

# 発声障害者の 音声コミュニケーション手段の研究

SCOPE 特定領域重点型研究開発・次世代ヒューマンインタフェース・コンテンツ技術 平成17～19年度

051307004

研究代表者： 平原 達也 富山県立大学 工学部

共同研究者：

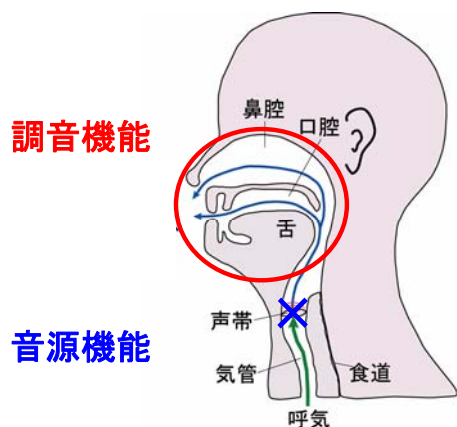
大谷 真  
鹿野清宏、戸田智基、中島淑貴  
細井裕司、阪口剛史  
本多清志、足立整治

富山県立大学 工学部  
奈良先端科学技術大学院大学 情報科学研究科  
奈良県立医科大学 医学部 耳鼻咽喉科学教室  
国際電気通信基礎技術研究所

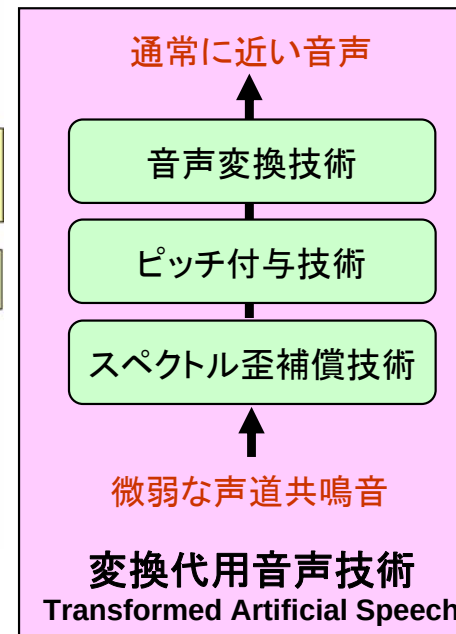
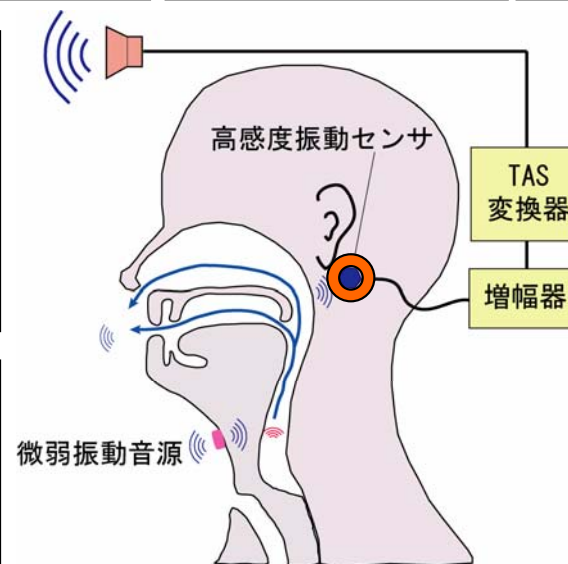
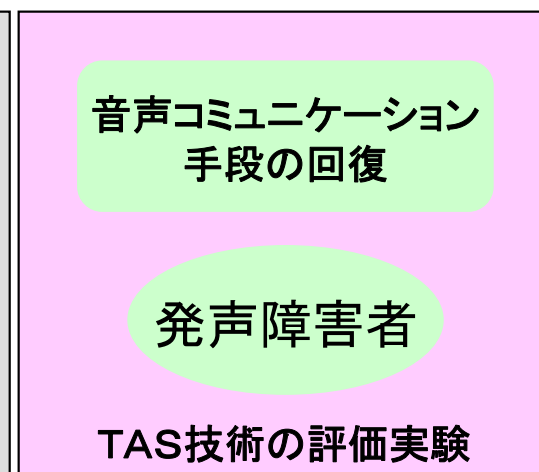
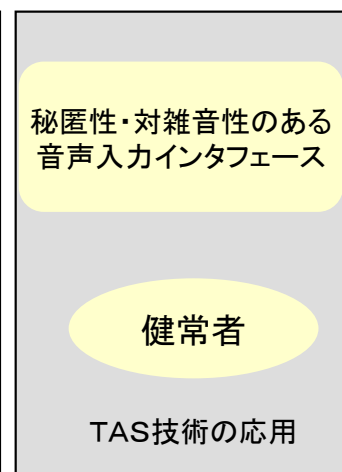
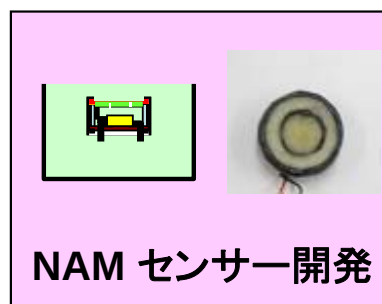
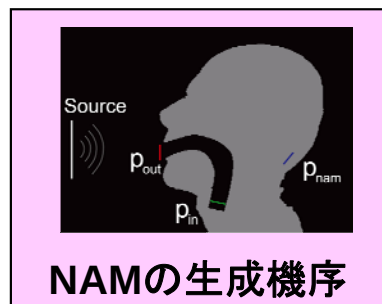
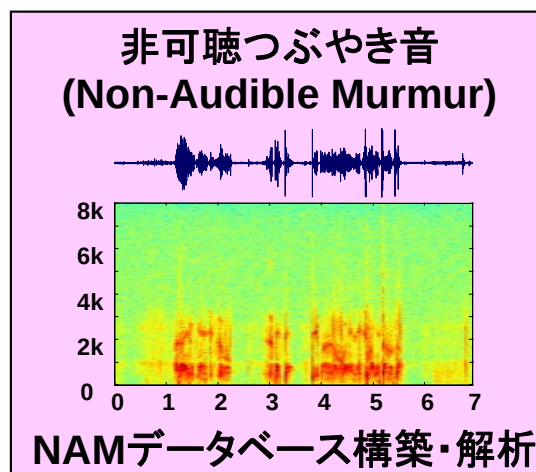
# 本プロジェクトの背景と目標



