

電通大で学べる 脳科学ライフサポート研究： 基礎と応用

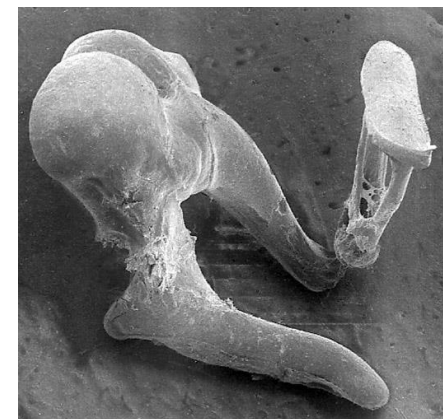
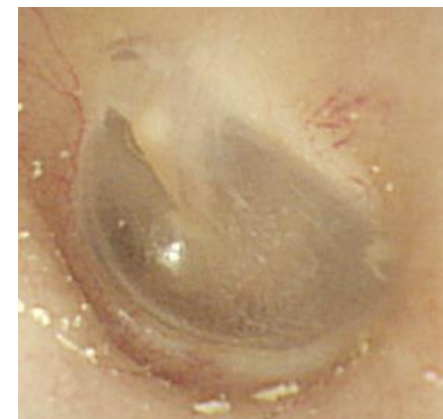
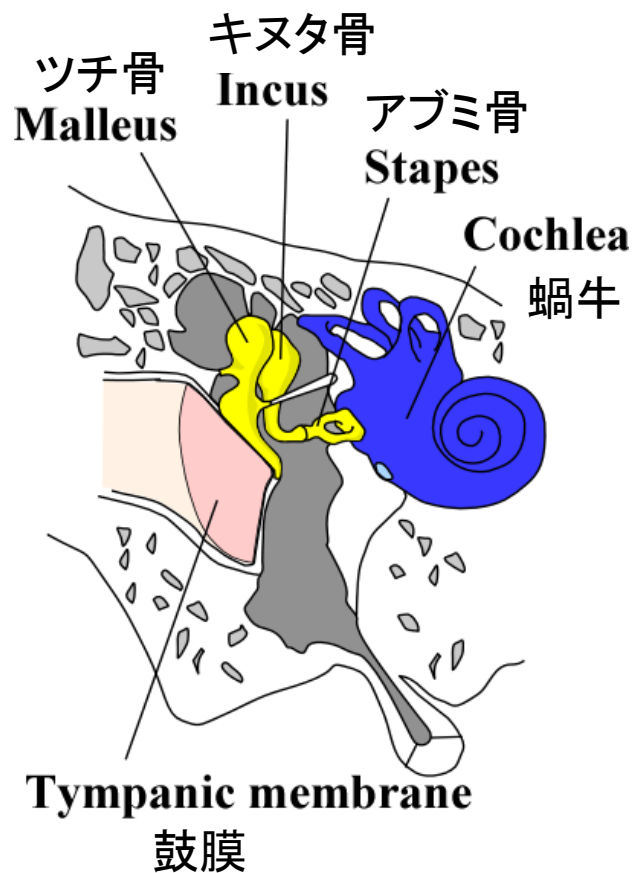
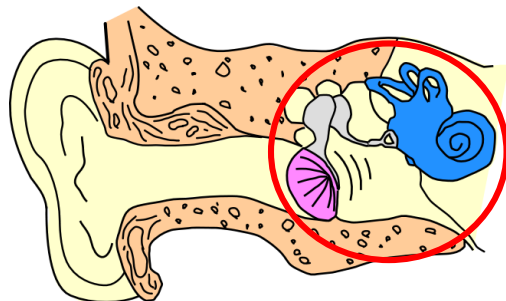
工学と耳科学の連携による聴覚疾患
予防・治療の取り組み

