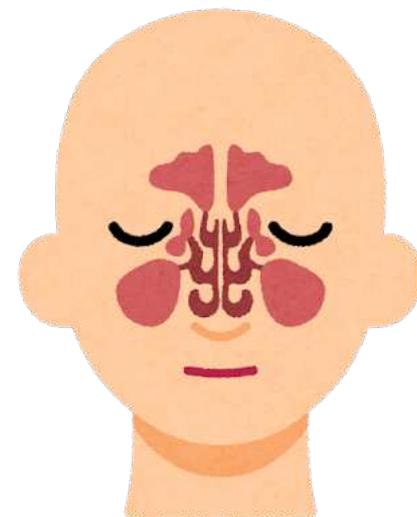


鼻腔・副鼻腔模型の 造形精度の調査

北村達也 (甲南大)

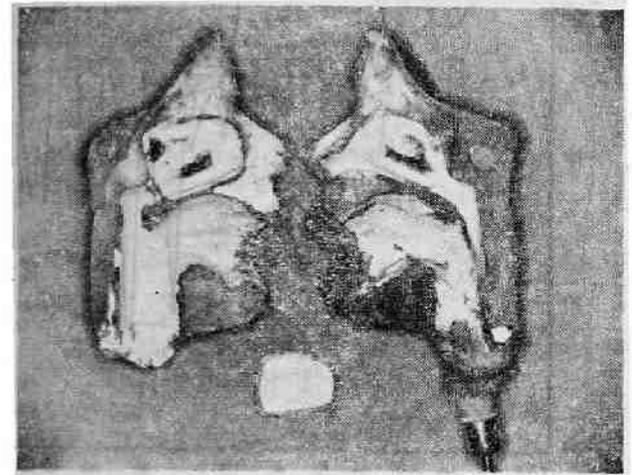
杉浦唯, 竹本浩典 (千葉工大)

鴻信義 (慈恵医大)



研究の背景

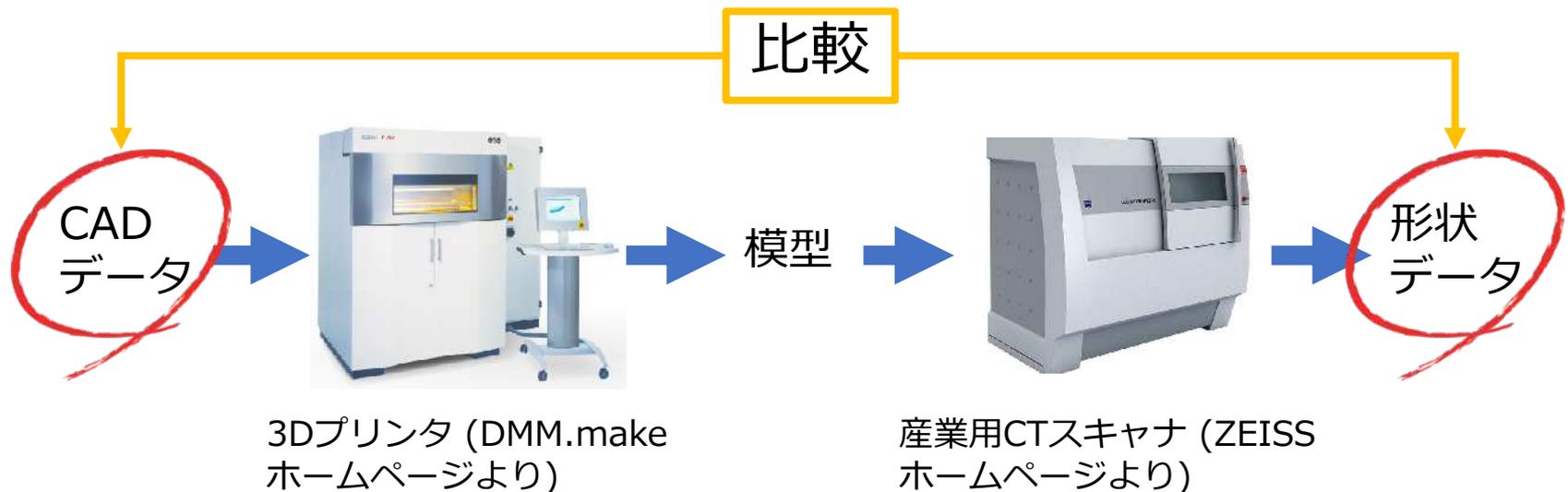
- 我々はヒトの鼻腔・副鼻腔が音声に与える影響について調査している.
- 鼻腔・副鼻腔を含む声道の模型を製作し, その音響特性を計測する研究は古くから行われている.
- 近年では3Dプリンタを利用して模型が製作されている.
 - Havelら (2017) など