音源機能を失うと声が出せなくなり、日常生活に支障をきたす。



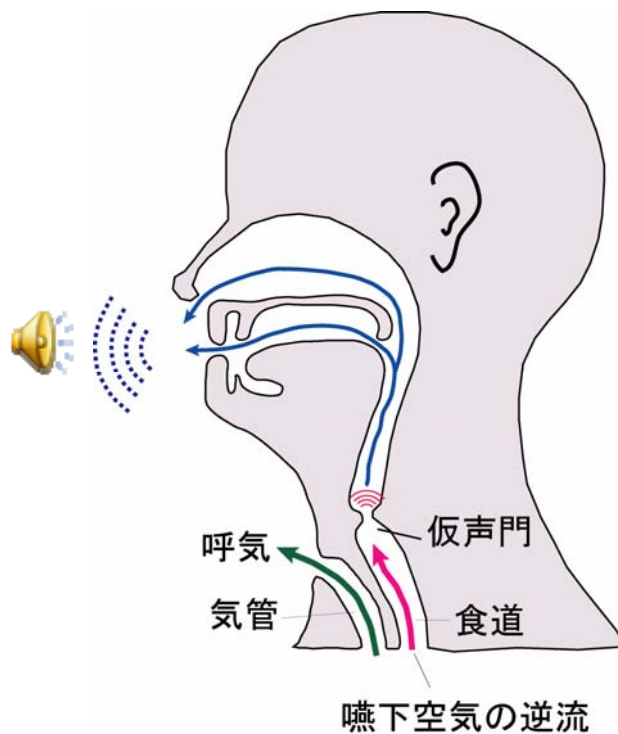
しかし、**調音機能**は残存する



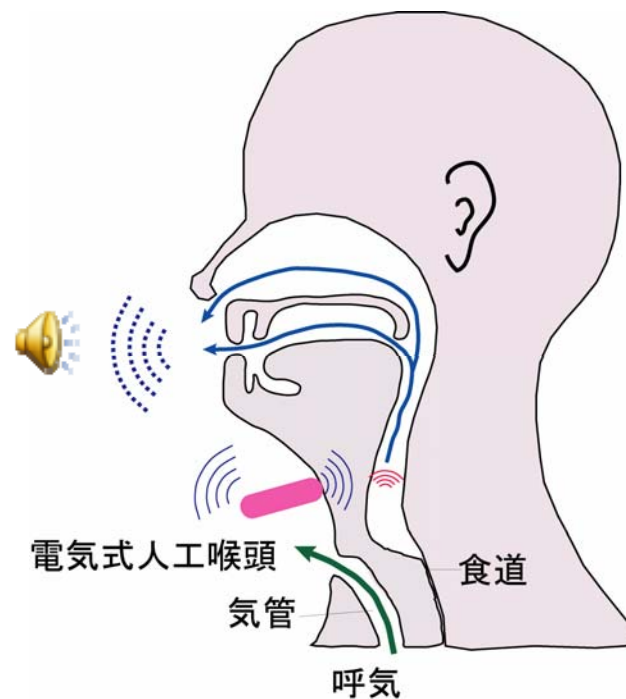
残存する調音機能と微弱振動音源を用いて微弱な声道共鳴音を生成できる。  
この共鳴音を拡声したり通常音声に変換したりする代用音声技術を開発し、  
発声障害者の音声コミュニケーション手段を回復する基盤技術を創る。