小池卓二
脳科学ライフサポート研究センター
機械知能システム学専攻

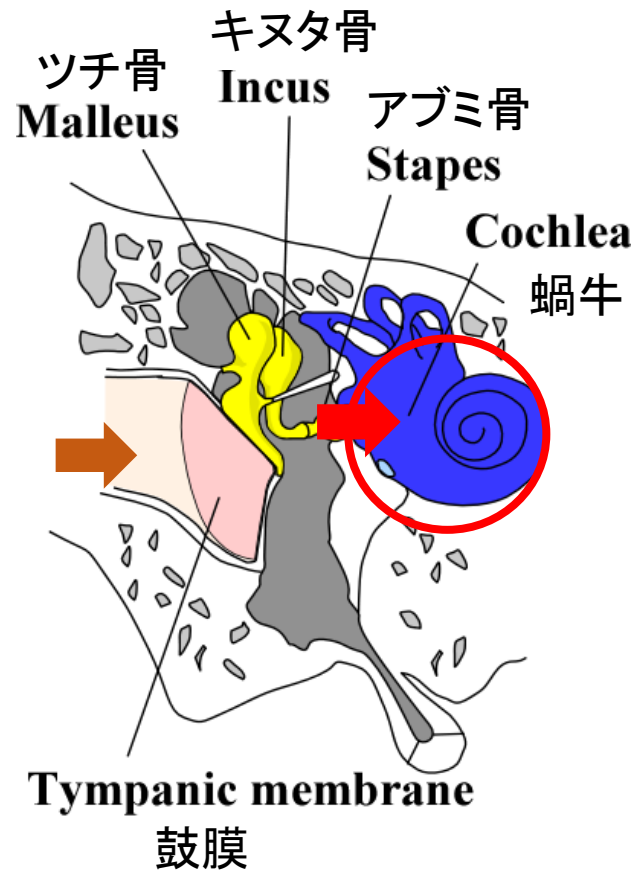
耳科領域の医工連係研究

- ヒト聴覚器の構造・機能
- 末梢聴覚器の振動シミュレーション
- 胎児の聴力検査
- 埋め込み型骨導補聴器開発

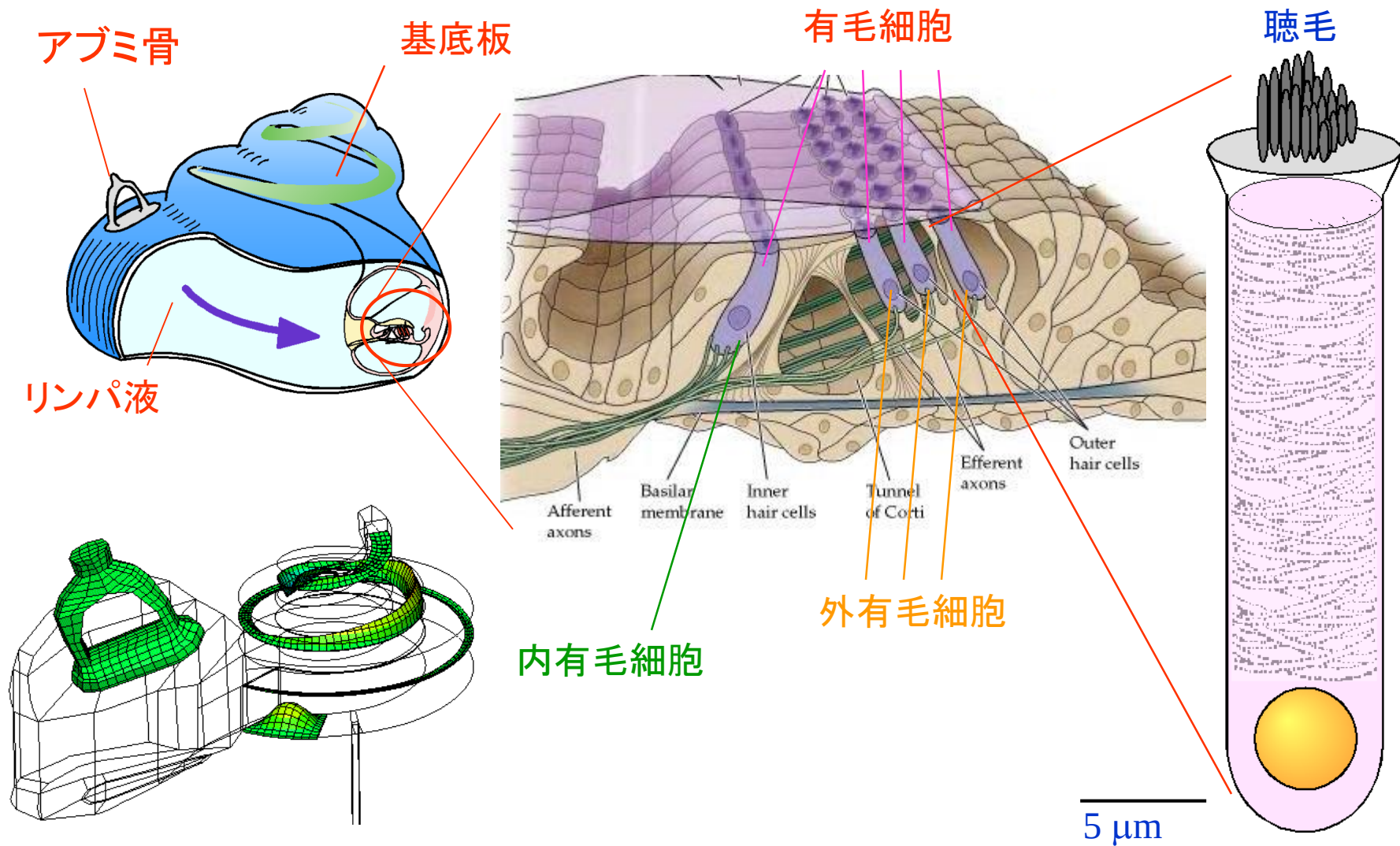
ヒト聴覚器の構造



<http://www.sickkids.on.ca/auditorysciencelab/images/ossicles.jpg>



蝸牛の構造



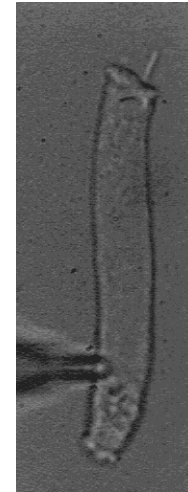
内有毛細胞の動き

外有毛細胞の動き

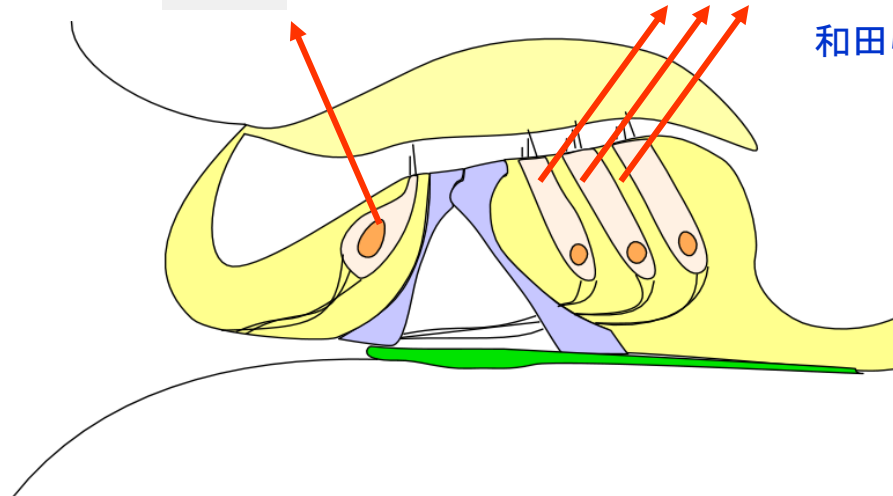
神経に電氣的
パルスを生じ
させる



