

# 耳のメカニズムから考える イヤホン・ヘッドホン難聴

～難聴治療に向けた最新研究～

総合図書館LS 今田

- ・ イヤホン・ヘッドホン難聴とは
  - 背景知識と難聴危険度チェック
- ・ 耳の構造
  - 外耳、内耳、中耳
- ・ 人工内耳と補聴器
  - 人工内耳の必要性
- ・ 最新の研究

# イヤホン・ヘッドホン難聴とは

騒音性難聴または、音響外傷と呼ばれる感音性難聴<sup>1)</sup>

## ➤ 症状

- 両耳または片耳の聴力低下
- 耳鳴り
- 耳が詰まっている感じ・めまい

## ➤ 人数

世界の中高所得国の12～35歳の若者のうち、  
約半数となる**11億人**<sup>2)</sup>

1) 日本橋大河原クリニック, 『若い人にも多い難聴3 音響外傷(ヘッドホン難聴)』,  
<http://www.okawara-clinic.com/column/nancho4.html> (2019.1.22)

2) HEALTHPRESS, 『世界の若者の約50%が「ヘッドホン難聴」予備軍！しかも将来、さらに深刻な病のリスクも?』, <http://healthpress.jp/2015/03/50-3.html> (2019.1.22)



# Questions

1. 話しかけられても気づかないくらいの音量でヘッドホンやイヤホンを使う
2. 1日1時間以上、連続でヘッドホンやイヤホンを使っている
3. ボリューム調節をせず、ヘッドホンやイヤホンを耳に当てて、突然大音量を聞き、驚いたことがある
4. 人から言われたことを何度も聞き返す。聞き間違いが多いと感じる
5. 右耳と左耳で聞こえが違うと感じることがある



# Questions

6. 耳が詰まったような感じがすることがある
7. ヘッドホンやイヤホンで音楽を聴いた後に、耳鳴りがすることがある
8. 耳の奥に痛みを感じるすることがある
9. テレビの音が大きいと、家族や友人から指摘されたことがある
10. 普段の喋り声が大きいと言われたことがある



# 難聴危険度数<sup>1)</sup>

Yesの数[個]	難聴危険度数
0~2	20%
3~5	40%
6~8	70%
9~10	90%

1) eo健康, 『重症化すると、回復しない!?「ヘッドホン・イヤホン難聴」危険度チェック』,  
<https://eonet.jp/health/check/check21.html> (2019.1.22)

## ➤ 軽度・中度の場合

### ✓ 適度な音量で聴く

100dB(鉄道ガードレール下)以上の音を15分以上聴かない

65dB程度(ヘッドホンをしていても会話が聞き取れる)ならリスクは小さい

### ✓ 耳に休息を与える

イヤホンやヘッドホンを使ったらその三倍の時間は使わない

周波数の高い音は耳へのダメージが大きい

### ✓ 疲れているときは控えめに

疲れているときは、難聴への影響が大きくなる

## ➤ 重度の場合

自然に治すことはできない

1) MAG2NEWS, 『イヤホンとヘッドホン、耳への影響で選ぶならどっちがいいの?』,  
<https://www.mag2.com/p/news/224764> (2019.1.22)

# 本日の内容

- ・ イヤホン・ヘッドホン難聴とは
  - 背景知識と難聴危険度チェック
- ・ 耳の構造
  - 外耳、内耳、中耳
- ・ 人工内耳と補聴器
  - 人工内耳の必要性
- ・ 最新の研究