# 代用発声法

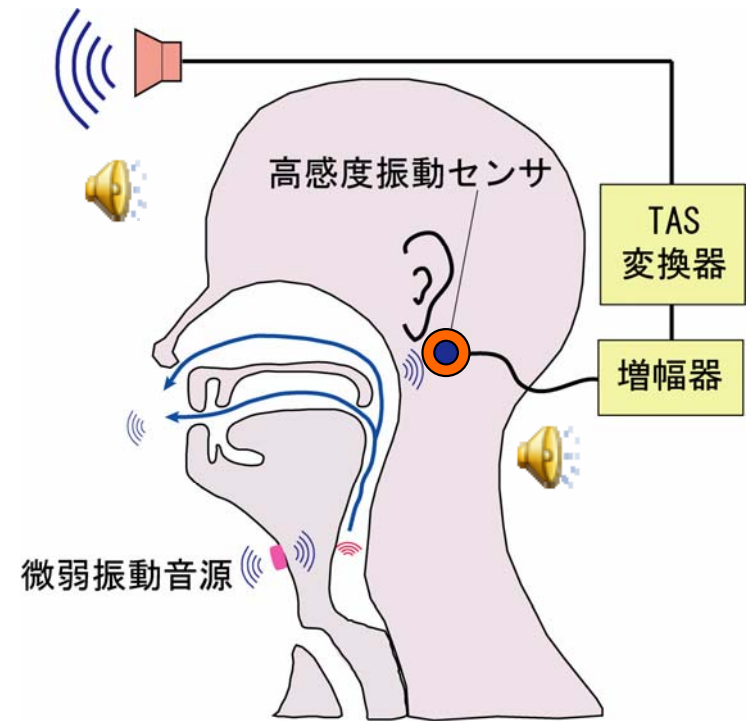
## 食道発声



## 電気人工喉頭

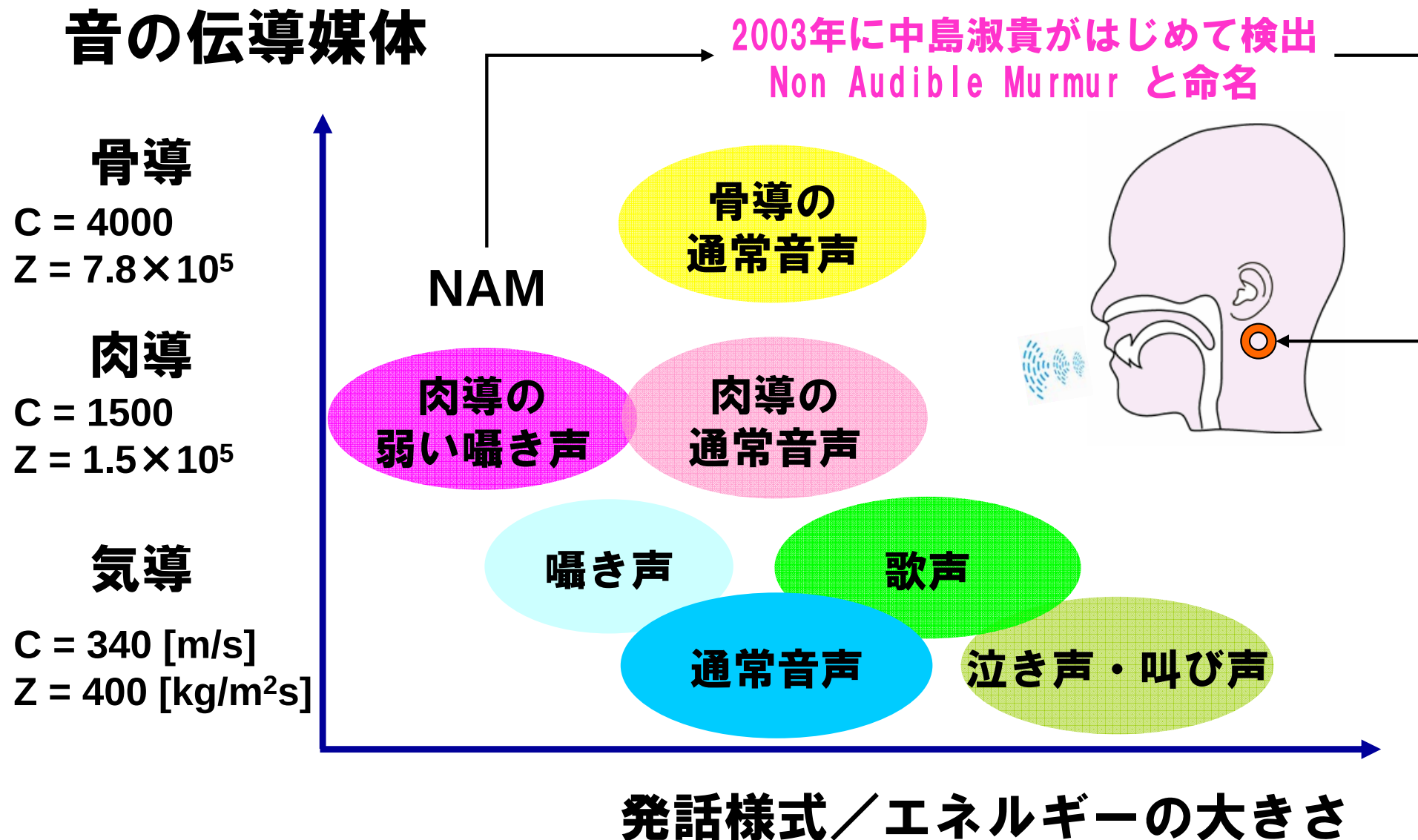


## 提案法



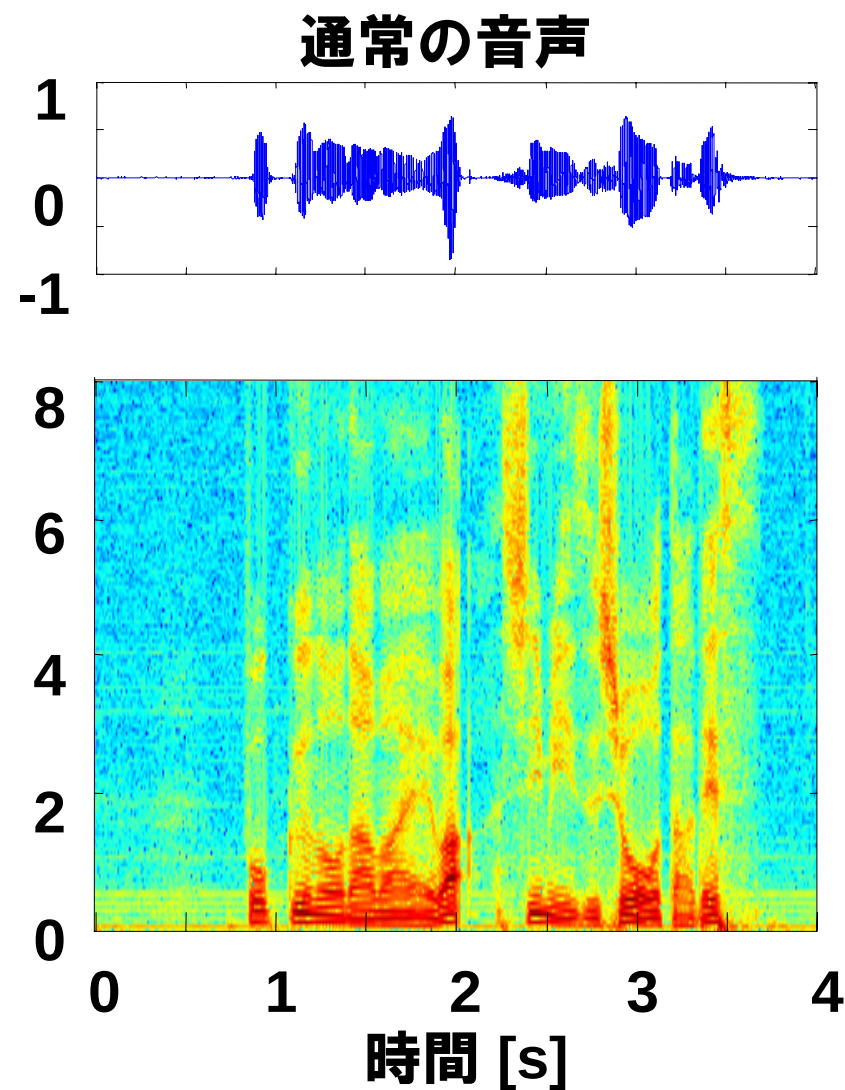
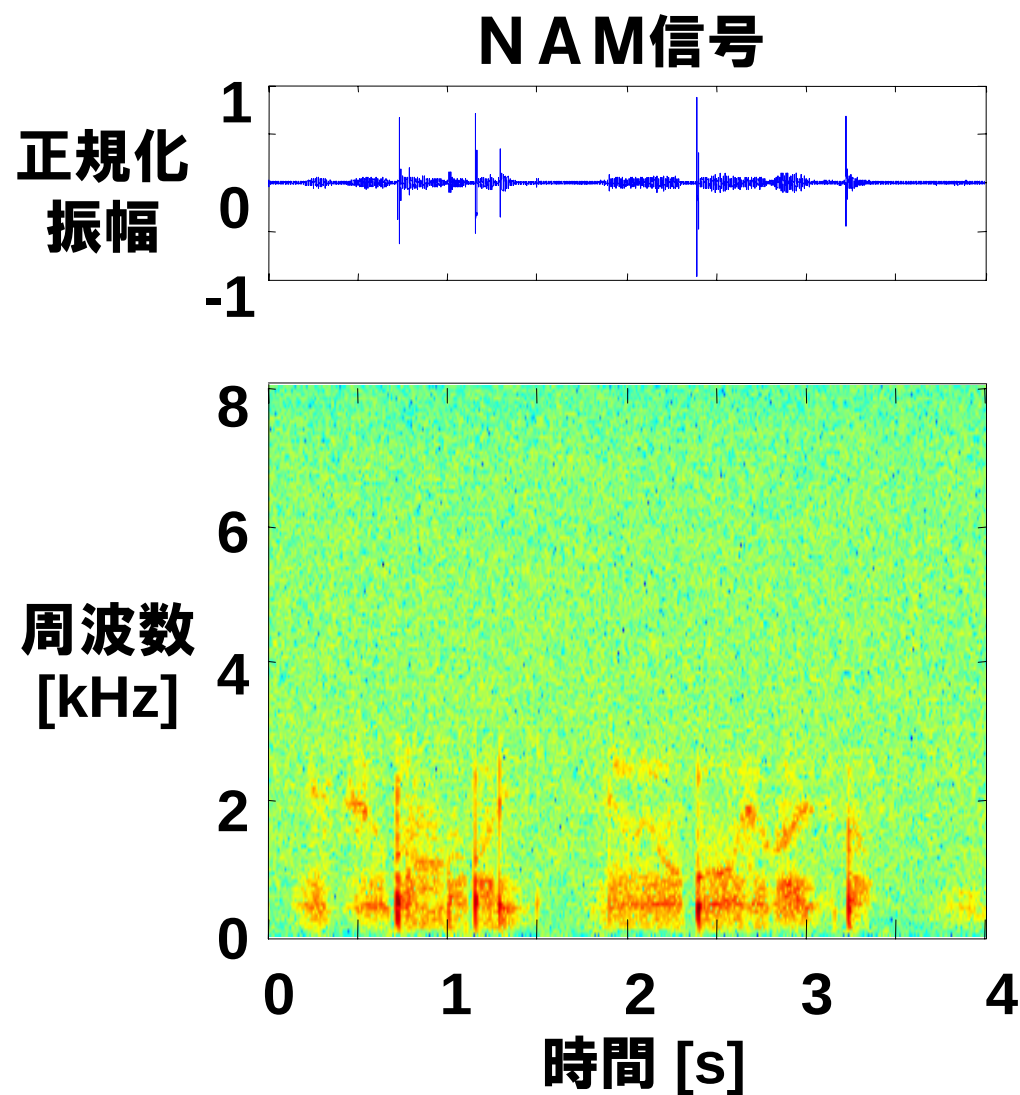
微弱振動源による声道共鳴音を「肉伝導音センサ」で検出し、  
「声質変換技術」で聴きやすい音声にする変換代用音声技術