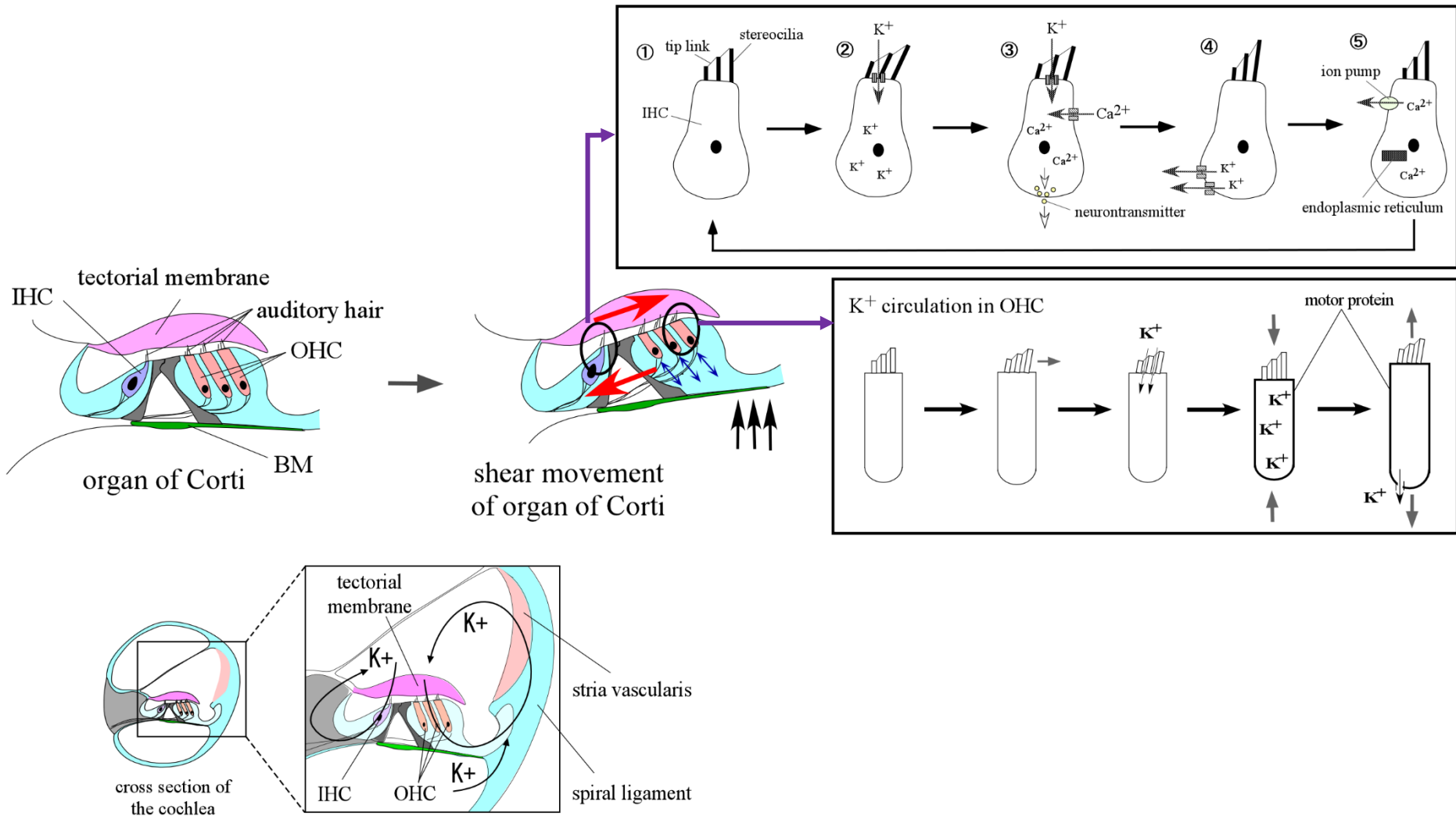
基板の振動
を増幅させる



和田ら(東北大)



蝸牛内機械－電気変換機構



耳科領域の医工連係研究

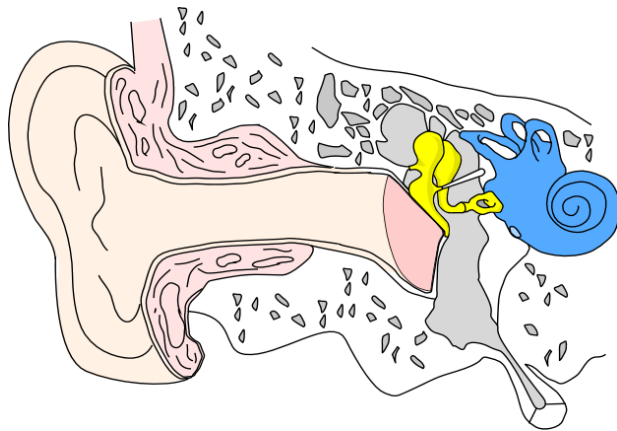
- ヒト聴覚器の構造・機能
- 末梢聴覚器の振動シミュレーション
- 胎児の聴力検査
- 埋め込み型骨導補聴器開発

シミュレーションの目的

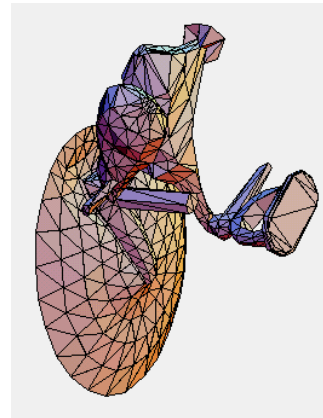
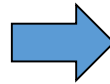
聴覚器官は硬い骨に覆われているため、その挙動を直接観察したり計測したりすることが困難



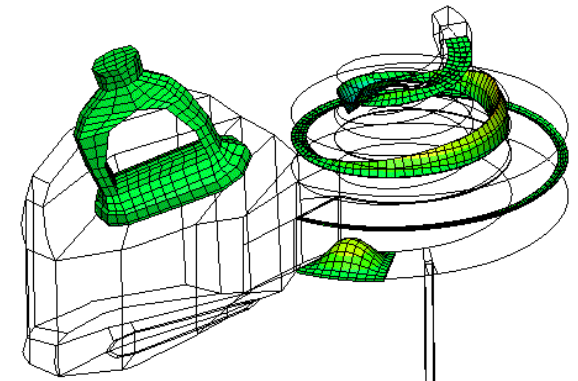
聴覚器官を再現したモデルにより、聴覚器の機能障害発生機序の解明、効果的治療法の開発を目指す