小山 (1966) が製作した模型

研究の目的

- 模型の造形精度を検証した研究は見当たらない。
 - 特に一体成型した場合，内部の構造がCADデータ通りに再現されているかわからない。
- 3Dプリンタにより製作した鼻腔・副鼻腔模型の造形精度をCTスキャナを用いて調査



3Dプリンタ (DMM.make
ホームページより)

産業用CTスキャナ (ZEISS
ホームページより)

方法(1) 原データの作成

- 実験協力者のCT撮像
 - 健常な成人男性1名 (杉浦ら, 2020)
 - 鼻音/m/発声中に撮像 (口は閉じている)
 - CANON Aquilion Primi @東京慈恵医大学附属病院
 - 解像度 : 0.38 mm x 0.38 mm x 0.5 mm
 - 撮像時間 : 1 s
- CADデータの作成
 - 閾値-190を使用し (杉浦ら, 2020) 声道領域を抽出
 - 声道領域に3 mmの壁を付与し, STL形式にて保存
 - 「**原データ**」と呼ぶ



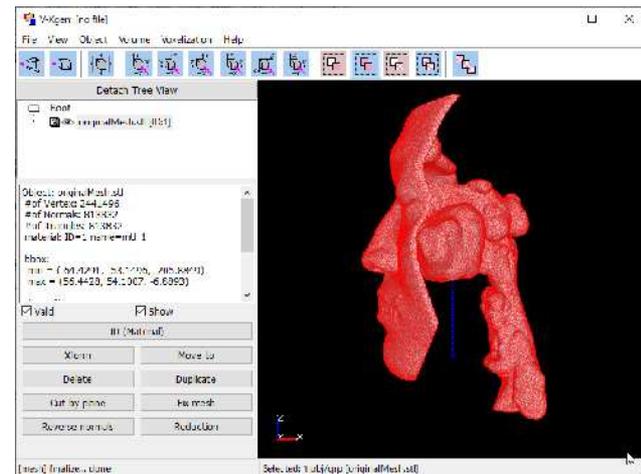
方法(2) 模型の製作とCT撮像

- 模型の製作
 - DMM.com社の3Dプリントサービス
 - ナイロン素材にて一体成型
 - 3Dプリンタ：EOSINT P760 (EOS社)
 - 粉末焼結方式
 - 積層ピッチ：0.12 mm
- 模型のCT撮像
 - METROTOM 800 130 kV (カールツァイス社) @ クロスメディカル社
 - ボクセルサイズ：190.38 μm
 - 2回に分割して撮像し、データを結合
 - 「**計測データ**」と呼ぶ

方法(3) 造形精度の検証

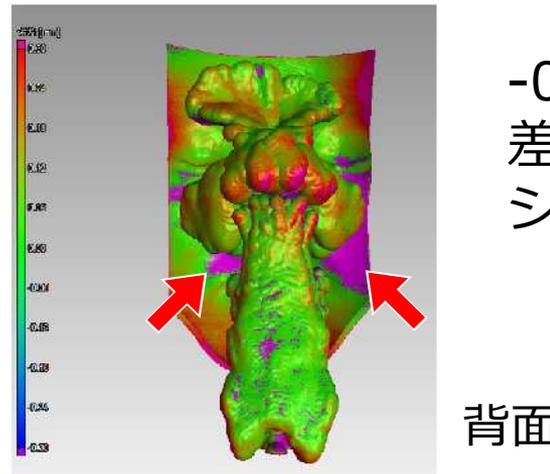
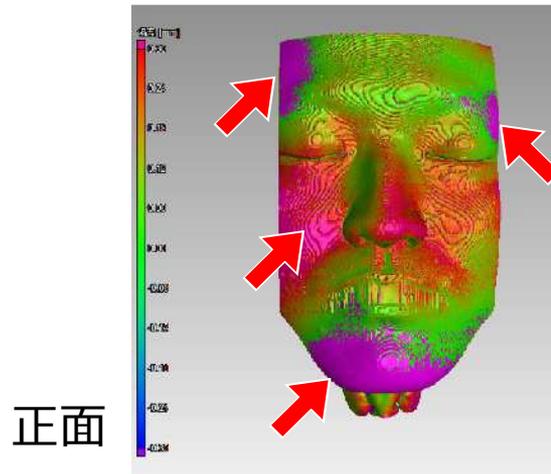
- VGSTUDIO MAX (ボリウムグラフィックス社)にて原データと計測データを自動的に位置合わせ
 1. 各点の偏差を計測
 2. V-Xgenにて0.5 mm×0.5 mm×0.5 mmメッシュに分割し比較