# そもそもどうして難聴は起こるのか？

→ 耳の衰えや障害

✓ 軽度・中度のイヤホン・ヘッドホン難聴の場合

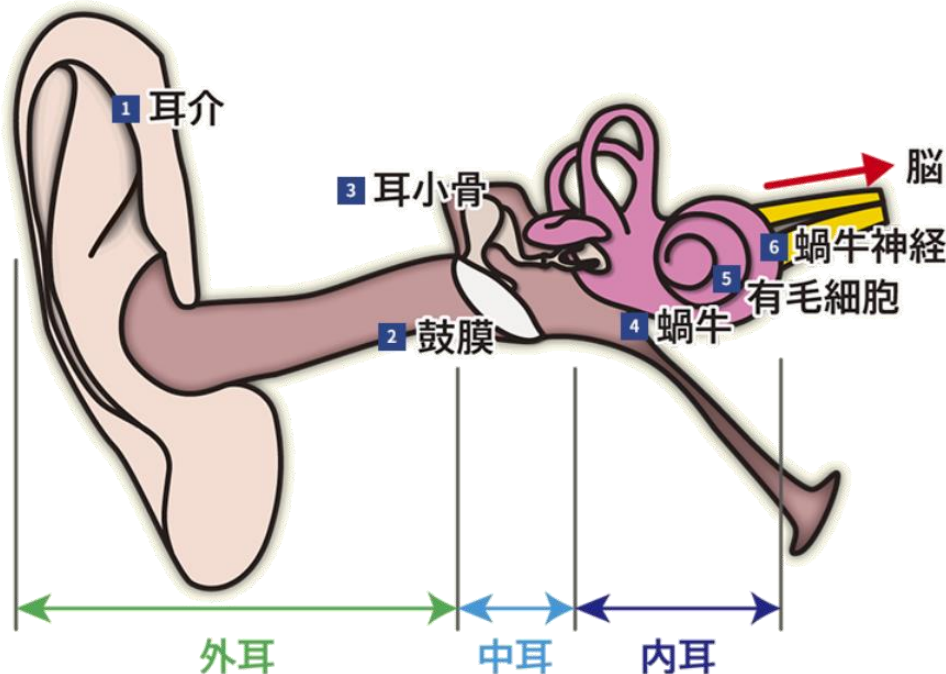
→ 外耳、中耳によるもの(伝音性難聴)

✓ 重度のイヤホン・ヘッドホン難聴の場合

→ 内耳によるもの(感音性難聴)



# 耳の構造<sup>1)</sup>



## 1 耳介

空気の振動を集める

## 2 鼓膜

空気の振動を感知

## 3 耳小骨

振動を増幅する

## 4 蝸牛

蝸牛の中のリンパ液が振動

## 5 有毛細胞

リンパ液の振動により『有毛細胞』が振動を電気信号に変換

## 6 蝸牛神経

電気信号が、蝸牛神経を通過して、脳に伝わる

- 外耳→音を捕まえる
- 中耳→音を増幅
- 内耳→音の振動を電気信号に変換

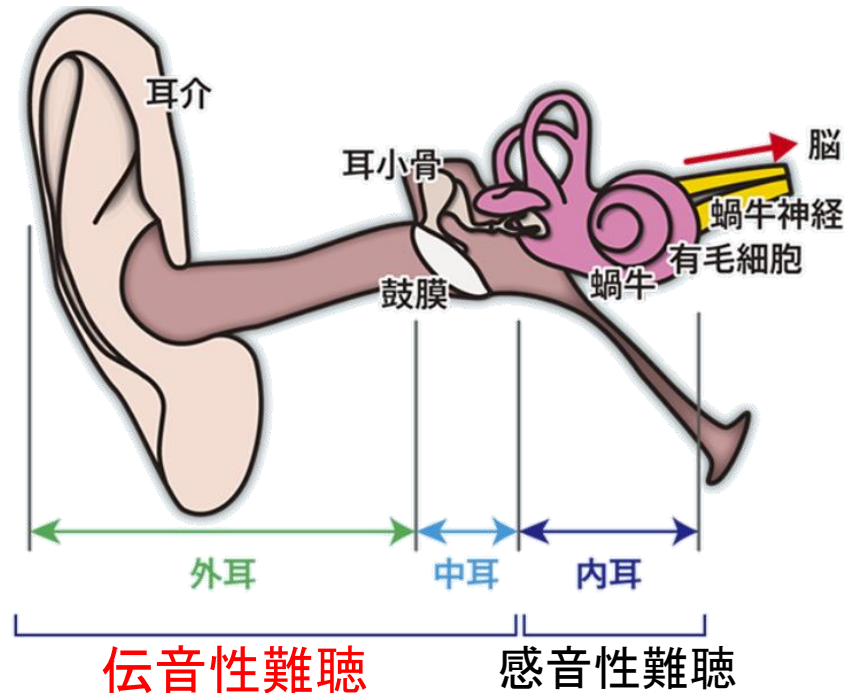
1)一般社団法人 日本耳鼻咽喉科学会, 『聞こえのしくみ』,  
<http://www.jibika.or.jp/owned/hwel/hearingloss/> (2019.1.22)