# さまざまな「音声」

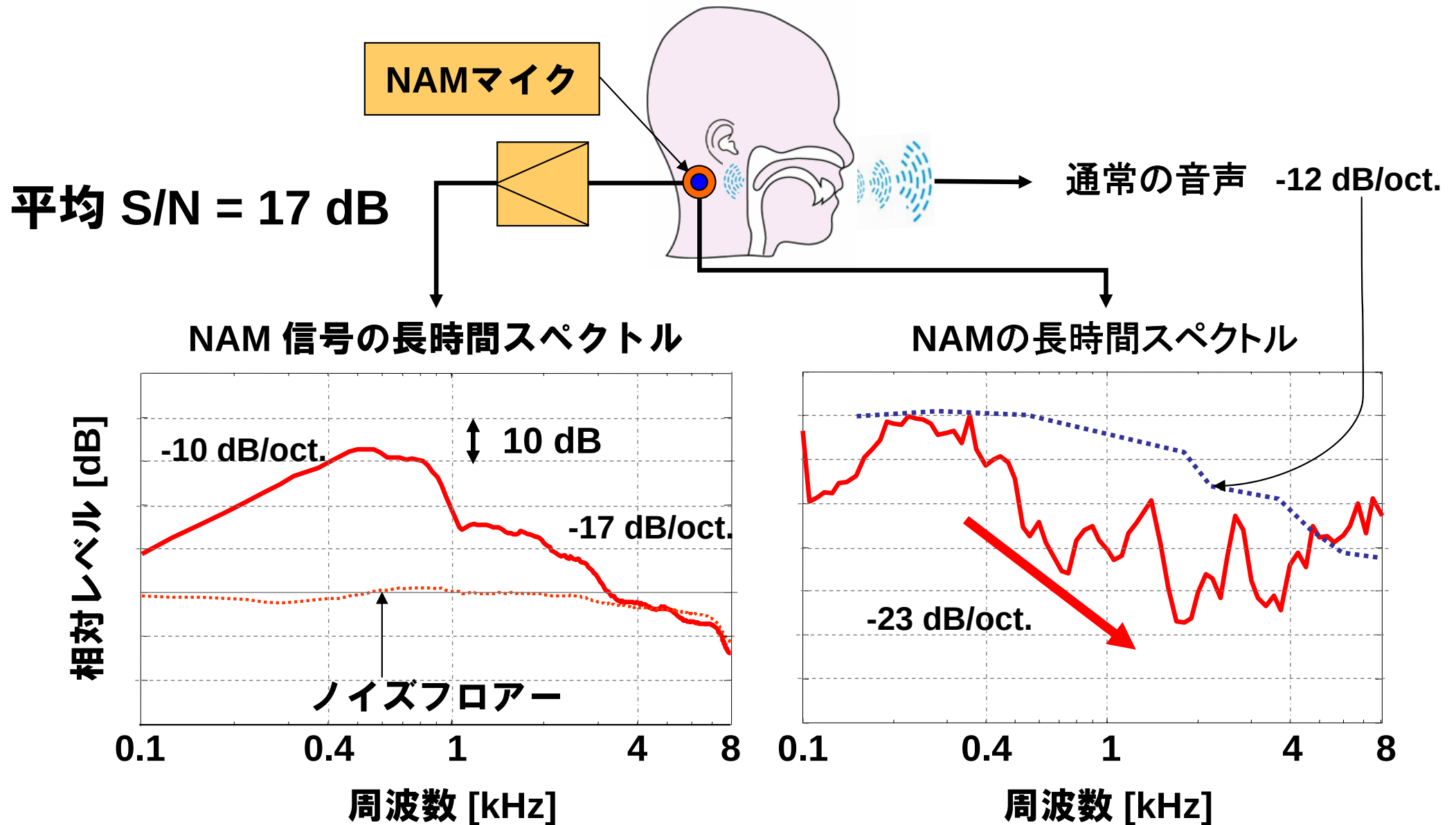


# 非可聴つぶやき声

## NAM : Non-Audible Murmur

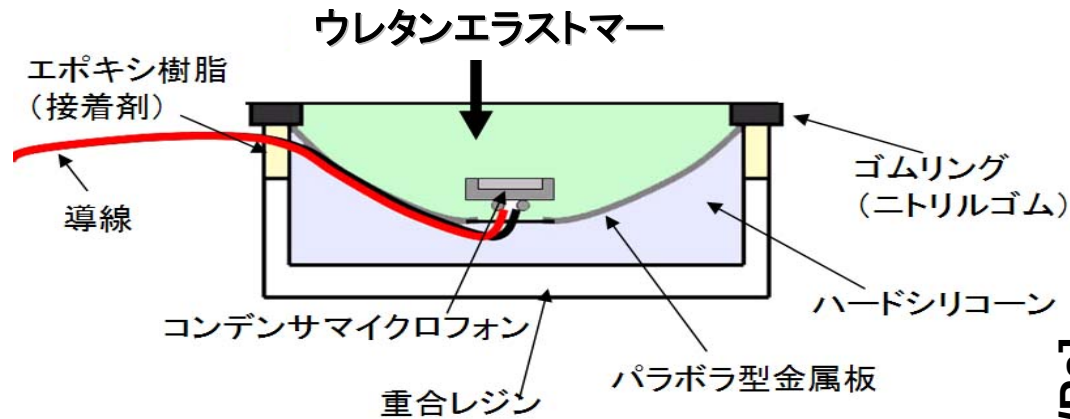


# NAMの音響的特徴

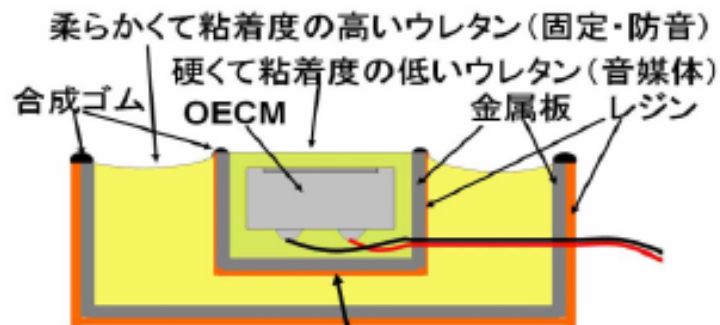




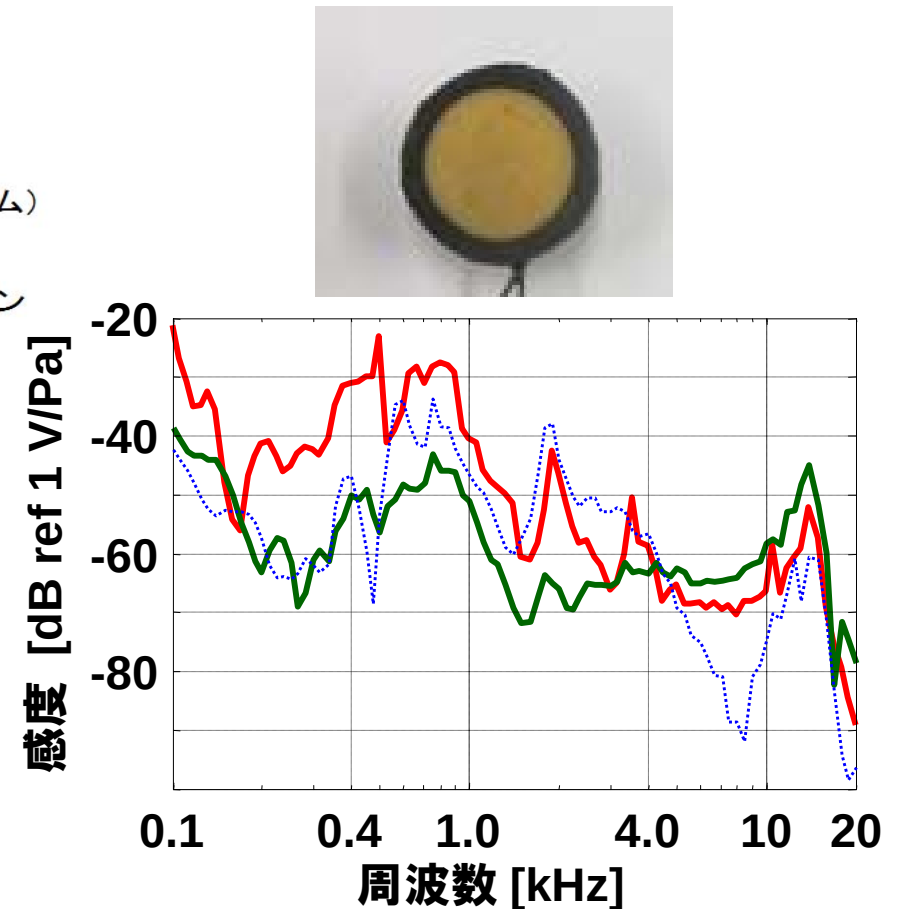
# 装着性の良い新型NAMマイク



## ウレタンエラストマー型 NAM マイク



## 二重包埋型 NAM マイク



# ワイヤレス型NAMマイク



**Bluetooth-NAMマイク**

|      |        |
|------|--------|
| 音声品質 | 高い     |
| 伝播距離 | 9 m 以下 |
| 遅延   | 250 ms |