ヒトの耳の断面図

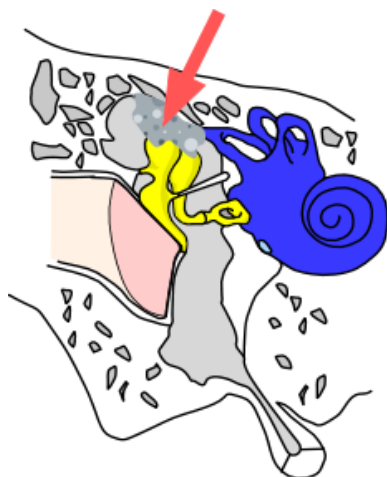


鼓膜・耳小骨モデル



内耳の有限要素モデル

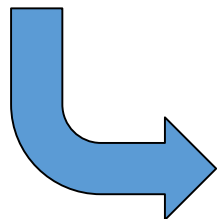
中耳疾患への応用



ツチ骨の固着

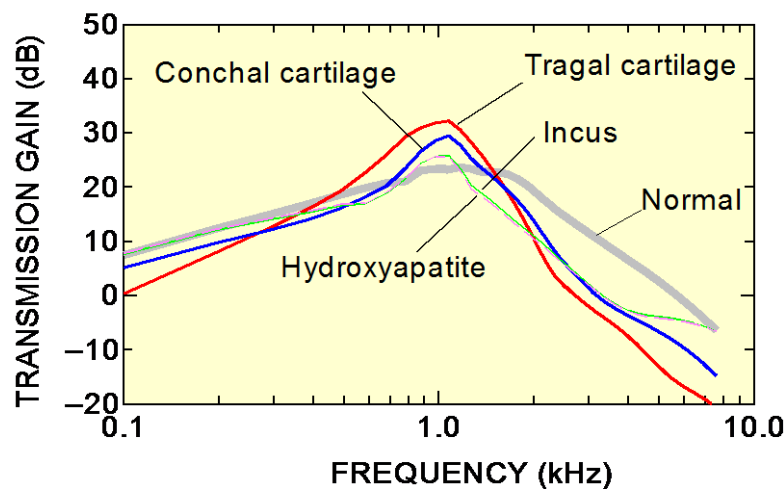
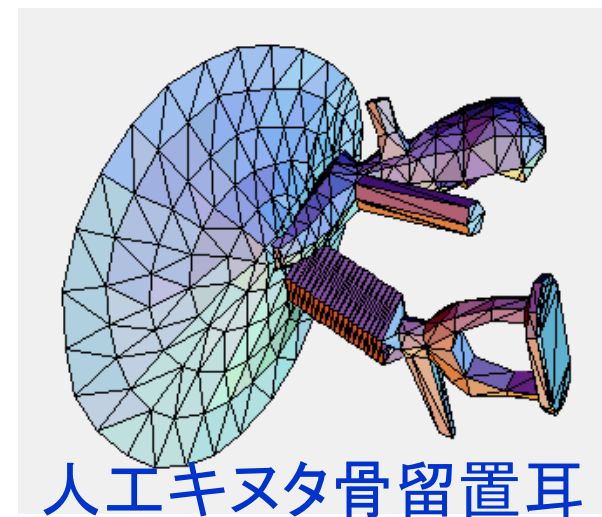
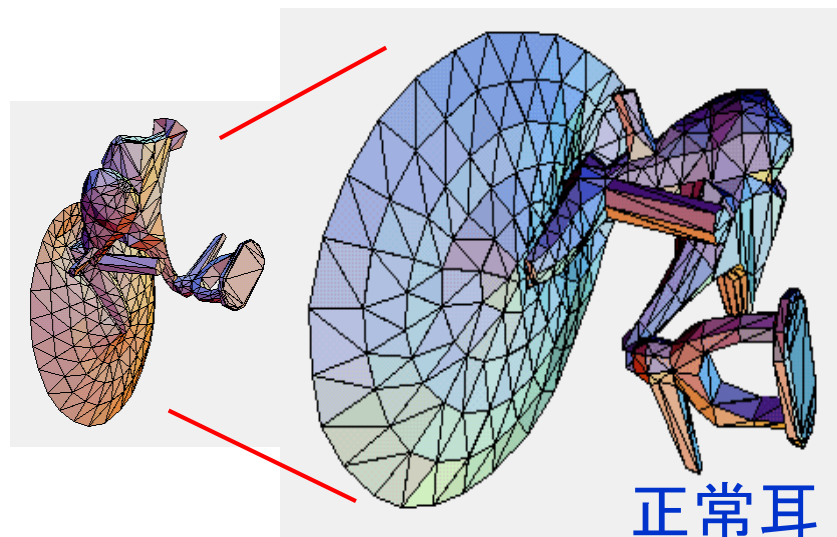


