dB以上
- iii. 補聴器装用下最高語音明瞭度: 50%未満

※両耳装用を否定しない

### 例外的条件

- i. 高度難聴を来す遺伝子変異  
難聴遺伝学的検査
- ii. 高音急墜型感音難聴  
残存聴力活用型人工内耳

### 注意事項

- i. 蝸牛無/低形成 **CT** **MRI**
- ii. 活動性の中耳炎
- iii. 後迷路/中枢性聴覚障害
- iv. 認知症/精神疾患/重篤な合併症
- v. 言語習得前の失聴

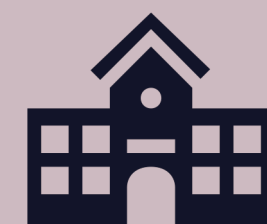


小児の場合：意見一致・協力必須



医療機関の体制

医師  
言語聴覚士



療育機関の体制



家族の協力

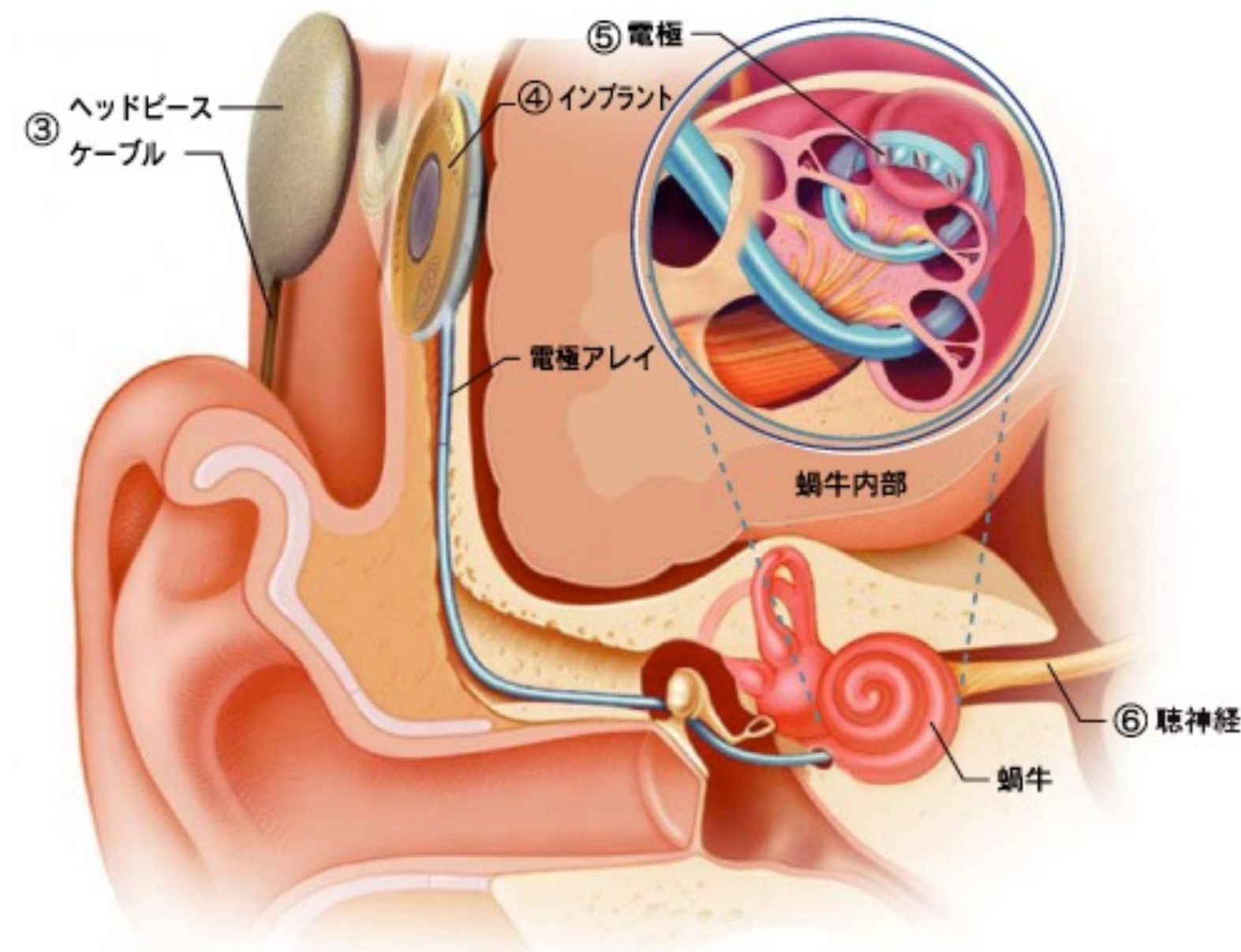


人工内耳手術

# 人工内耳手術

## 人工内耳手術の流れ

- ① 耳後部皮膚を切開
- ② 頭蓋骨の上にインプラントを入れるスペースを作成
- ③ 骨を削除して内耳を確認
- ④ 内耳に孔をあけてインプラント・電極を留置
- ⑤ レントゲンで電極を確認、電極の反応をテスト
- ⑥ 縫合