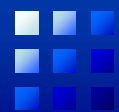
# 難聴が軽度・中度の場合<sup>1)</sup>

➤ 伝音性難聴 ⇒ 外耳や中耳の障害

- ✓ 薬物投与等で改善 外耳道炎、急性中耳炎等一時的な症状が多い
- ✓ 手術で改善
- ✓ 補聴器の利用

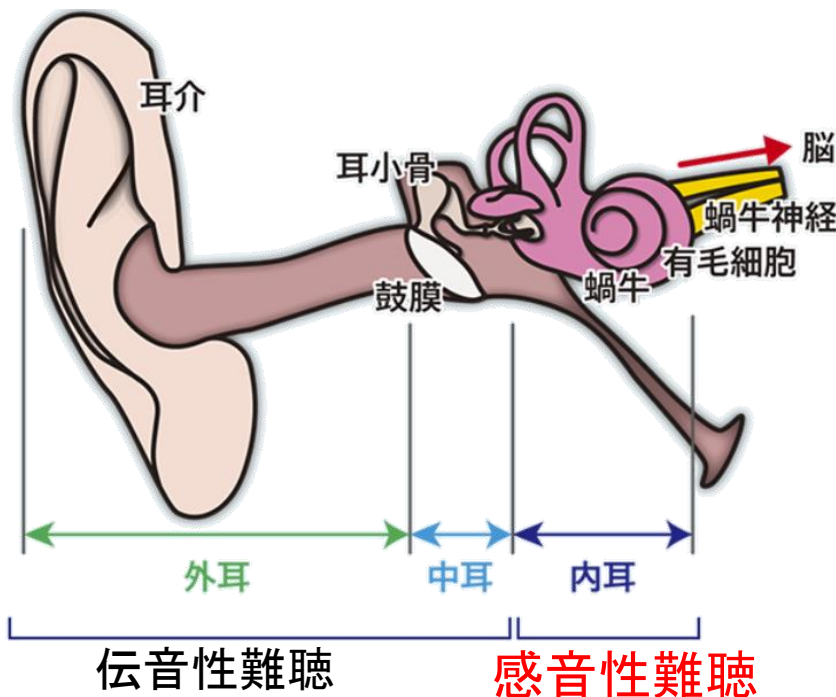
治療が困難な場合でも補聴器で内耳に音を届けることができれば問題ない





# 難聴が重度の場合<sup>1)</sup>

- 感音性難聴 ⇒ 内耳、蝸牛神経、脳の障害
  - ✓ 早期の薬物治療（突発性難聴）
  - ✓ 補聴器の利用（一部の加齢性難聴）
  - ✓ 人工内耳手術（重度の騒音性難聴、加齢性難聴および先天性難聴）



1)一般社団法人 日本耳鼻咽喉科学会, 『聞こえのしくみ』,  
<http://www.jibika.or.jp/owned/hwel/hearingloss/> (2019.1.22)

# 有毛細胞の消失とは

有毛細胞の消失はすでに始まっている  
人は加齢と共に高周波の音が聞こえなくなる

例) モスキート音

人の可聴域: 20Hz ~ 20000Hz (20kHz)

テスト<sup>1)</sup>



12kHz



14kHz



16kHz



18kHz



20kHz

→ 重度のイヤホン・ヘッドホン難聴はこの症状を早める

1) リオネット補聴器, 『モスキート音 測定』,  
[https://www.sainokuni-rionet.jp/choice/7\\_index\\_detail.html](https://www.sainokuni-rionet.jp/choice/7_index_detail.html) (2019.1.22)