関節の離断



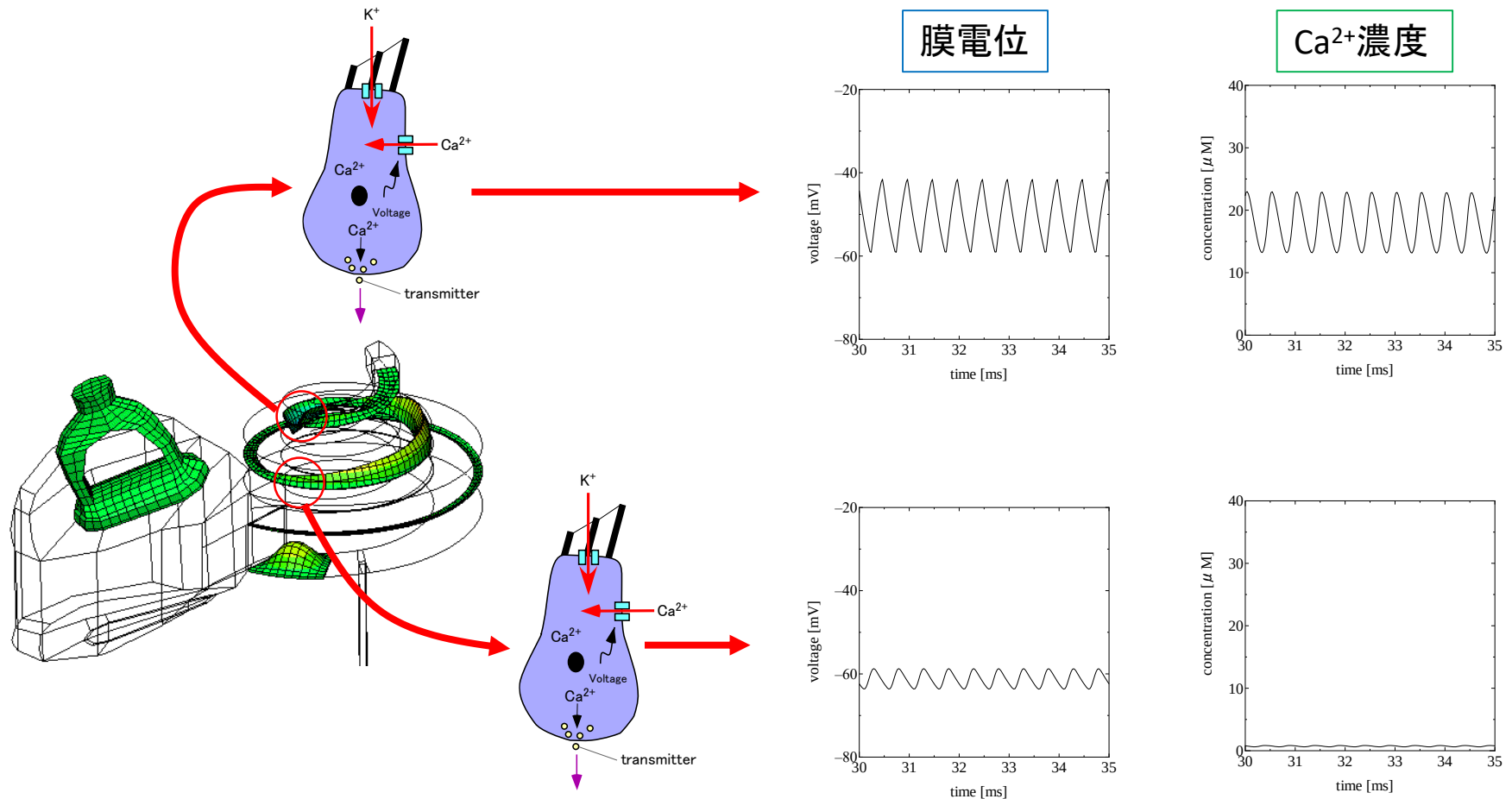
人工キヌタ骨
の挿入

仮想手術に依る治療効果の評価



音の伝達効率
(人工キヌタ骨の材料を変えた場合)

内有毛細胞内電位と Ca^{2+} 濃度の推定



耳科領域の医工連係研究

- ヒト聴覚器の構造・機能
- 末梢聴覚器の振動シミュレーション
- 胎児の聴力検査
- 埋め込み型骨導補聴器開発

胎児の聴力検査の目的

➤ 先天性難聴

800人に1人の割合で発症

言語発育の障害や明瞭な会話へのハンディキャップが伴う

現状

新生児聴覚スクリーニング



補聴器や人工内耳による治療

妊娠22週から28週にかけて内耳が発達・成熟・完成

将来

胎生期聴覚スクリーニング



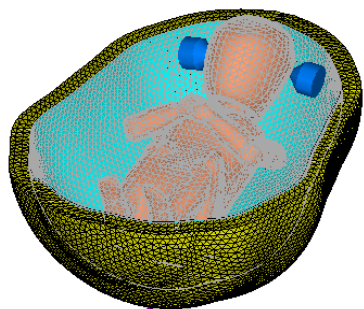
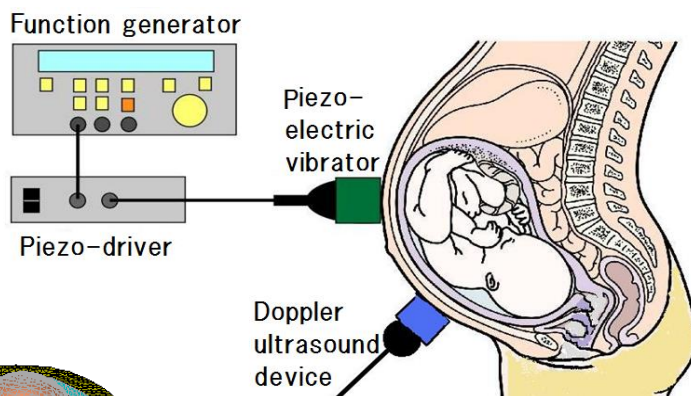
病変の進行の予防, 根本的治療法の導入

胎児の聴力検査の方法

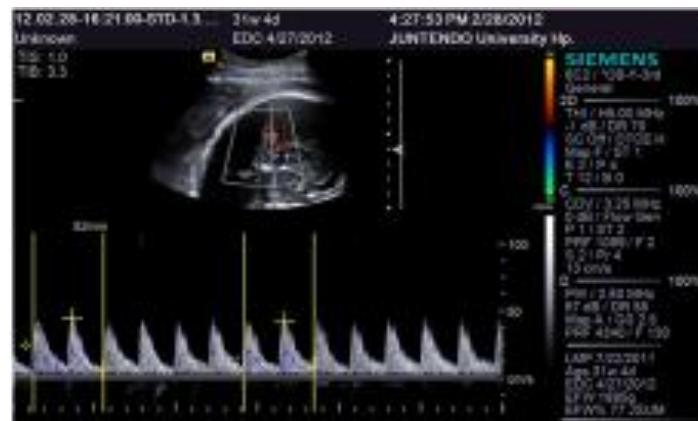
音刺激を胎児に与える

脳波変動
(聴性誘発反応)

