

# MRIによる歯列計測法

## 熱可塑性エラストマー製マウスピースを用いて

北村達也<sup>(1)</sup>, 平田宏之<sup>(2)</sup>, 本多清志<sup>(2,3)</sup>, 藤本一郎<sup>(4)</sup>, 島田育廣<sup>(4)</sup>,  
正木信夫<sup>(4)</sup>, 西川員史<sup>(5)</sup>, 福井孝太郎<sup>(5)</sup>, 高西淳夫<sup>(5)</sup>

(1) 甲南大学工学部情報システム工学科

t-kitamu@konan-u.ac.jp

(2) ATR認知情報科学研究所

(3) Laboratoire de Phonetique et de Phonologie, Univ. Paris III

(4) ATR-Promotions脳活動イメージングセンタ

(5) 早稲田大学理工学術院機械工学科

# はじめに

- 磁気共鳴画像法(MRI)は音声生成系研究においても極めて重要な研究ツールである.
- 発話時の任意断面の形態や動態を観測.
- 難点: 歯が低輝度に撮像されるため, 歯と空気の境界を抽出できない. →声道形状を正確に計測できない.

# 例

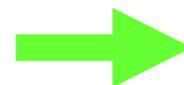
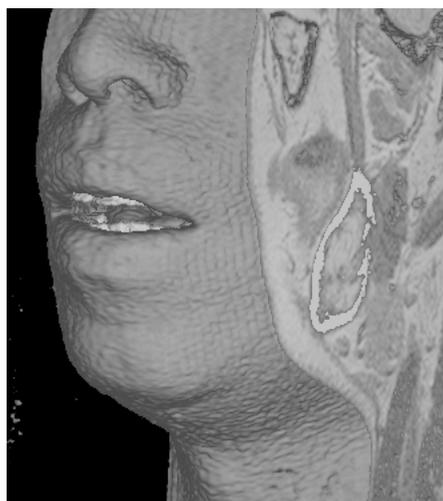
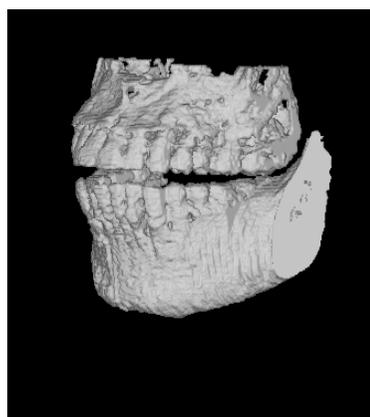


# MRIによる歯列撮像の歴史

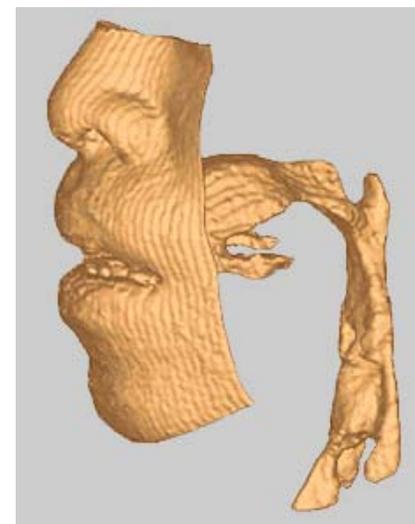
- 楊ら(1994)
  - 被験者の歯形の石膏模型を水中に入れて3次元MRIで撮像し、歯列のボリューム・データを得る.
  - 後でMR画像に補填.
  - 歯形の表面に気泡が付着しMR画像にムラ.
- 和久本(1997)
  - 歯冠プレート(樹脂製のプレート)
  - 樹脂部分は造影されない.
  - 調音に影響を与える可能性がある.
- その後もATRで様々な素材が試された.
  - ガム, 食用油, チーズ, 油, ゼラチン...

# Takemotoらの歯列補填法 (2004)

- 造影剤を口にふくんで伏臥位で撮像.
- 抽出した歯列を, 別に撮像した発話時の3次元MR画像に補填.
- 難点
  - 被験者の負担が少なくない.
  - 呼吸に伴って頭部が動く. → モーション・アーチファクト



領域抽出



# 声道模型

- 声門から声帯音源を入力すると“声”が出る.