**FM-NAMマイク**

|      |                |
|------|----------------|
| 音声品質 | 中程度            |
| 伝播距離 | 9 m 以上も可       |
| 遅延   | $\approx 0$ ms |



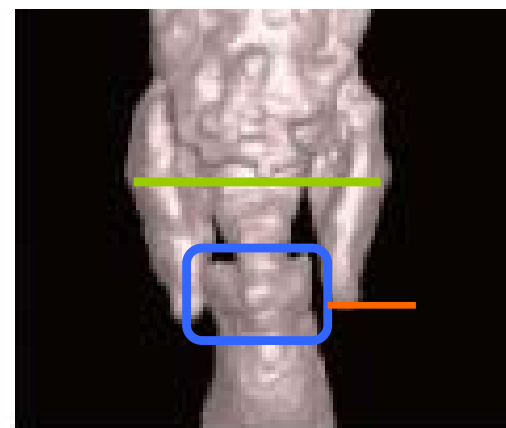
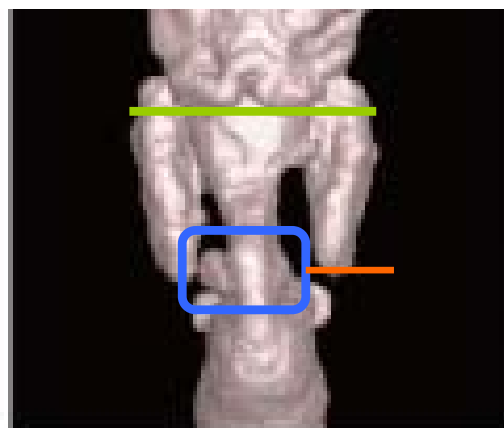
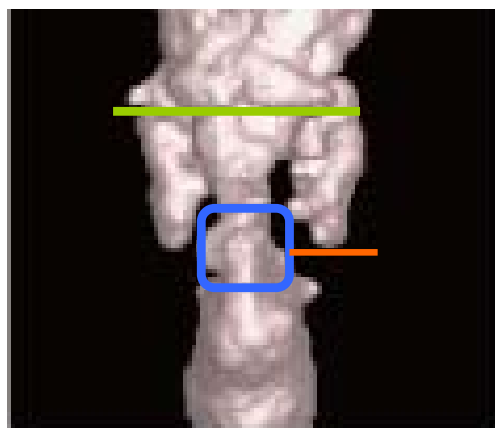
# N A M発話時の声門付近の声道形状