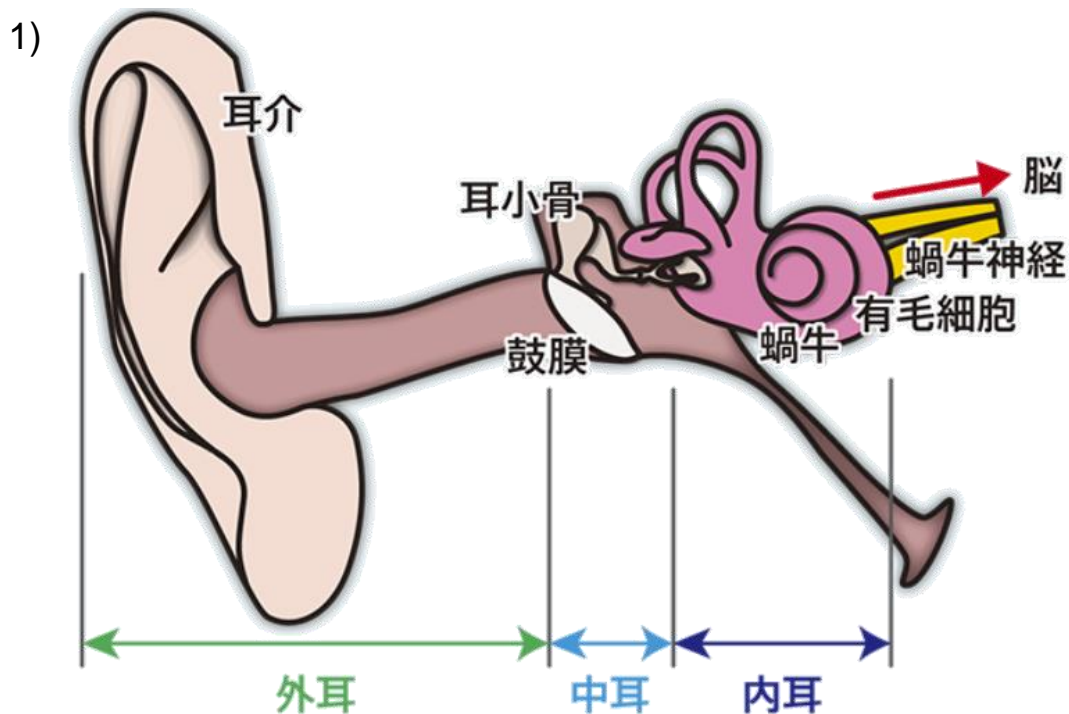
# 本日の内容

- ・ イヤホン・ヘッドホン難聴とは
  - 背景知識と難聴危険度チェック
- ・ 耳の構造
  - 外耳、内耳、中耳
- ・ 人工内耳と補聴器
  - 人工内耳の必要性
- ・ 最新の研究

# 補聴器と人工内耳

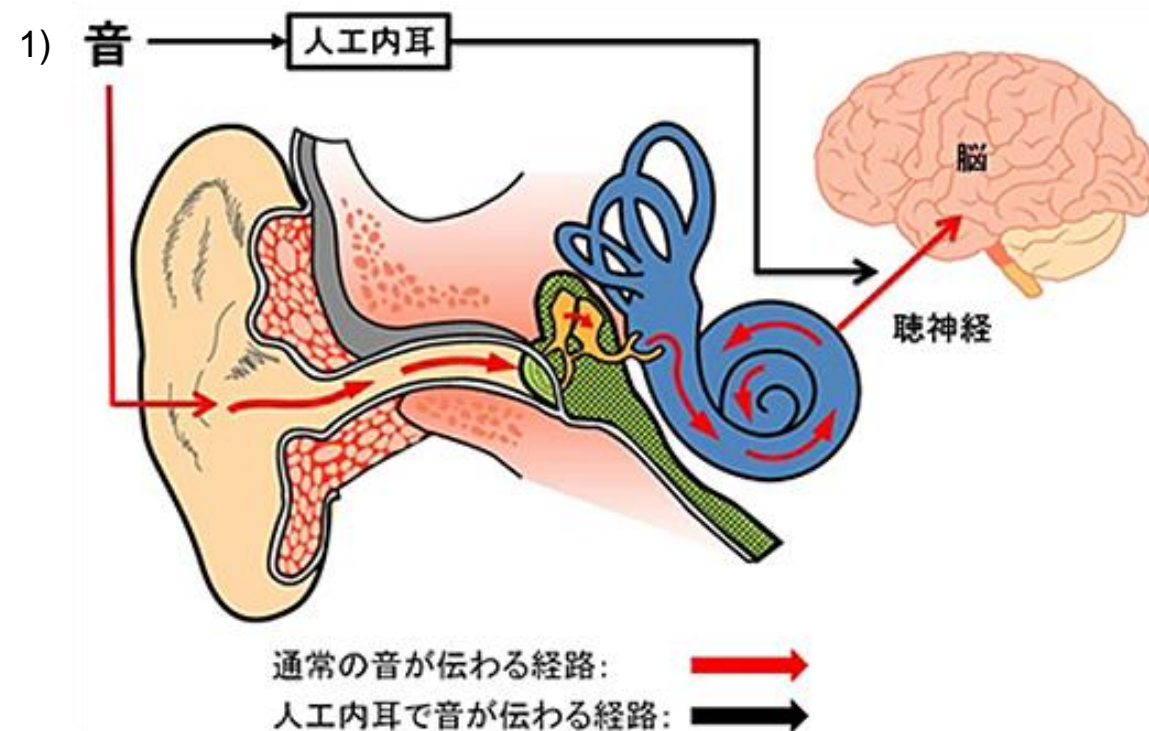
- ・ 補聴器 → 外耳・中耳の役割を補助
- ・ 人工内耳 → 内耳の役割を補助