↑
FDTD法によるシミュレーションと音響計測の比較への影響を調べるため

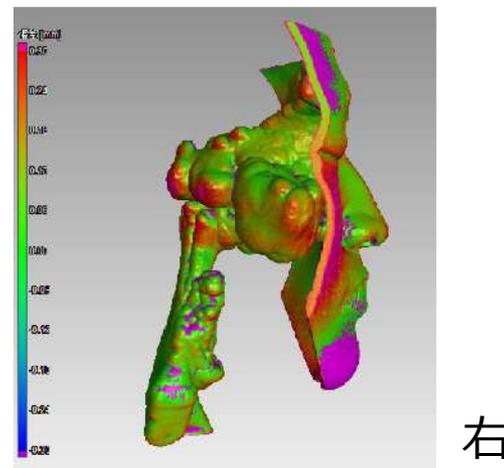
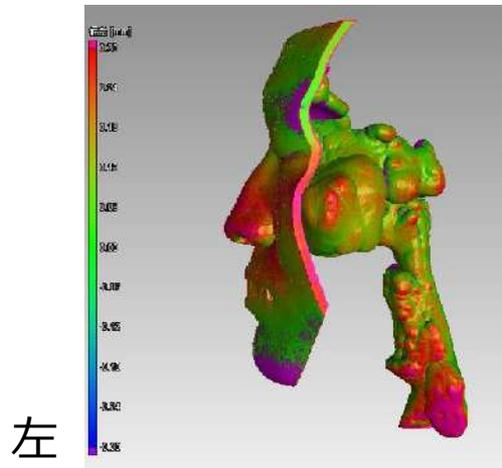