強い囁き声

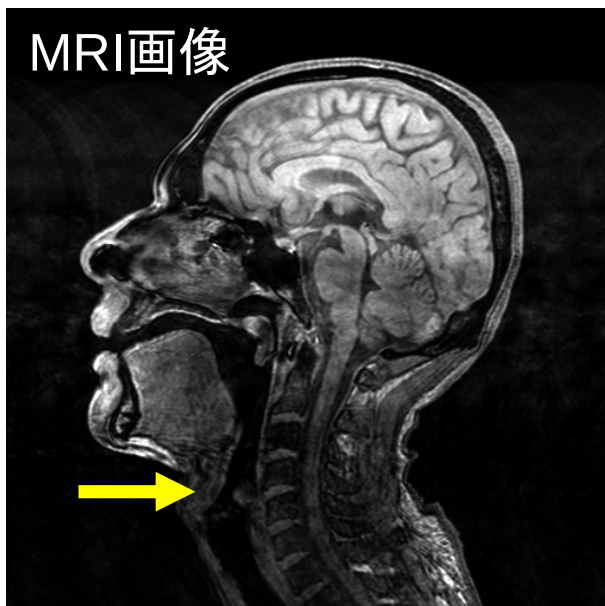
弱い囁き声

N A M

声門付近  
冠状断面



MRI画像



声道の  
立体形状  
計測



喉頭室の下降と開放



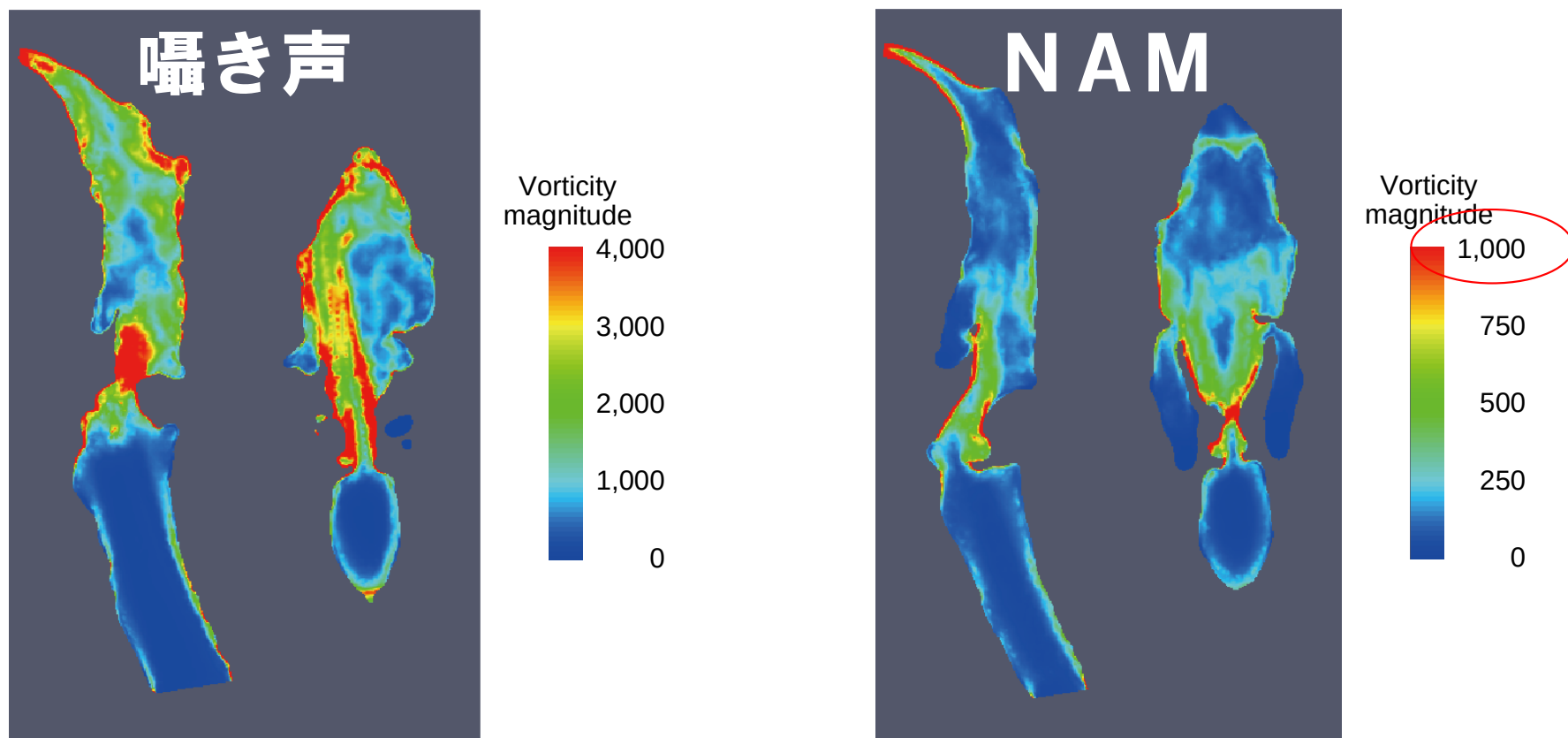
喉頭蓋の開放による空洞の伸張



梨状窩の伸張

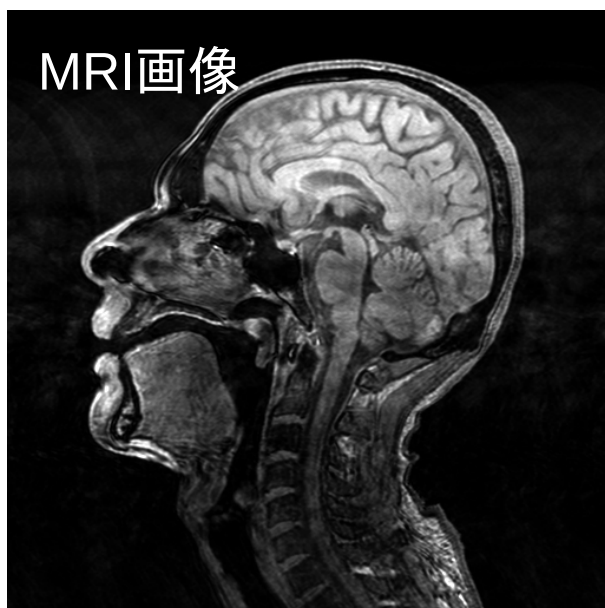
# 声門および声道を流れる空気流の 3次元非圧縮性解析結果

声門および声道を流れる空気流の渦度の絶対値 $|\omega|$ の分布



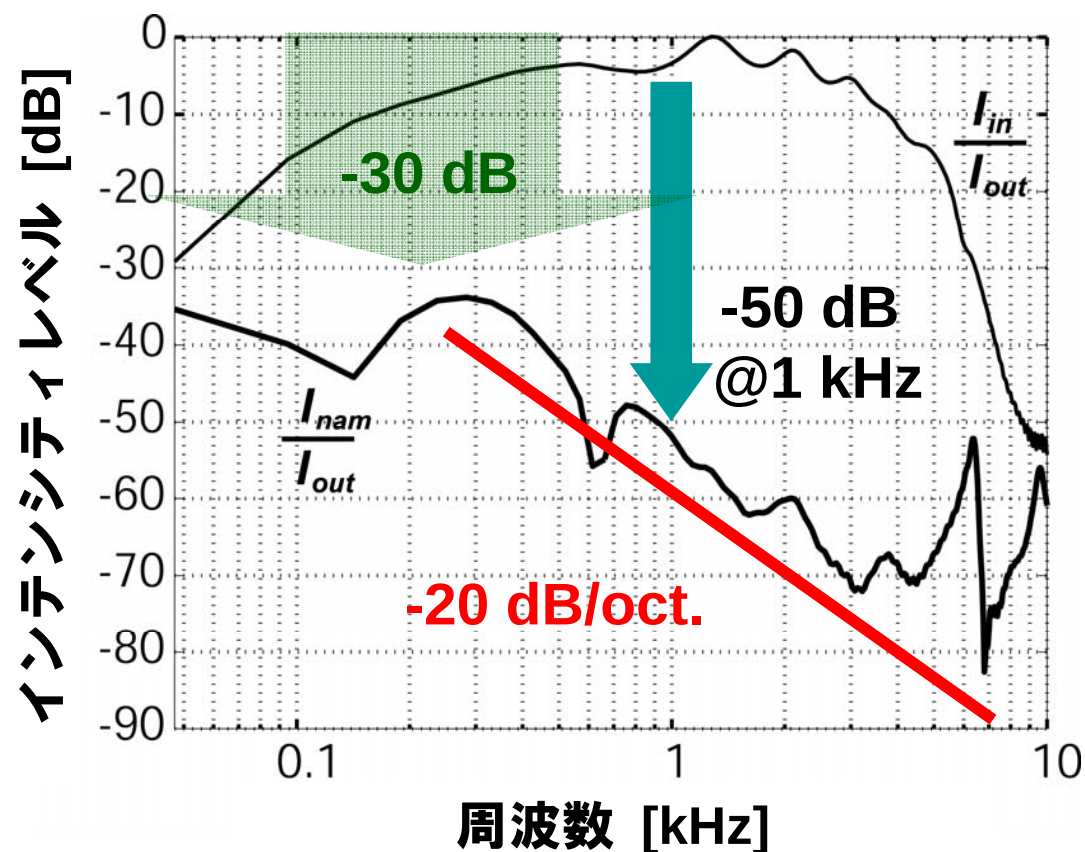
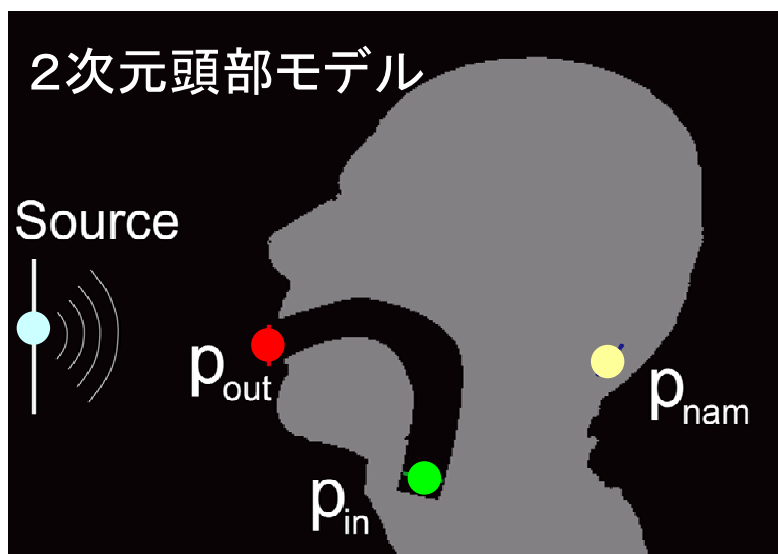
NAM発声時にも、弱い渦が声門上部に生じている