重度の騒音性難聴、加齢性難聴および先天性難聴を治療可



# 人工内耳

- 人工内耳→体外装置(受信装置)+電極
  - ✓ 体外で音を電気信号に変換(有毛細胞の役割)し、ケーブルで内耳に送り電極によって聴神経を刺激<sup>1)</sup>



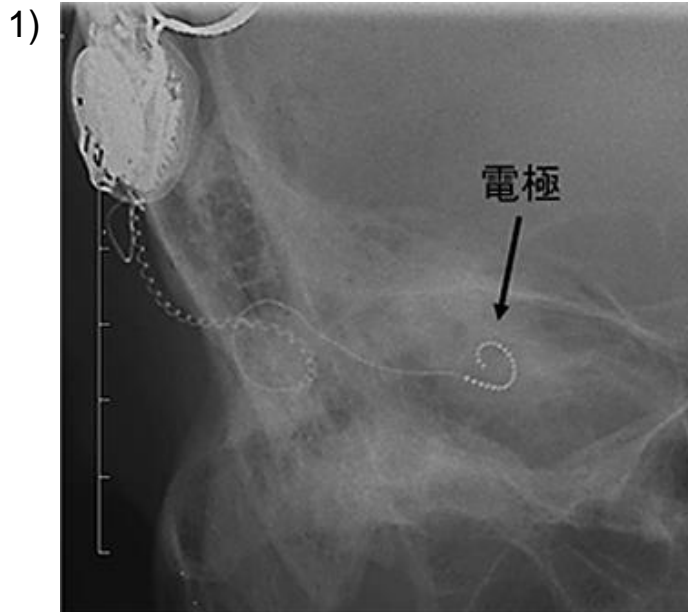
1) 一般社団法人 日本耳鼻咽喉科学会, 『難聴でお困りの方』,  
<http://www.jibika.or.jp/citizens/hochouki/naiji.html> (2019.1.22)





# 人工内耳

- 人工内耳→体外装置(受信装置)+電極
  - ✓ 体外で音を電気信号に変換(有毛細胞の役割)し、ケーブルで内耳に送り電極によって聴神経を刺激<sup>1)</sup>

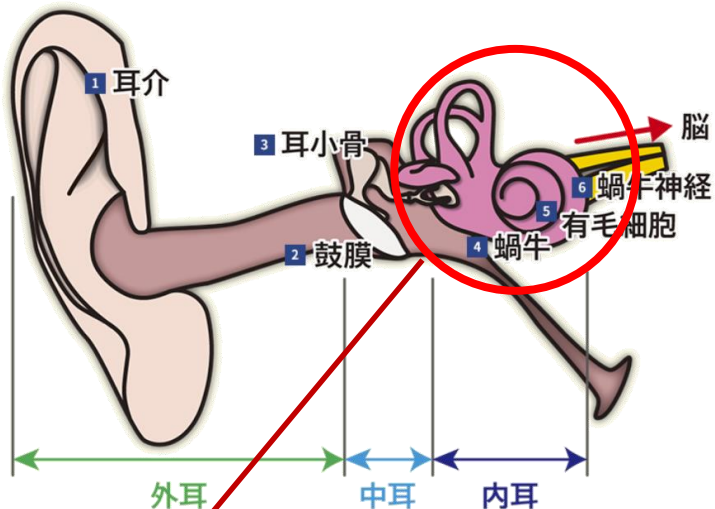


- 1) 一般社団法人 日本耳鼻咽喉科学会, 『難聴でお困りの方』,  
<http://www.jibika.or.jp/citizens/hochouki/naiji.html> (2019.1.22)
- 2) 日経BP社, 『言語の獲得は脳の発達と共に始まる乳幼児への早期人工内耳手術を』,  
<https://www.nikkeibp.co.jp/aging/article/innovator/20140724/01/02.html> (2019.1.22)