心拍数変動

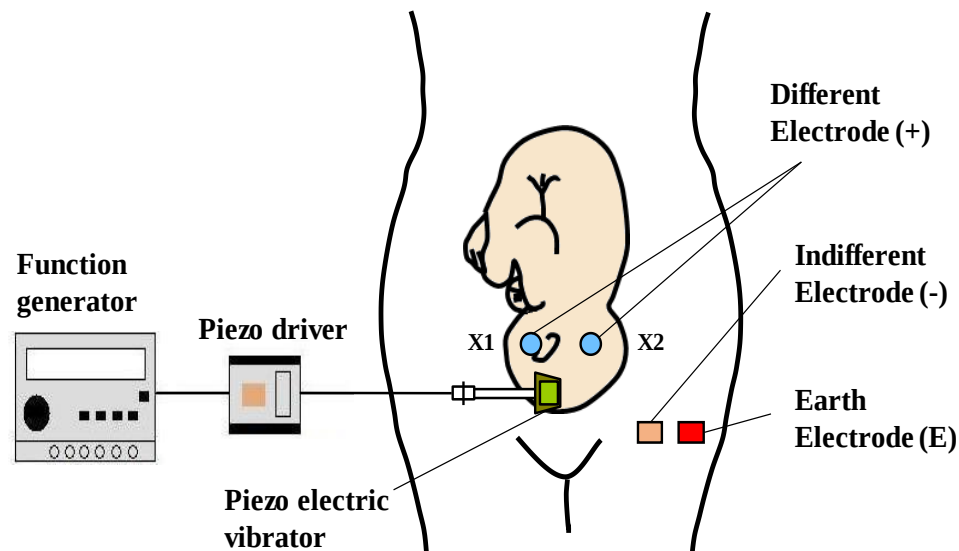


数値解析による子宮内
音圧の計算



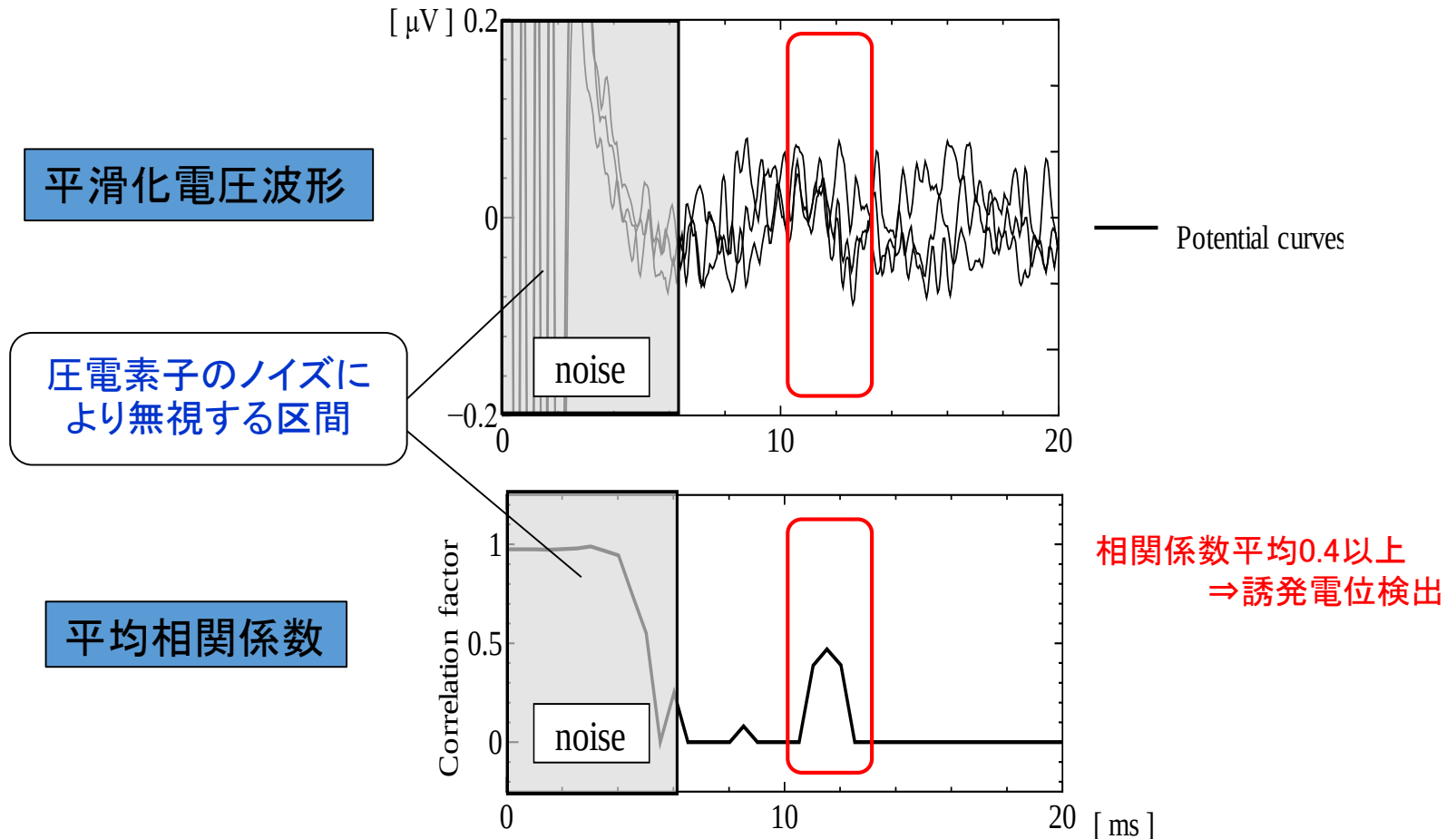
2つの計測結果に基づく胎児の
聴覚スクリーニング法の検討

胎児の脳波計測方法



誘発電位・筋電図検査装置
(MEB-2200 日本光電)

胎児脳波計測例



胎児19例中17例で誘発電位を検出(89.5%)

耳科領域の医工連係研究

- ヒト聴覚器の構造・機能
- 末梢聴覚器の振動シミュレーション
- 胎児の聴力検査
- 埋め込み型骨導補聴器開発

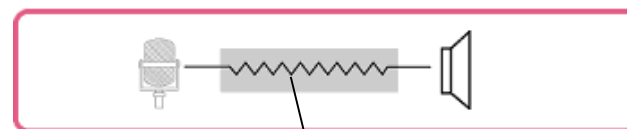
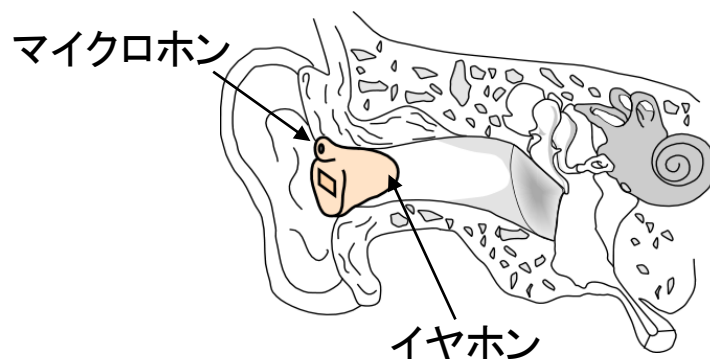
日本における難聴者の現状

補聴器が必要な難聴者数：1940万人

補聴器の使用者数：339万人

補聴器使用率：17%

(日本補聴器工業会)

