

1ZA-03 発声時における舌一口蓋接触圧分布と舌力の計測

松村 雅史 ◯鳥居 拓 新川 拓也 田部 教郎 *原 久永 *平田 創一郎 *藤田 義則 *舘村 卓 *和田 健
 大阪電気通信大学大学院情報工学専攻 *大阪大学歯学部附属病院顎口腔機能治療部

1. はじめに

音声言語の生成は、舌を中心とした顎口腔系の巧妙な協調運動により行われ、舌が口蓋に接触する位置や応力分布は、子音明瞭度を決定する重要なパラメータである。我々は、力センサを口蓋面に配置した力センサー一体型人工口蓋床を開発し、舌が口蓋に接触するパターンと接触面での応力(舌一口蓋接触圧)分布の計測に初めて成功した[1]。

本稿では、舌一口蓋接触圧分布より接触面全体で舌が口蓋を押す力(以下、舌力という)の計測について述べる。

2. 計測システム

力センサは、ステンレス板に歪みゲージを接着し、舌が応力伝達部に接触した時、ステンレスの片持ち梁に生じる曲げモーメントを計測する。図1に力センサの構造を示す。

図2に力センサの静特性と動特性の結果を示す。(a)の結果より、線形性を有していること、誤差が1.7 [%]であることを確認した。(b)は、力センサに4[g]加重を加え、瞬時にセンサから取り外した結果である(b)の結果より、応答時間が0.8[ms]であった。また、口腔内は水分がある為、力センサが生理食塩水中でも同様の特性が示されるかどうかを評価し、十分な精度で計測できることを確認している。

図3に計測システムを示す。力センサは、マルチチャンネルストレインメータに接続され、その出力をコンピュータ上に入力する(12bit).15chの力センサと音声信号をサンプリング周波数10[kHz],計測時間1[s]で同時に計測した。被験者は、発話機能に障害をもたない成人男性5名,成人女性3名である。

3. 三角近傍法アルゴリズム

人工口蓋プレート上に配置できる力センサは、同時計測を行うシステムの都合上、限られた数しか配置できない。そこで、被接触部分の圧変化を推定する方法として三角近傍法を用いた手法を提案する。

まず、力センサを配置した位置を頂点とした3点を

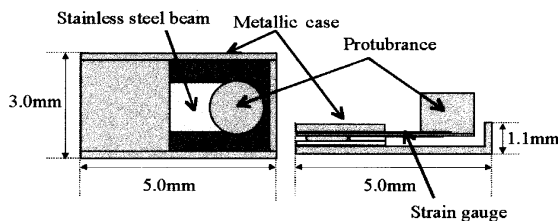
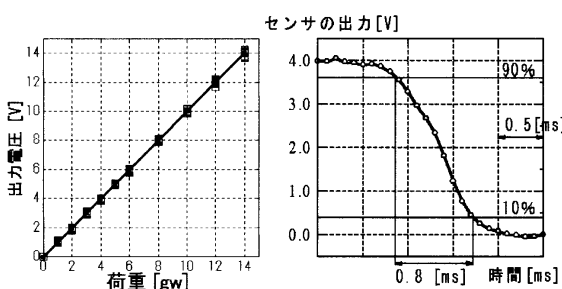


図1 力センサの構造



(a) 静特性 (b) 動特性
 図2 力センサの特性

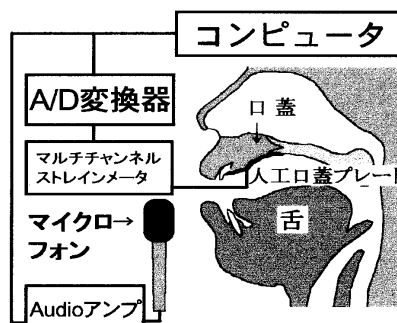


図3 計測システム

$$P(X, Y) = a_0 + a_1 X + a_2 Y$$

$$\begin{pmatrix} a_1 \\ a_2 \\ a_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & X_1 & Y_1 \\ 1 & X_2 & Y_2 \\ 1 & X_3 & Y_3 \end{pmatrix}^{-1} \begin{pmatrix} P(X_1, Y_1) \\ P(X_2, Y_2) \\ P(X_3, Y_3) \end{pmatrix} \dots \text{(式1)}$$

線形結合する。これを実現する手法として、Delaunay三角近傍法を用いた。これにより探索した点を式1により結ぶことで三角形のパッチをつくる。ここで、X, Y

Measurement of palatolingual contact pressure and tongue force using a force-sensor-mounted palatal plate.
 Masafumi Matsumura, ◯Taku Torii, Takuya Niikawa, Takao Tanabe,
 *Hisanaga Hara, *Souichiro Hirata, *Yoshinori Fujita, *Takashi Tachimura, and *Takeshi Wada
 Division of Information and Computer Sciences, Osaka Electro-Communication University
 18-8 Hatsu-Cho, Neyagawa, Osaka 572-8530, Japan
 *Division For Oral-Facial Disorders, Osaka University Faculty of Dentistry
 1-8 Yamadaoka, Suita-City, Osaka 565-0871, Japan