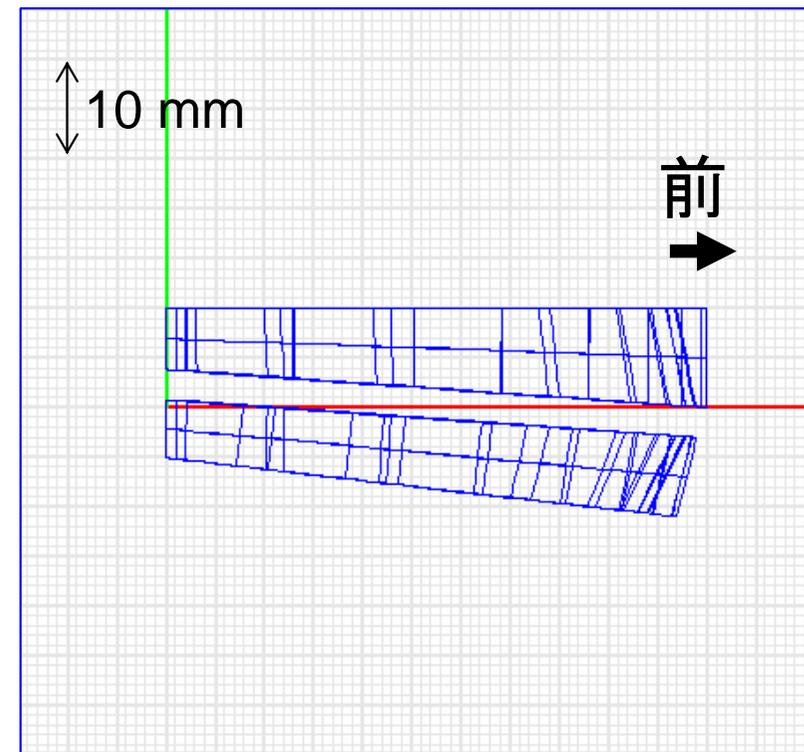
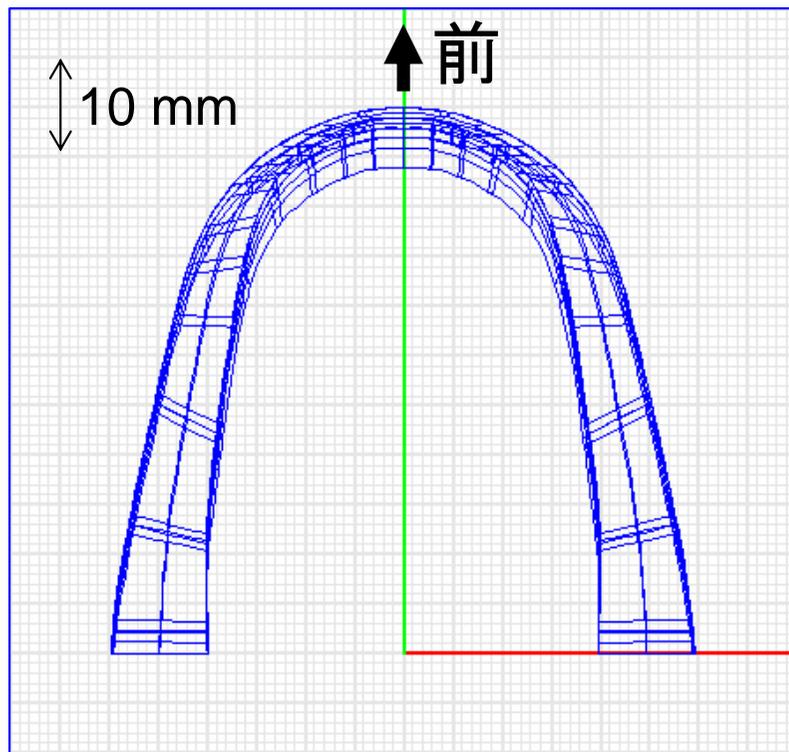
図:成人男性の「あ」の声道模型. 左図:側面図, 右図:前面図.

# マウスピースの素材

- クラレ社製セプトン(熱可塑性エラストマー)
  - エラストマー:弾力性に富む高分子化合物
  - 成形が容易
  - MRIで高輝度に造影される.
    - 成形時に加えるパラフィンの脂肪分による.