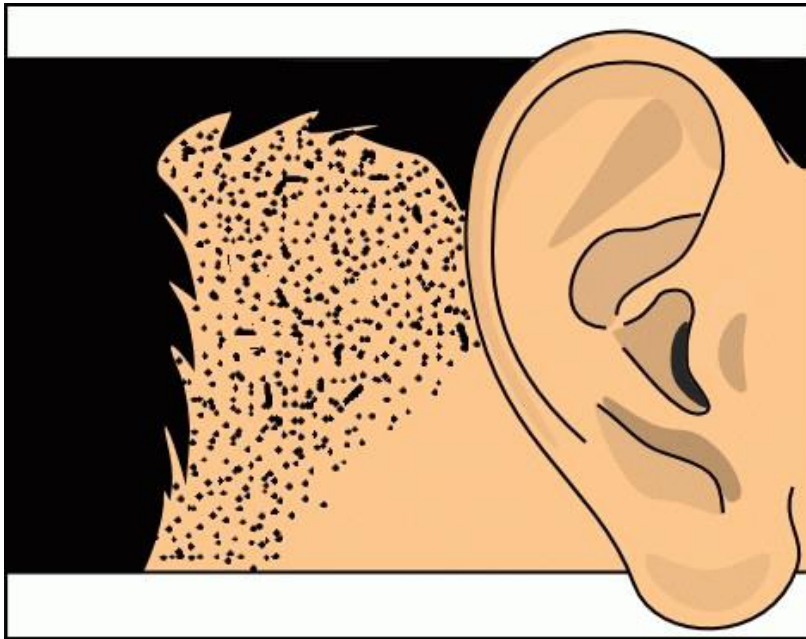


サウンドプロセッサ・アンプ

補聴器の問題点

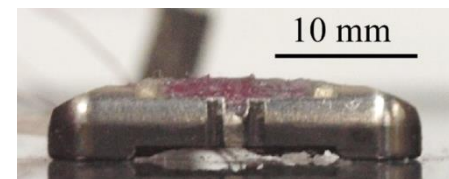
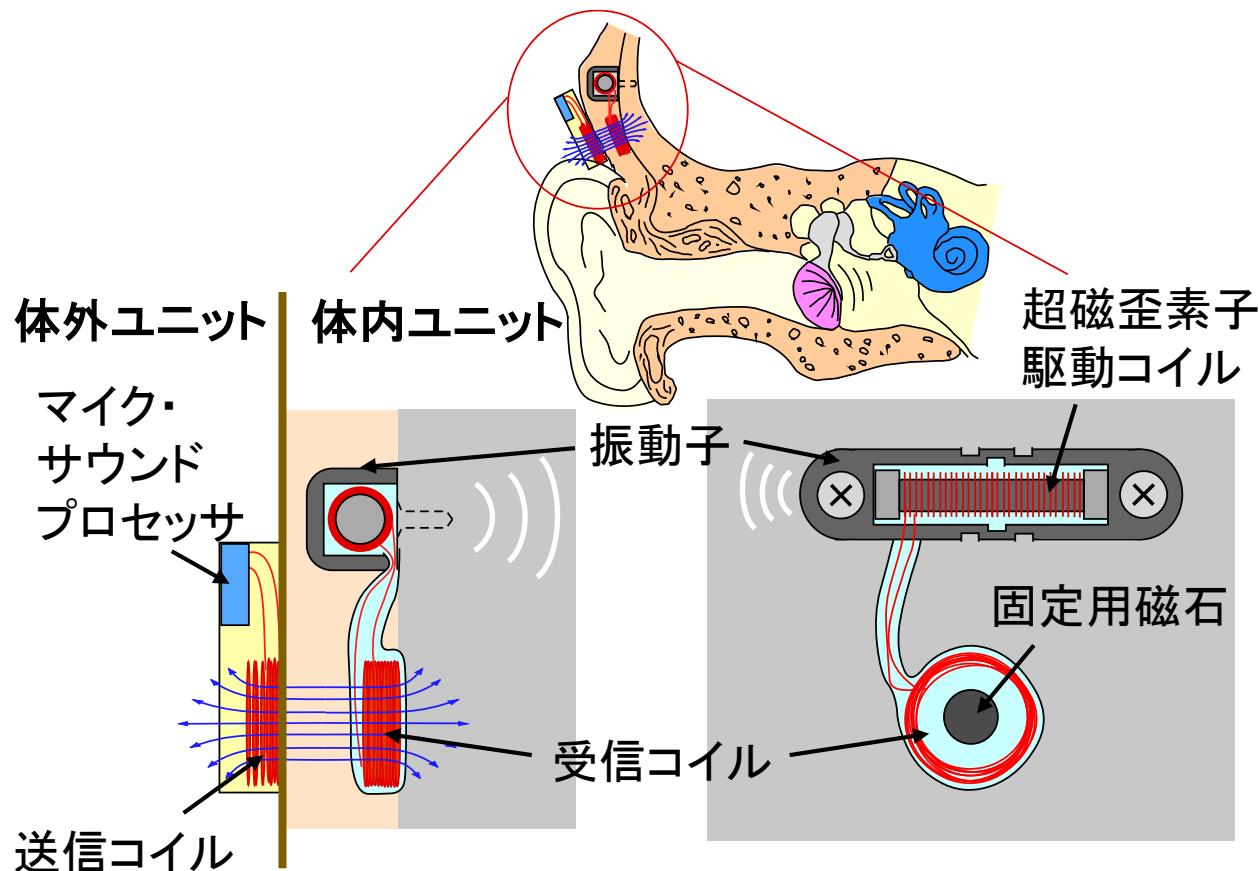
- ・長時間の外耳道閉鎖(疼痛、耳垢、感染)
- ・ハウリングによる強大音暴露
- ・高度難聴者には効果が不十分
- ・老人性難聴者(700万人)には不人気

低侵襲，高補聴性能，安全な埋め込み型骨導補聴器の開発

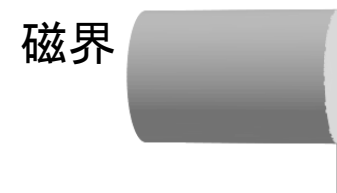


- ・皮膚面への金属露出の回避
- ・埋め込み手技の単純化
- ・出力向上による適応拡大
→ 感音難聴への対応
- ・インプラント部の単純化
→ 小型，メンテナンスフリー

埋め込み型骨導補聴器



振動方向

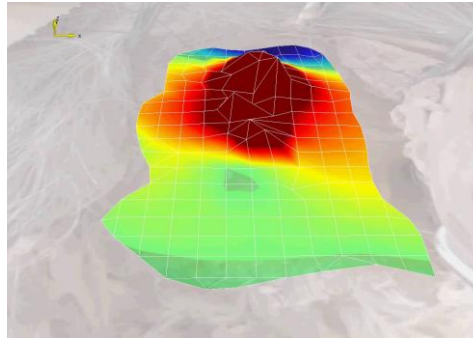
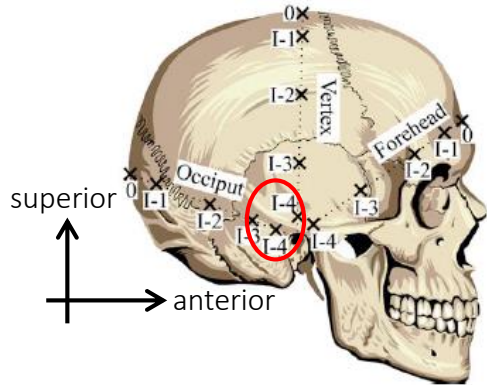