V-Xgenの実行画面

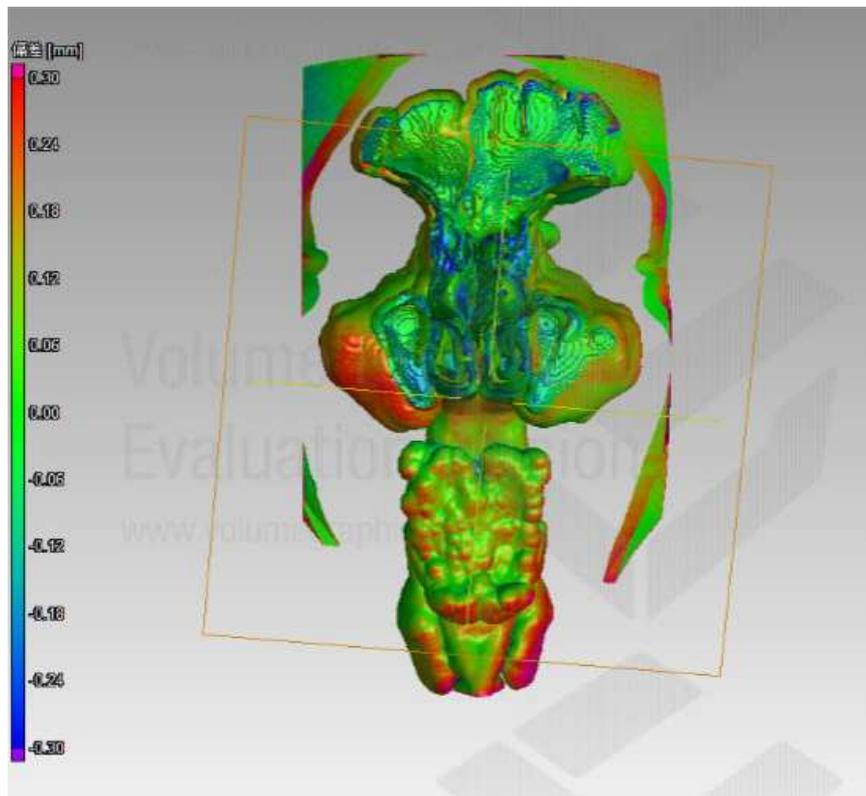
結果(1) 表面の偏差



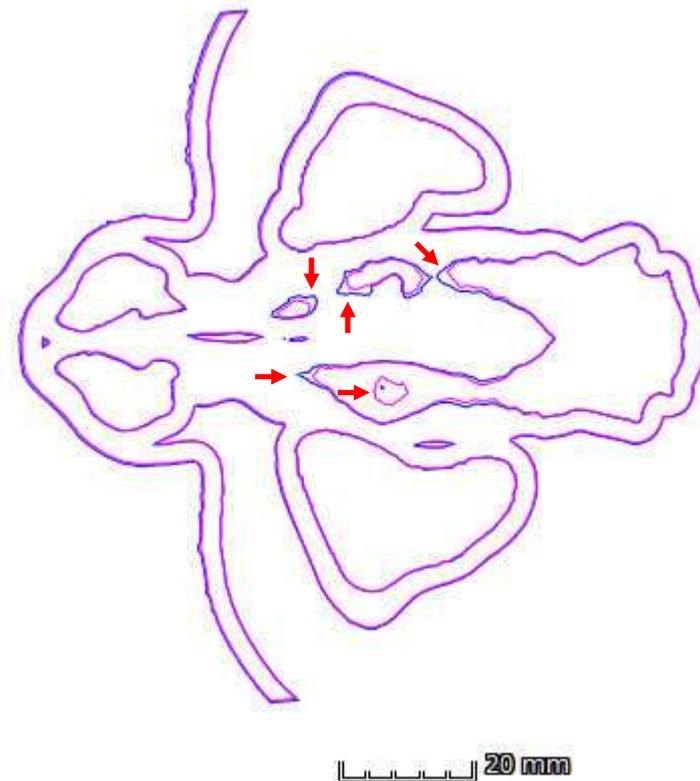
-0.30 mm~0.30 mmの偏差を青から赤のグラデーションにて示す



結果(2) 内部の偏差



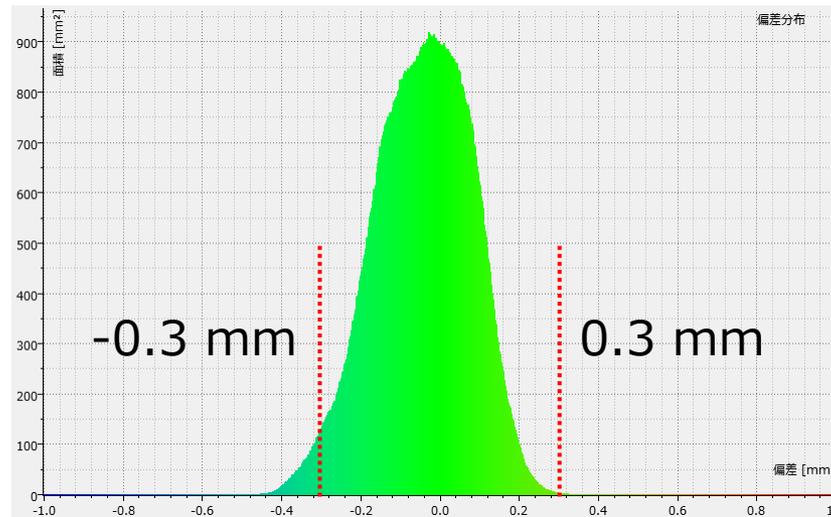
副鼻腔内の偏差



横断面上の偏差

結果(3) 偏差に関する統計値

- 偏差の絶対値の最大値：0.57 mm
- 表面積の90%にて偏差が0.21 mm以内
- 表面積の98%にて偏差が0.30 mm以内



偏差の分布

結果(4) ボクセル上の差異

- 原データと計測データを0.5 mm×0.5 mm×0.5 mmメッシュに分割し比較した
- 生成されたメッシュに差異無し

結果のまとめと考察

- 表面積の98%にて偏差が0.30 mm以内
 - 3Dプリンタの精度(参考値) ± 0.30 mmとほぼ一致
- 原データに存在する小腔が計測データで完全に充填されていることはなかった
- 3Dプリンタによる一体成型によって原データはほぼ再現される(3Dプリンタの精度に応じた偏差は生じる)
- 数値解析用にボクセル化したデータに差異なし
 - 模型の音響計測データは数値計算のベンチマークとして十分使えると期待してよい

まとめ

- 鼻音/m/発声時のCTデータから声道領域を抽出し，模型のCADデータを作製
- CADデータから模型を一体成型
- 模型を産業用CTスキャナにて計測し，形状を比較
- 本研究で対象にした話者のデータでは鼻腔・副鼻腔が欠損することなくほぼ再現された
- 得られる模型は数値解析との比較にも耐えうる

本研究はJSPS科研費(No. 19K12031)の支援を受けた。本研究の実施にあたり，内尾紀彦氏，慈恵医大 今川記恵氏，(株)クロスメディカル 菅原慧氏，植原良太氏，(同) DMM.com 杉谷氏の協力を得た。