## 入院期間

施設・症例によって異なるが  
九州大学は最短3日  
(入院、手術、創部OKなら退院)

## (リ)ハビリテーション

音入れ：術後に初めて人工内耳の  
スイッチを入れる

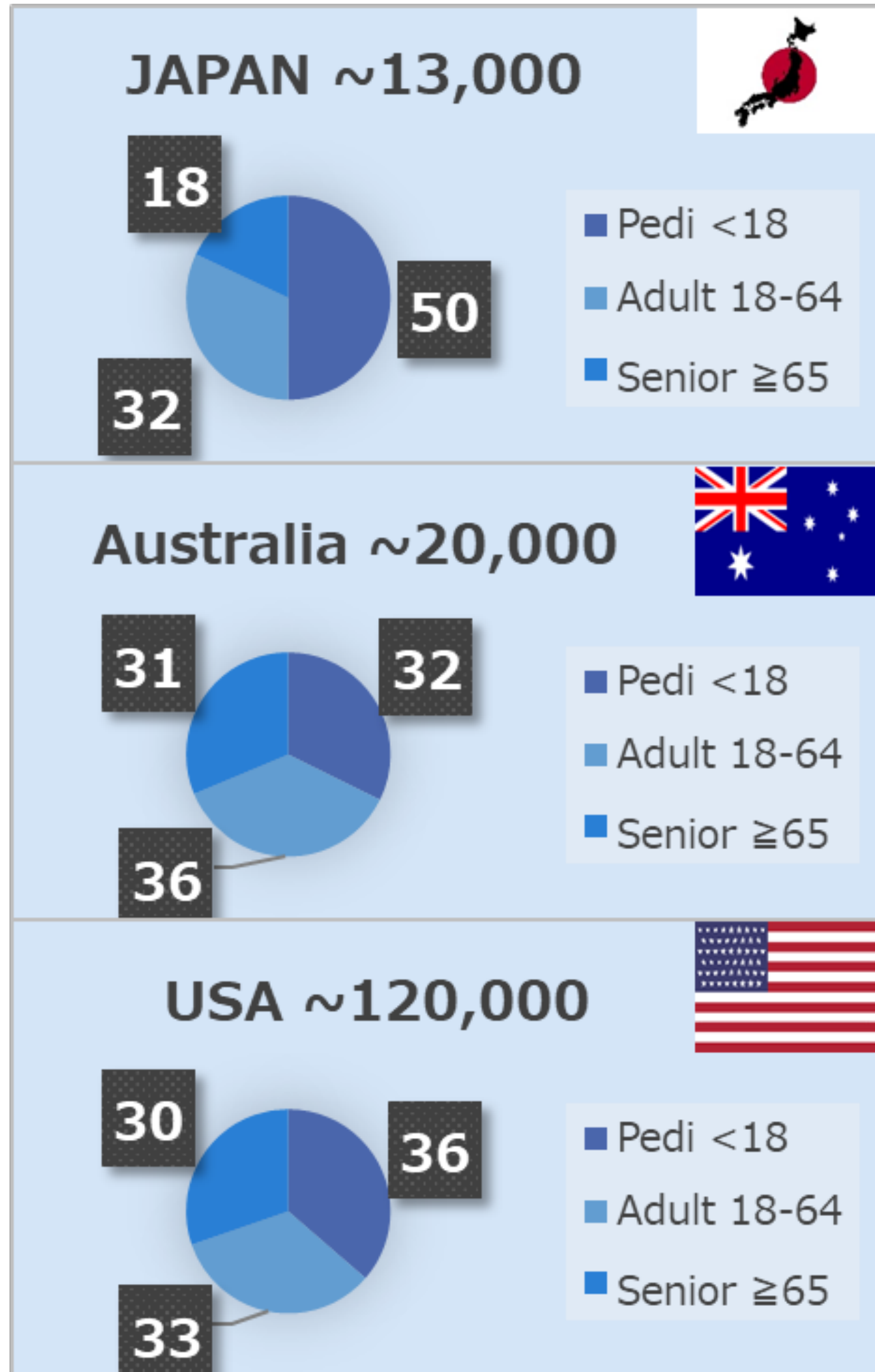
(術後2日—2週間)