超磁歪素子の特徴

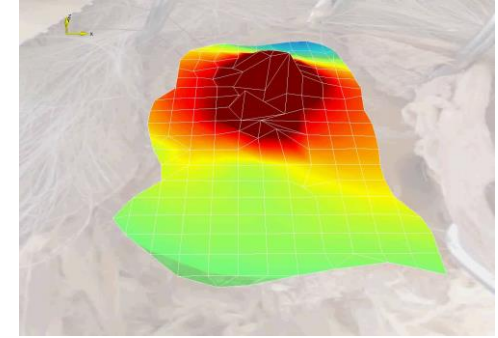
- ・高変形率
- ・高発生応力
- ・高速応答性

- ・衛生管理が容易
- ・小型で低侵襲

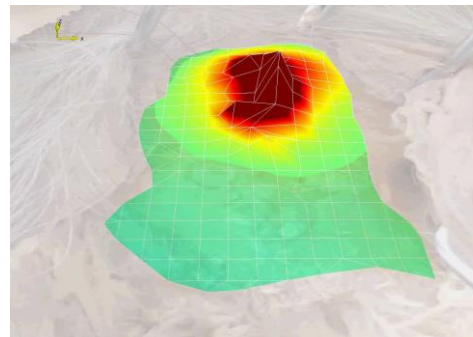
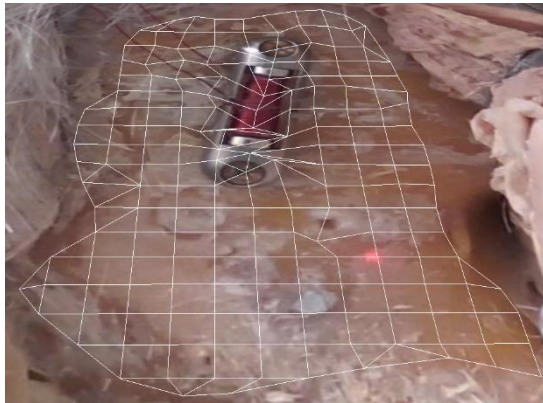
頭蓋骨に発生する振動



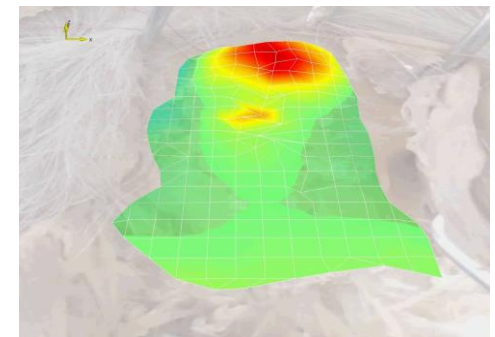
$f = 0.5 \text{ kHz}$



$f = 2.0 \text{ kHz}$

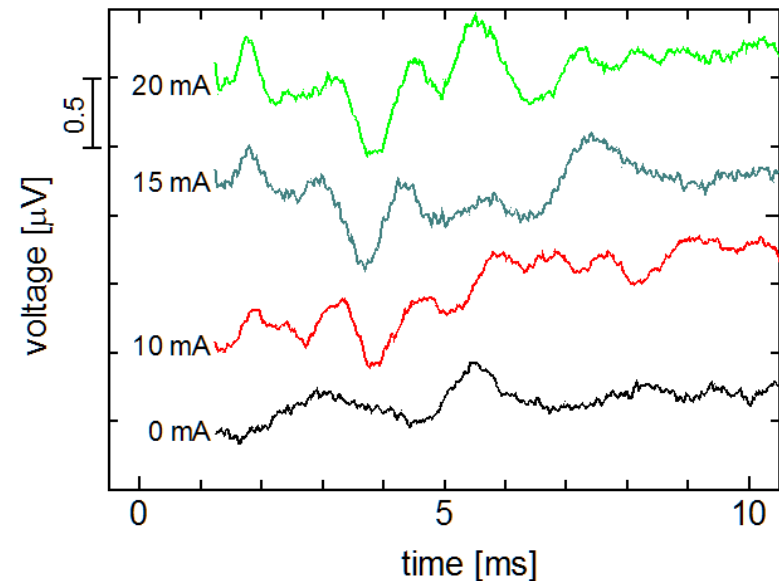
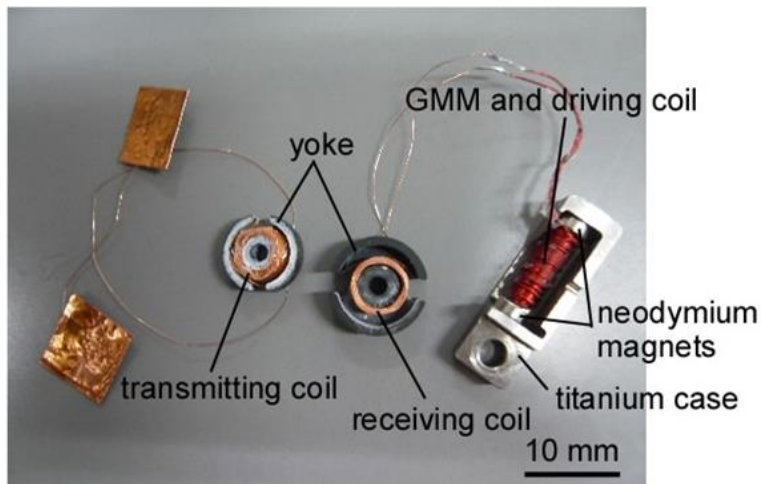


$f = 4.0 \text{ kHz}$



$f = 8.0 \text{ kHz}$

補聴により発生する脳波の計測



Auditory Brain-stem Response (ABR) induced by the implanted GMM vibrator ($f=12$ kHz)



Guinea pig

- male 300 g
- ABR threshold for AC: 35 dB
(1 msec tone burst at 12 kHz)

埋め込み型骨導補聴器の試作機



Prototype I



Prototype II