# 歯形

- 上下の門歯・犬歯はくさび状
- 臼歯は角状



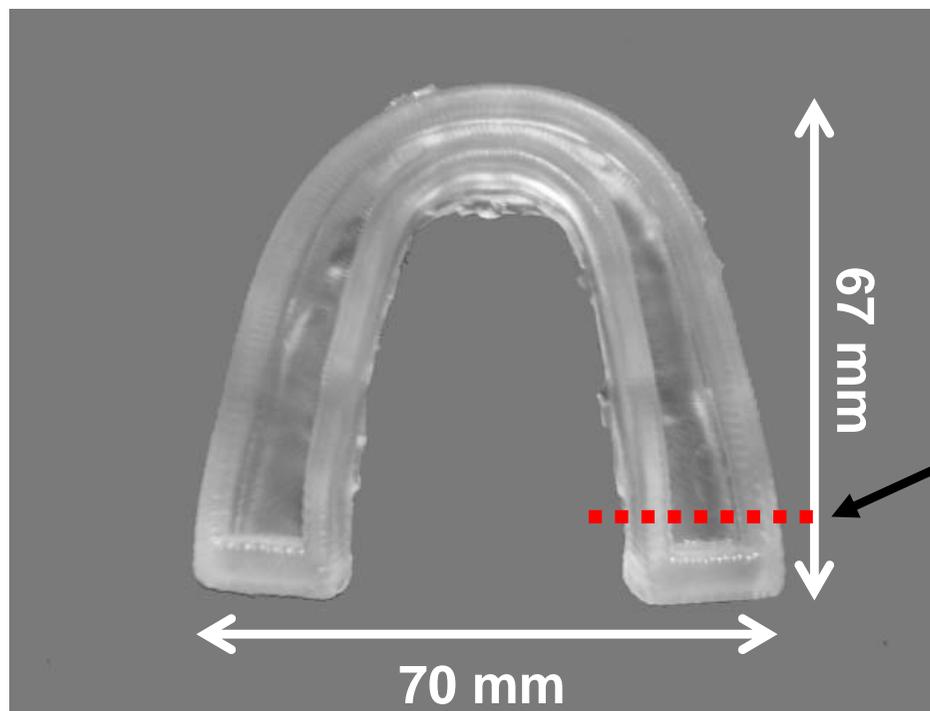
図：歯形のCADモデル。左図：上面図，右図：側面図。

# マウスピースの成形

- 真空成型機により成形.
- 型にセプトン(ペレット状)と食品添加用パラフィン(カナダ社ハイコールK-350)を入れ, 溶解させる(200°C).
- 真空状態にして気泡を抜きながら溶解.
- 気泡が入ると,
  - もろくなる.
  - MR画像にムラを生じさせる.
- パラフィンの分量を制御.

# マウスピース

- 咬合部の厚さは4 mm.
  - MR画像の解像度(0.5 x 0.5 mm)を考慮.
  - 被験者のくわえやすさを考慮.



切断することにより  
被験者の口腔の  
大きさに合わせる  
ことができる。

図: 熱可塑性エラストマー製マウスピース.

# MRI撮像

- ATR-Promotions脳活動イメージングセンタ(BAIC)の Shimadzu-Marconi ECLIPSE 1.5T Power Drive 250
- echo time (TE): 11 ms
- repetition time (TR): 3200 ms
- flip angle (FA): 90度
- 撮像領域: 256 x 256 mm
- 分解能: 512 x 512 pixel
- スライス: 矢状方向
- 厚み: 2 mm, 間隔: 2 mm
- スライス数: 51
- 姿勢: **仰臥位**
- コイル: ヘッドネックコイル



図: ATR-P BAICのMRI装置.

# 2つの撮像方向

- 予備実験の結果, 化学シフトが生じることが判明(4ピクセル, 2 mm).
- MR画像中でマウスピースがシフトしてしまう.
- 2つの撮像方向で撮像し, 後で化学シフトの影響をキャンセルすることに.
  - head-to-foot(HF)画像: 頭部を高磁場にした撮像
  - foot-to-head(FH)画像: 脚部を高磁場にした撮像

# HF画像とFH画像

- 矢状断面



図 : head-to-foot(HF)画像.