プログラミング：電気刺激の強さ  
などを調整して聞こえを改善して  
いく (装用後ずっと)

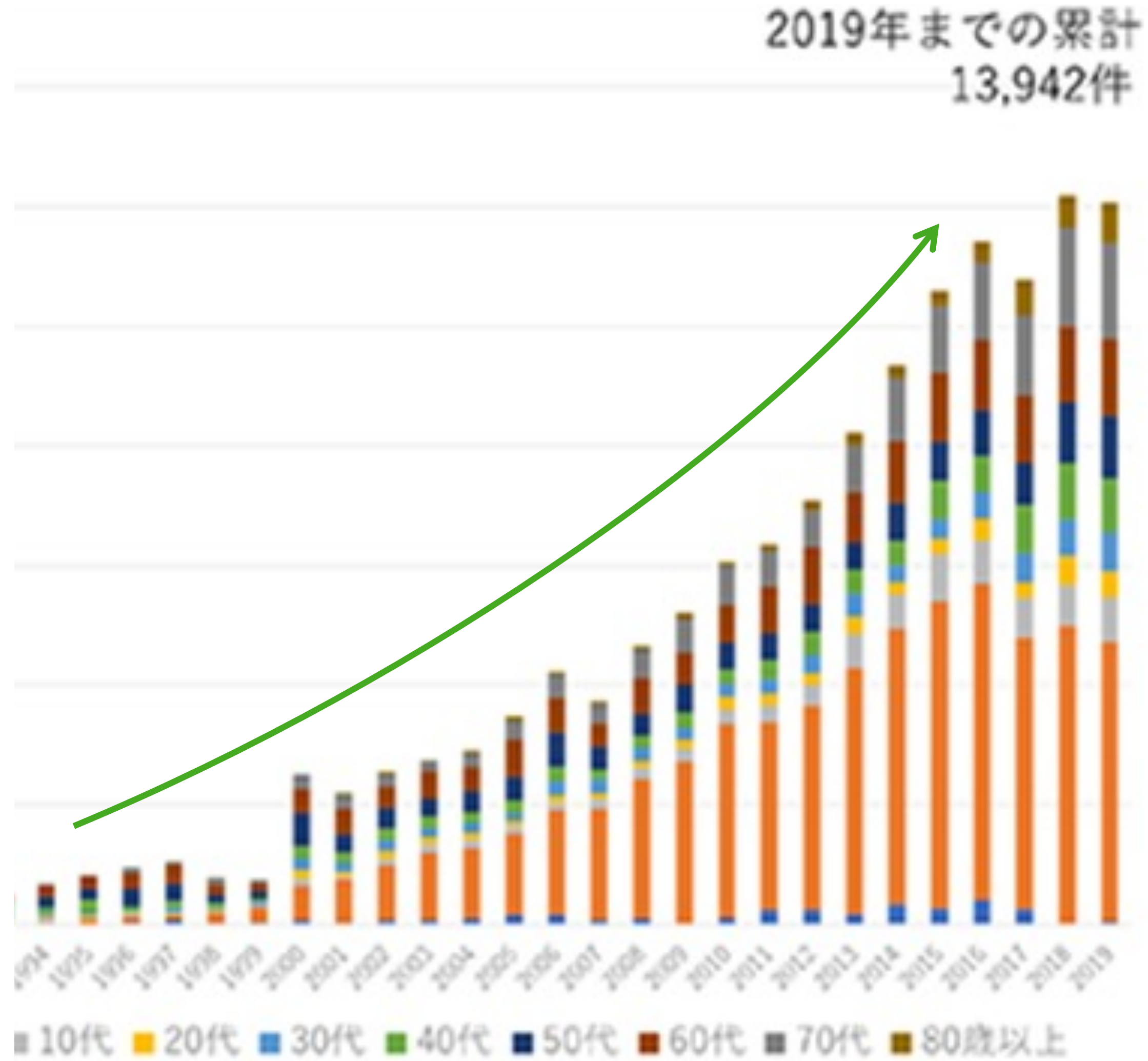


# 本邦における年齢別人工内耳手術件数

参考：  
国別比較：累計数／世代比率



データ：メーカー予測値



出典：日本耳鼻咽喉科頭頸部外科学会HPより

# 身近な難聴者との接し方（補聴器をしていても）

Q. 難聴者へどのように話しかけたらいいでしょうか

1. とにかく大きな声で
2. 1文字1文字をゆっくり
3. 耳元で大きな声で

すべて ×

- ・ ちょうどよい大きさの声で
- ・ 少しゆっくりめ、しかしはっきりと、意味で区切る
- ・ 可能なら口元を見せる
- ・ 可能であれば文字情報併用
- ・ 適当に相づちを打つので、分かっているか確認