- ・ イヤホン・ヘッドホン難聴とは
  - 背景知識と難聴危険度チェック
- ・ 耳の構造
  - 外耳、内耳、中耳
- ・ 人工内耳と補聴器
  - 人工内耳の必要性
- ・ 最新の研究



# 耳の構造



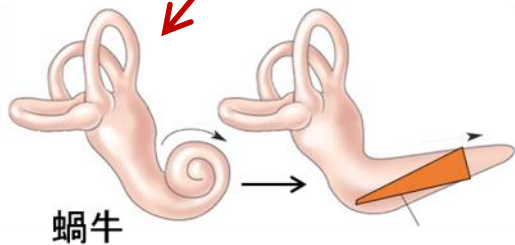
## 4 蝸牛

蝸牛の中のリンパ液が振動

## 5 有毛細胞

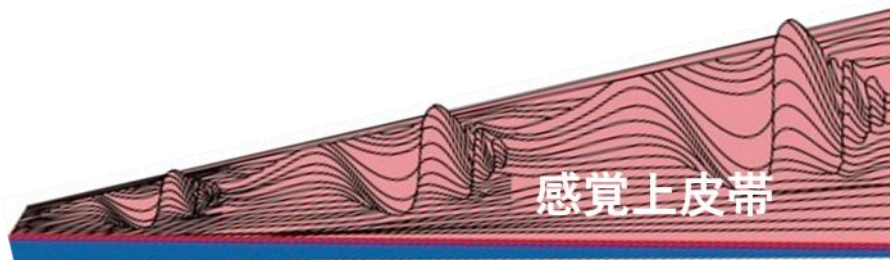
リンパ液の振動により『有毛細胞』  
が振動を電気信号に変換

1)



蝸牛

20 kHz  
(高い音)



感覚上皮帯

20 Hz  
(低い音)

感覚上皮帯 = 有毛細胞 + 基底板 + その他

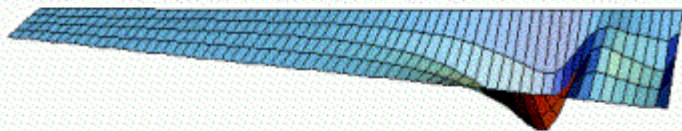


# 耳の構造

2)

2 kHz

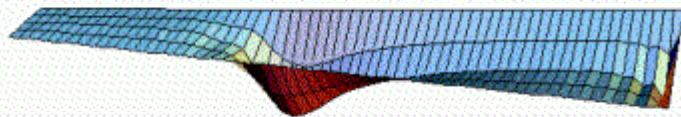
Base



Apex

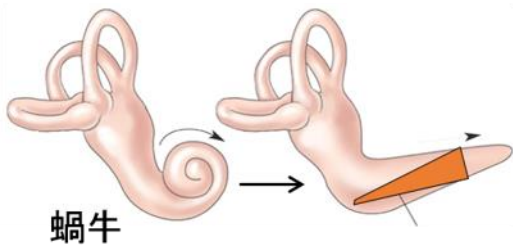
6 kHz

Base

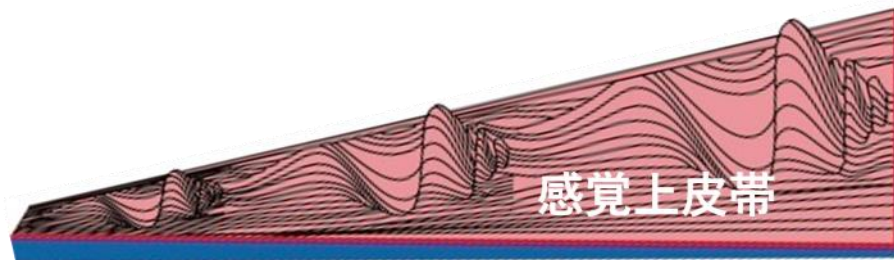


Apex

1)