図 : foot-to-head(FH)画像.

# HF画像とFH画像

- 右側方



図 : head-to-foot(HF)画像.

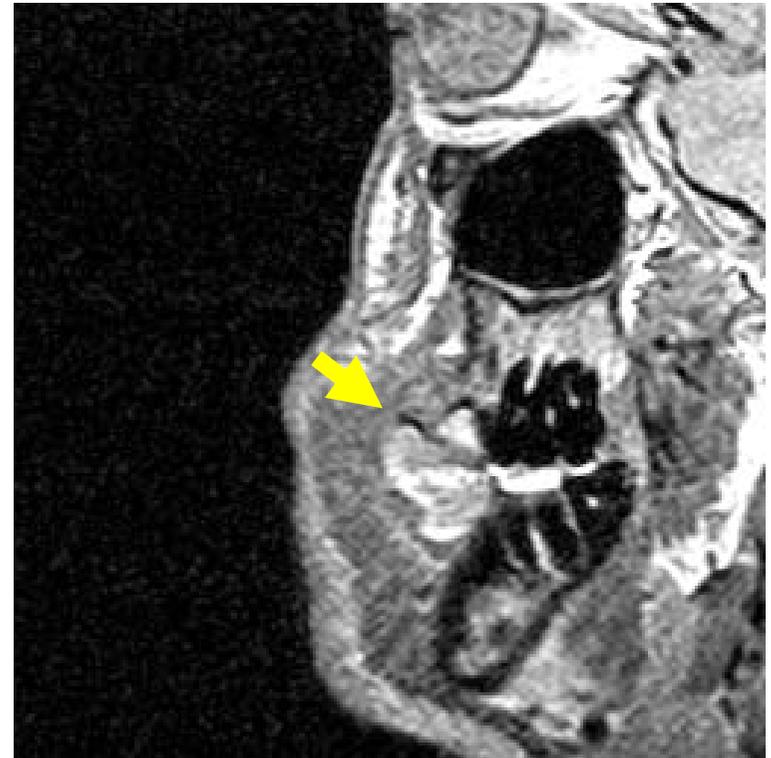
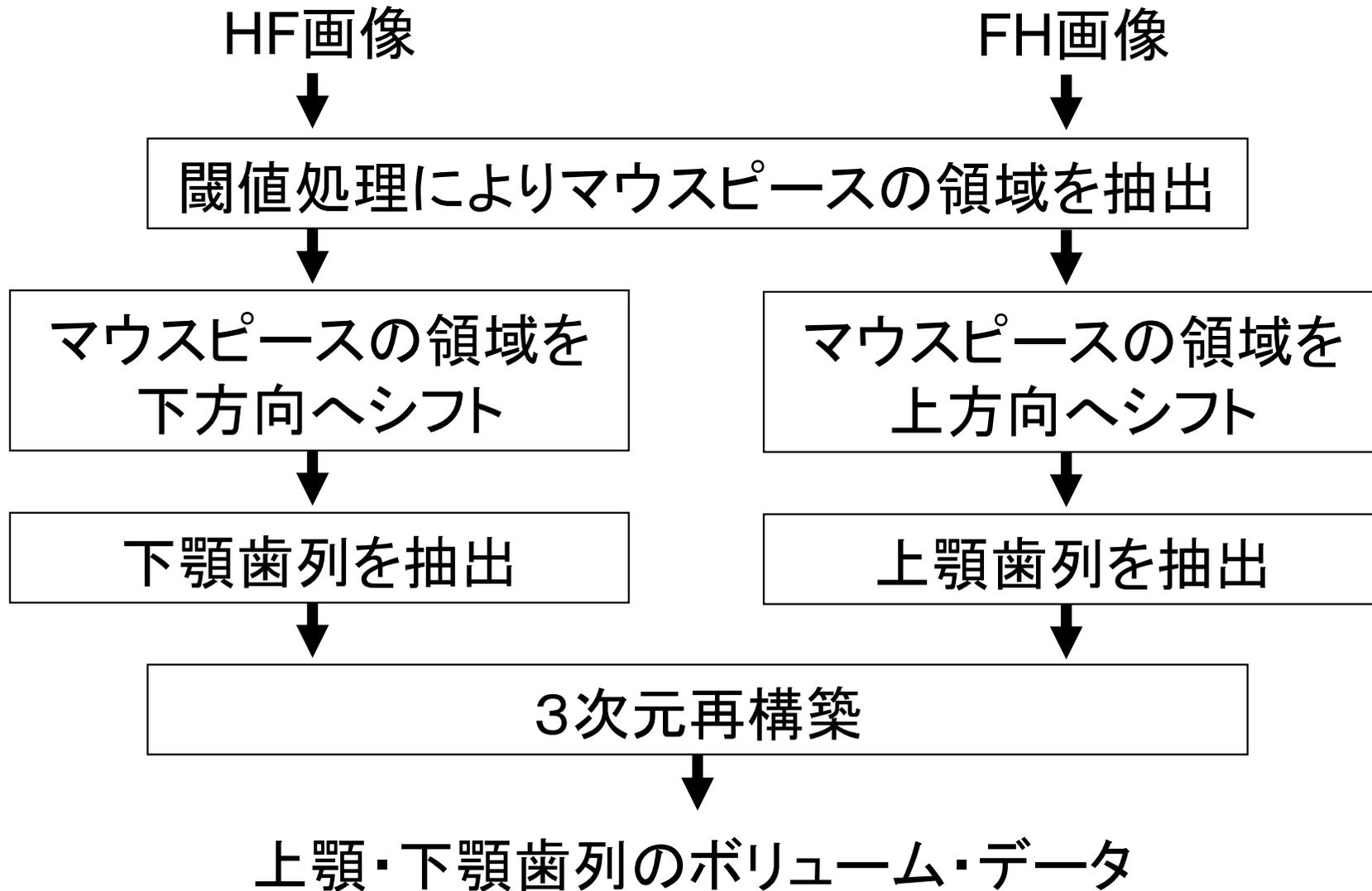