# 体内伝播過程の数値解析結果

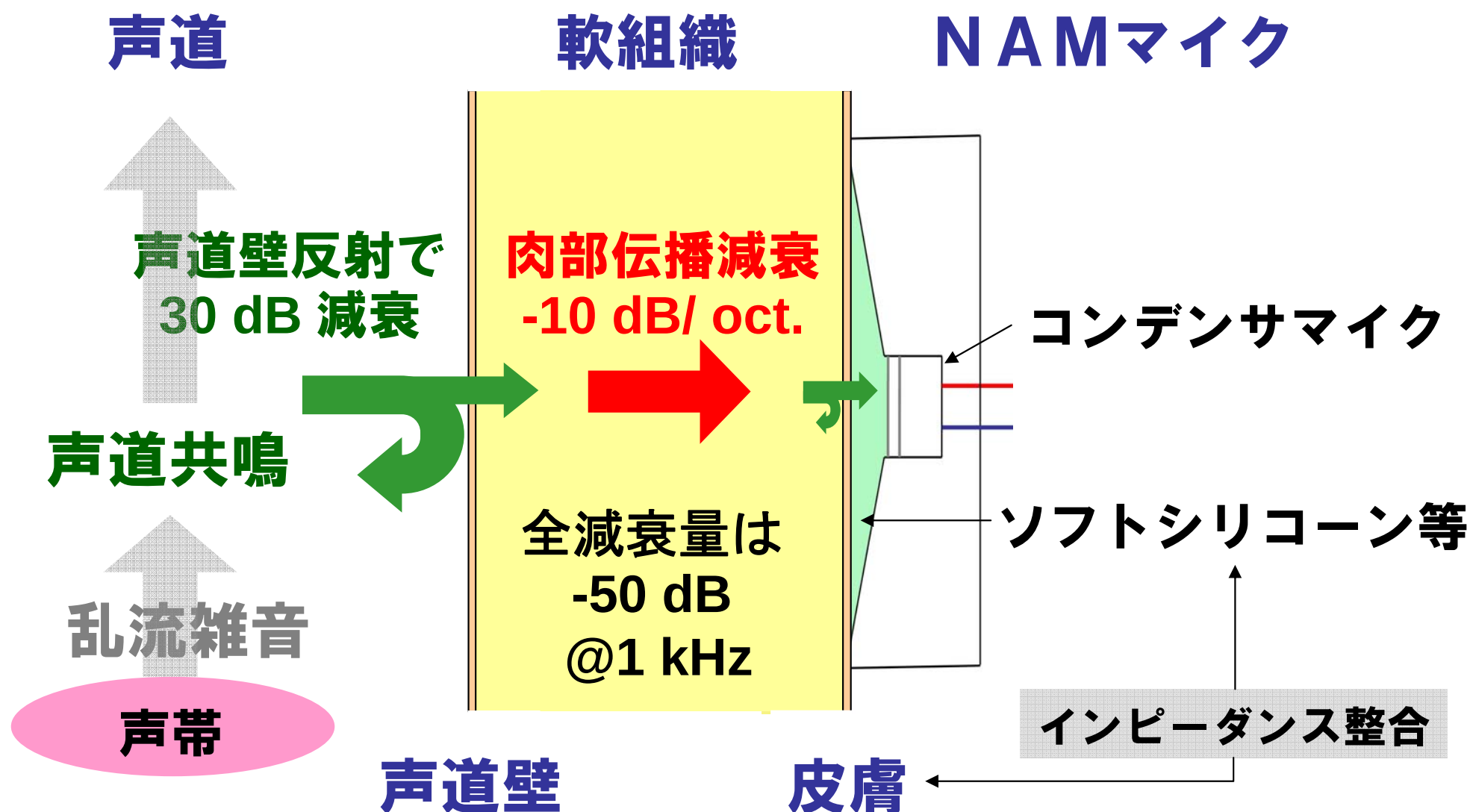


声道壁を透過する  
エネルギー

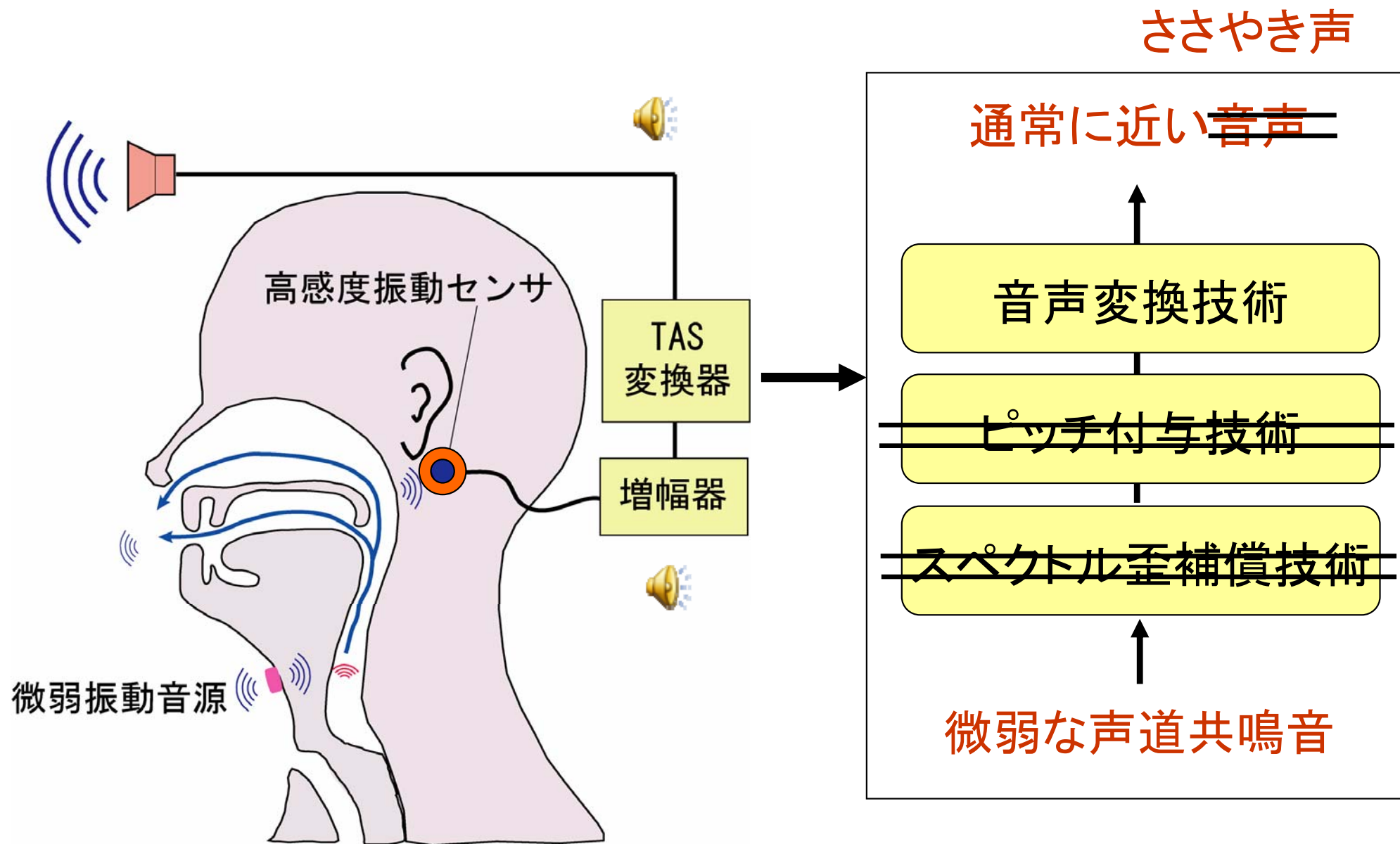
$$\frac{4Z_{air} \cdot Z_{tissue}}{(Z_{air} + Z_{tissue})^2} \simeq 10^{-3}$$