蝸牛



感覚上皮帯

20 kHz  
(高い音)

20 Hz  
(低い音)

感覚上皮帯 = 有毛細胞 + 基底板 + その他

1) 新潟大学医学部分子生理学分野, 『内耳のしくみ 内耳における音伝達の仕組み』,  
<https://www.med.niigata-u.ac.jp/ph2/naijinoshikumi.html> (2019.1.22)

2) WADA Laboratory, [http://web.tbgu.ac.jp/ait/wada/wadalab/FEM\\_BM-j.html](http://web.tbgu.ac.jp/ait/wada/wadalab/FEM_BM-j.html) (2019.1.22)

# 人工内耳の短所

- ✓ 電極数が限られており、周波数情報が十分に伝わらない（3500 個 vs. 8-22 個）
- ✓ 体外装置が必要であるため、激しい運動や水中での運動が制限される

# ■ ■ ■ ■ 新デバイスのコンセプト

- 基板を利用する完全体内埋め込み型デバイス -

<b>新デバイス</b>		<b>人工内耳</b>
不要	体外装置	必要
基板	音の周波数分解	スピーチプロセッサ



# 人工聴覚上皮の動作原理<sup>1)</sup>

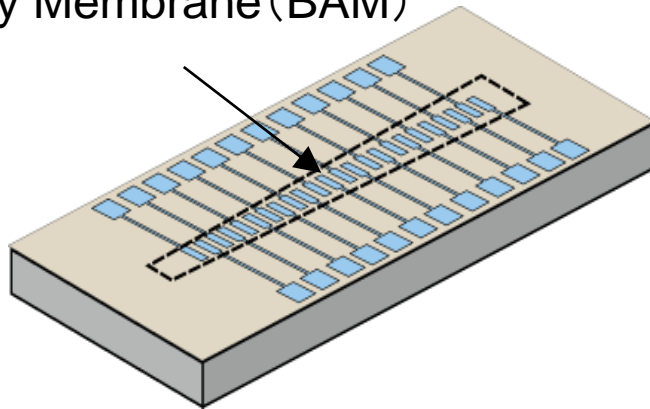
周波数弁別能を実現



**台形状の振動板**

局所的な固有振動数が分布

Bionic Auditory Membrane (BAM)