図 : foot-to-head(FH)画像.

# 上顎・下顎歯列を抽出する手続き



# マウスピース領域のシフト

- 矢状断面のHF画像

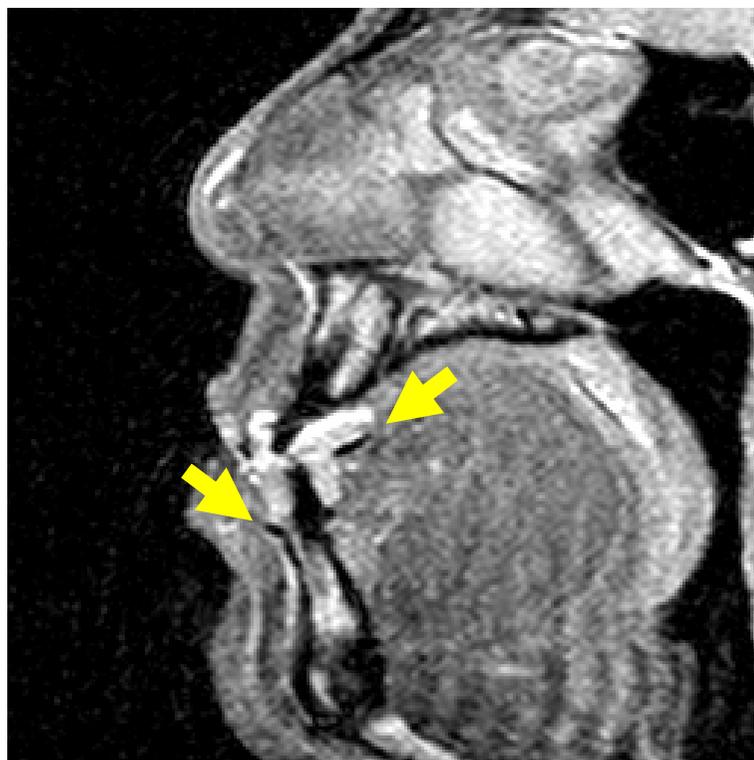
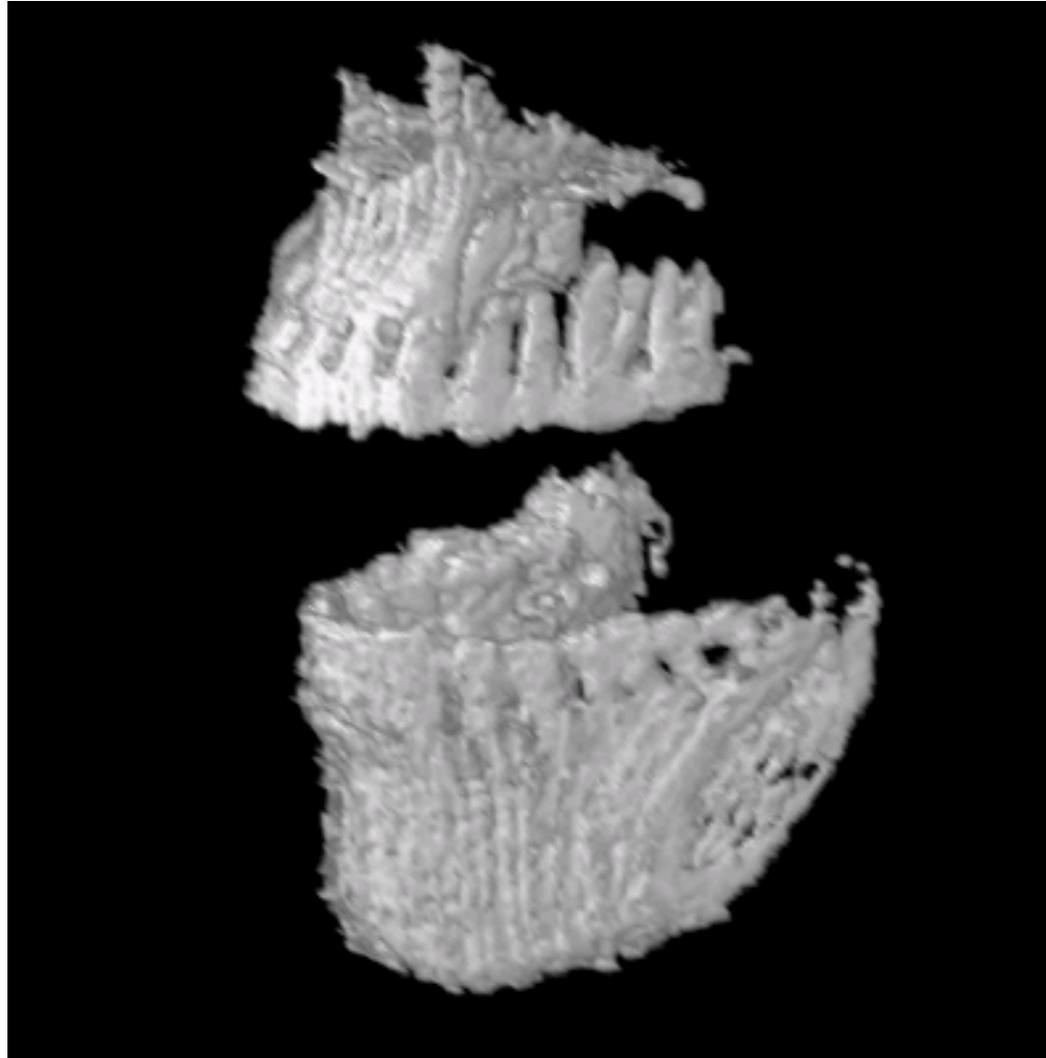


図:原画像.



図:シフト後の画像.

# 歯列のボリューム・データ



図：提案法によりMR画像から抽出した歯列のボリューム・データ.

# 考察

- 提案法により歯列のボリューム・データが抽出できる.
- Takemotoら(2004)の手法により, 発話時のMR画像に補填することが可能.
- 従来法との比較
  - 楊ら(1994)
    - 石膏模型を作る手間が必要.
  - 和久本ら(1997)
    - 樹脂部分は撮像されない.
  - Takemotoら(2004)
    - 被験者の負担が大きい.
    - 歯列の隙間まで正確に抽出するには液体が有利.

# おわりに

- 熱可塑性エラストマー製マウスピースを用いて、MRIにより歯列形状を計測する手法の提案.
- X線観測より分解能やSN比が劣る.
- 健常者を対象にする場合、非侵襲的であることが求められる.
- できれば量産して利用したい.
- 歯列の計測精度が今後の課題.