# 声道共鳴音の体内伝播過程



# 変換代用音声（TAS）技術



肉伝導音声

変換自然音声

特徴量抽出

肉伝導音声の  
音響特徴量

$x$

✓ スペクトル  
✓ パワー  
⋮

自然音声の  
音響特徴量

$y$

✓ スペクトル  
✓ パワー  
⋮

音声合成

最尤変換

$$y = \arg \max_y P(y | x, \theta_{tr})$$

声質変換

統計モデル

$$\theta_{tr} = \arg \max_{\theta} P(x, y | \theta)$$

少量の学習データ

$x$

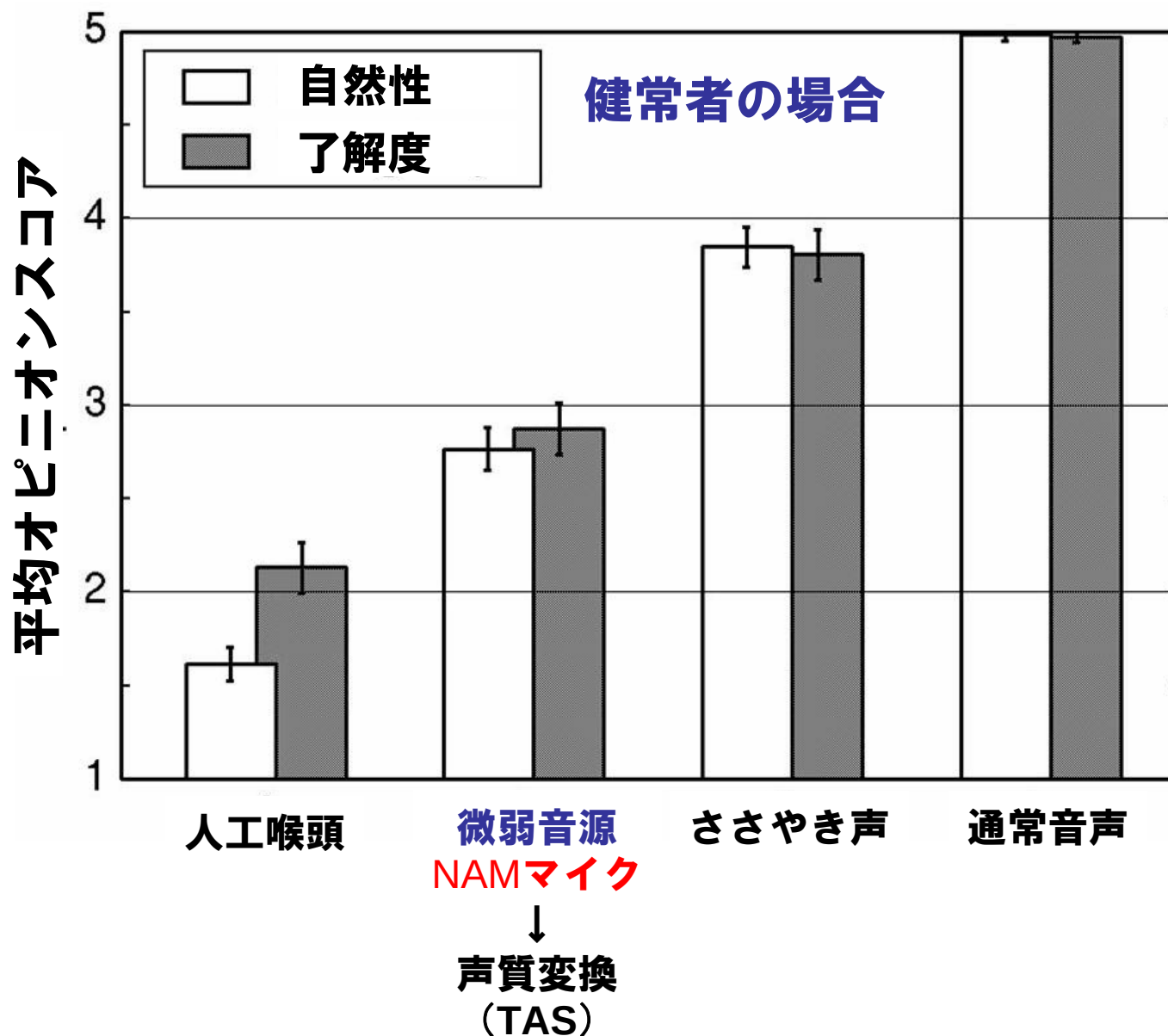
$y$

肉伝導音声

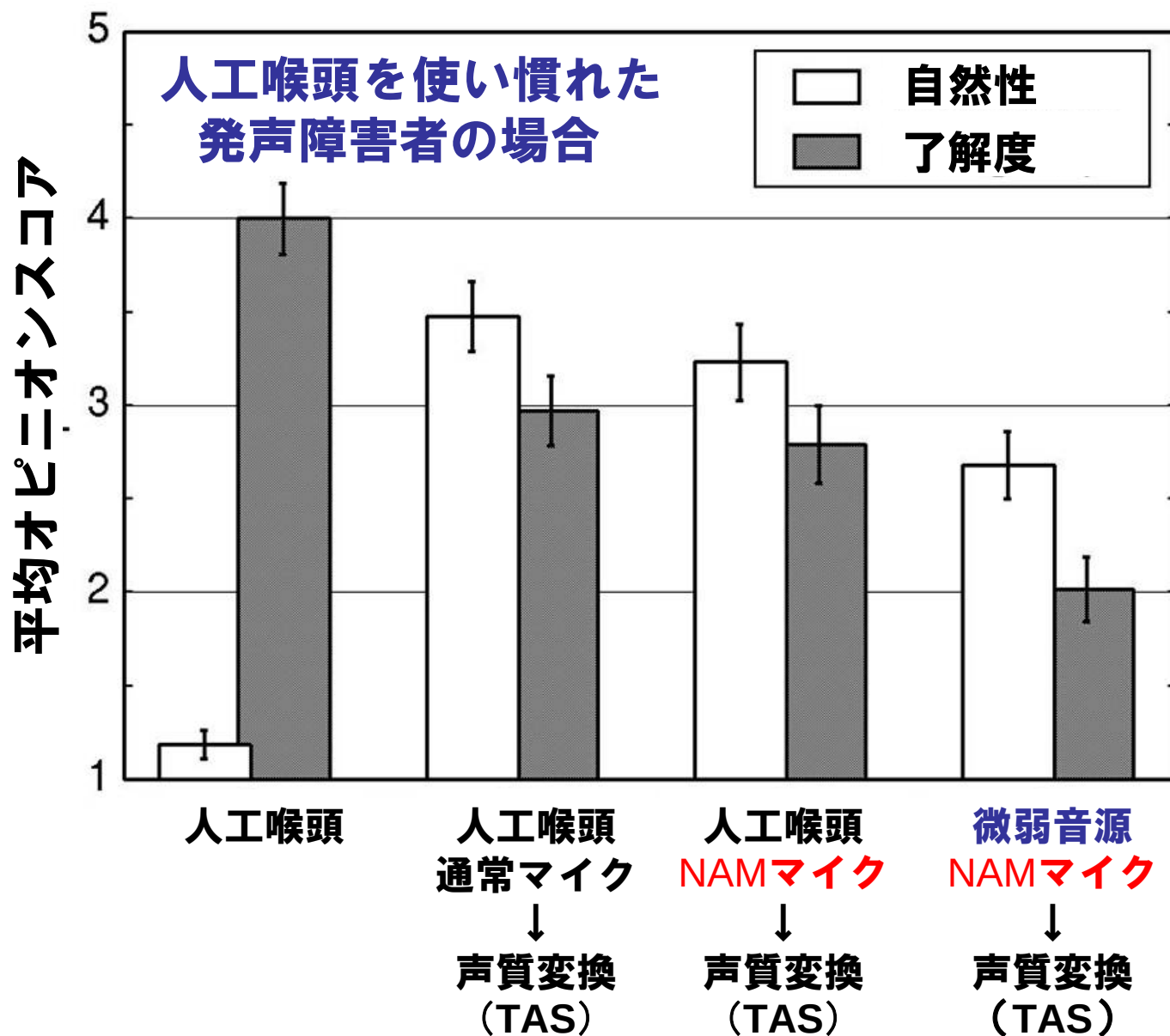
自然音声



# 変換代用音声 (TAS) の評価



# 変換代用音声 (TAS) の評価



# 本プロジェクトの成果

## 1. NAMデータベースの構築と解析

論文

- 43 名 630分の NAM を収録し、データベースを構築。
- NAM は、 $-23\text{dB/oct}$ で高域成分が減衰、 $S/N=16\text{dB}$  程度。

## ● NAMの生成メカニズム

論文

- 声門上部の弱い渦が音源。NAM 発声時に声門は広がり、梨状窩は伸長。
- 声道壁透過で $-30\text{dB}$ 、肉部伝播減衰は $-10\text{dB/oct}$ 。合計で $-50\text{dB}@1\text{kHz}$ 。

## 1. NAMセンサー開発

論文・特許

- 小型で装着性の良い NAM センサと、ワイヤレス NAM センサを開発。

## 2. 変換代用音声（TAS）技術

論文・特許

- 微弱音源の肉伝導音を囁き声に変換するアルゴリズムを開発。

## 3. 変換代用音声（TAS）技術の評価

論文

- 従来の電気喉頭による代用音声より、自然性・明瞭度とも向上。