をカセンサの位置情報とし、 $P(X, Y)$ を応力とする。

このようにして、パッチにより作られた面のZ方向にカラー軸を対応させ、力の応力パターンを表現した。

次に、パッチにより形成された応力を面積で積分することで舌力を計算できる。

4. 校正実験

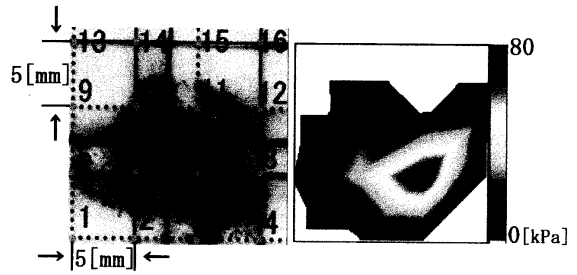
5[mm]間隔、 5×5 のカセンサアレイを電子天秤上に配置し、弾力性のある水風船(ゴム風船に水を入れたもの)を用いて荷重を加えた。また、朱肉を付けた水風船とカセンサの間に和紙を挿入し、接触面の形を取った。図5(50[gw]の例)の結果より、実際と同等の範囲での水風船の接触分布を示すことができた。次に、電子天秤を使ってカセンサ配置面に加わる力の計測を行い、三角近傍法による計測との比較を行った。図5に25から75[gw]の水風船により行った結果を示す。この結果より50[gw]までの範囲について誤差 ± 10 [gw]以内で計測できることが示された。

5. 舌-口蓋接触圧と舌力の計測

図6に有声破裂音/t a/発音時の計測結果を示す。舌が歯列先端部より接触を始め(①)、歯列に沿って接触し(②-⑤)、先端より舌が離れていく様子(⑥-⑦)がわかる。さらに⑦では、舌が発話寸前に呼吸を破裂させる様子がわかる。また、舌-口蓋接触圧の重心位置を求めた。これより、常に舌力の重心は、測定範囲の中心にあることが示された。

6. まとめ

本稿では、舌-口蓋接触応力の可視化と舌力の計測、重心位置の推定について述べた。また、校正実験により本計測の有用性を示すことができた。



(a)水風船のスタンプ図 (b)三角近傍法による分布
図4 応力分布の評価

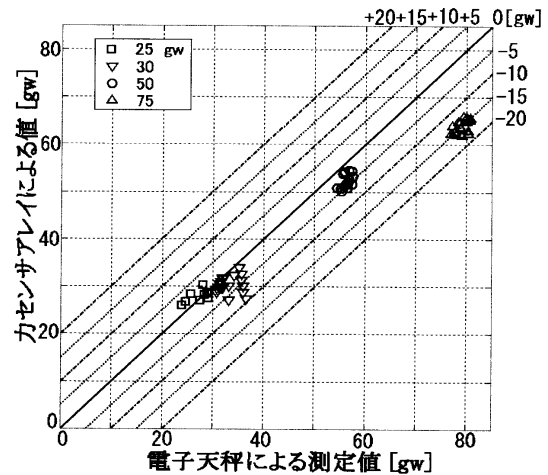


図5 校正実験

[1]M.Matsumura et.al, "Cantilever-type force-sensor-mounted palatal plate for measuring palatolingual contact stress and pattern during speech phonation", ICSLP98, vol2, pp429-432, Dec.1998

[2]松村 雅史 他, "三角近傍法による舌-口蓋垂直応力分布の推定", 電子情報通信学会 1999 情報・システムソサイエティ大会講演論文集, D14-10, pp219, Sep.1999

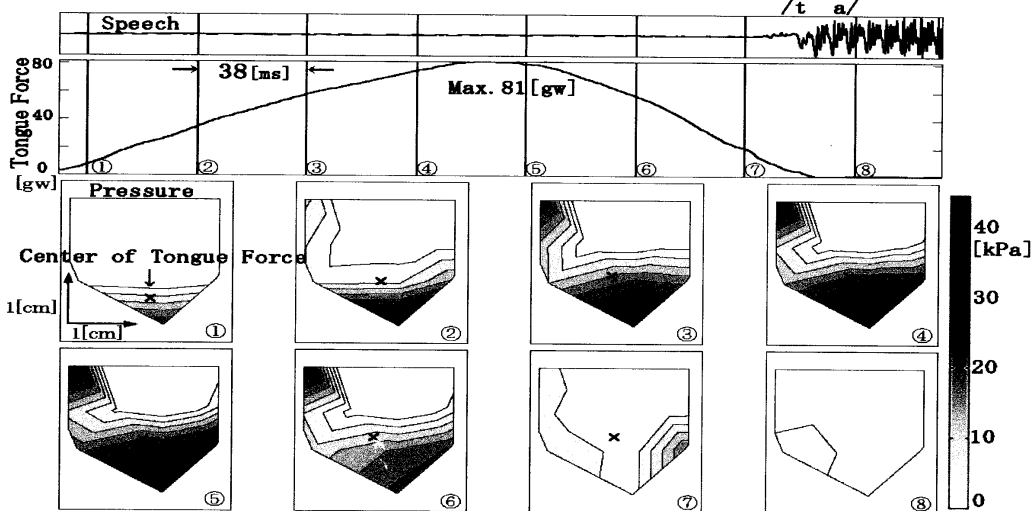


図6 /ta/発音時の舌-口蓋接触圧分布と舌力の結果(検査語/ta/,成人男性)