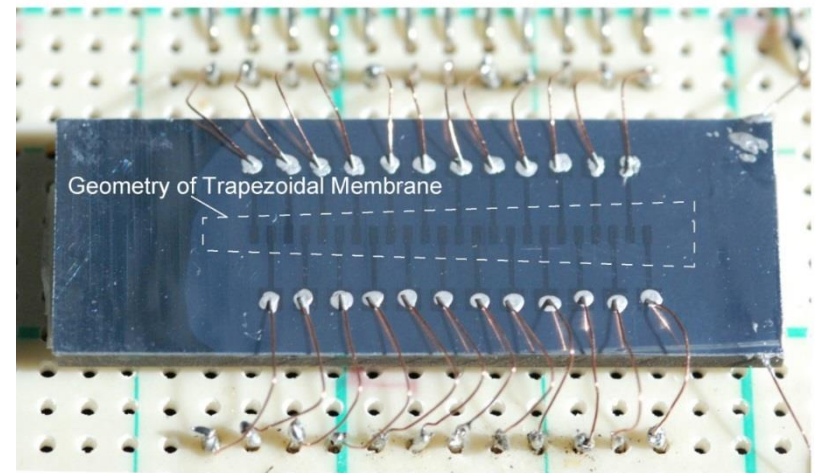


音を電気信号へ変換



**圧電材料**

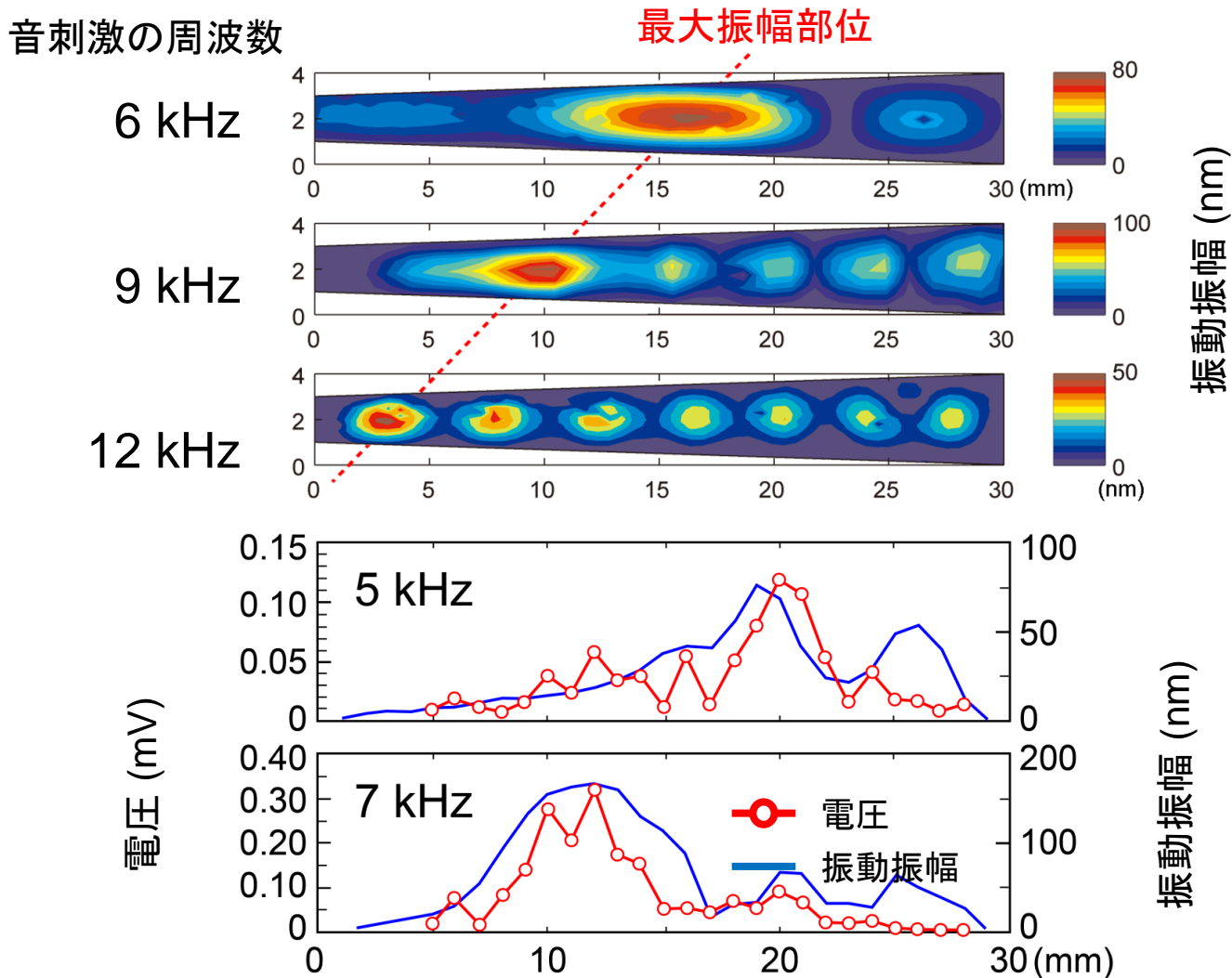
体外装置が不要



## 基板および有毛細胞の機能を模倣したBAM

1) Shintaku H, et al. "Development of piezoelectric acoustic sensor with frequency selectivity for artificial cochlea," Sensors and Actuators A 158, (2010), pp. 183–192.

# 周波数弁別と発電量<sup>1)</sup>



1) Shintaku H, et al. "Development of piezoelectric acoustic sensor with frequency selectivity for artificial cochlea," Sensors and Actuators A 158, (2010), pp. 183–192.



## ▶ イヤホン・ヘッドホン難聴

- 軽度・中度の場合

- ✓ 適度な音量で聴く
- ✓ 耳に休息を与える
- ✓ 疲れているときは控えめに

- 重度の場合

自然に治すことはできない。

→ 加齢によって生じる細胞の消失を早める

## ▶ 人工内耳

高齢者の難聴や先天的な難聴に対する唯一の治療法