

EMAによる調音運動観測のための咬合面と口蓋の計測法

著者	能田 由紀子, 北村 達也, 浅井 拓也, 竹本 浩典, 前川 喜久雄
雑誌名	日本音響学会研究発表会講演論文集
巻	2021年春季
ページ	747-748
発行年	2021
URL	http://doi.org/10.15084/00003474

EMAによる調音運動観測のための咬合面と口蓋の計測法*

○能田 由紀子(国語研), 北村 達也(甲南大), 浅井 拓也(早稲田大),
竹本 浩典(千葉工大), 前川 喜久雄(国語研)

1 はじめに

調音運動の計測方法の一つに磁気センサシステム (EMA: ElectroMagnetic Articulography) がある^[1]。われわれは, EMA の 1 種である Northern Digital Inc. の Wave speech research system (Wave) を使って調音運動を計測してきた。表示や解析結果の検討にあたっては, 咬合面や口蓋の正中矢状断面の形状が必要である。そこで従来は口蓋と歯型の印象からこれらを得る方法を用いていた^[2]。この方法では, まず, 実験参加者の印象を採取して固化した後, センサを内蔵したバイトプレートに接着して実験参加者に再装着させて, その位置情報から咬合面を決定した。その後, 脱着した印象について目視で正中矢状面を決定し, その正中矢状面との交線をセンサープローブでトレースすることによって口蓋の正中矢状断面形状の情報を取得していた。しかし, この方法では, 口蓋の正中矢状面を目視で決定してトレースするため, 恣意的で誤差が大きい。また, 印象を複数回にわたり着脱する必要があり, 衛生面に問題があった。

今回, これらの問題を解決する手法を考案したので報告する。この手法は, 印象を採取後, その位置情報をセンサで取得しておき, 3D スキャナで計測した印象から抽出した口蓋の正中矢状断面の形状などを剛体変換により WAVE の座標系に移動させるものである。

2 方法

2.1 バイトプレート

まず新型のバイトプレートを開発した。このバイトプレートは, 印象を採取するための歯科用印象トレイと, 前後左右4つのセンサ (それぞれ f, b, l, r と呼称) を配置したセンサプレートから構成されている (Fig. 1)。両者は

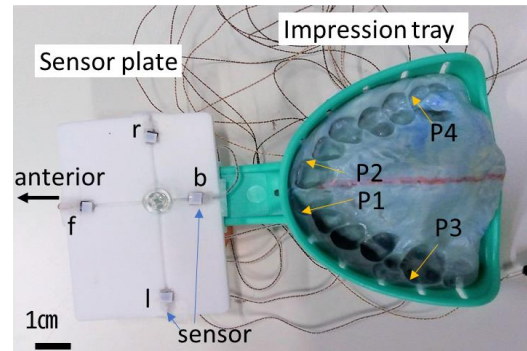


Fig. 1 Bite plate consisting of a sensor plate with 4 sensors and an impression tray

ビスで結合されているため, 実験参加者ごとにトレイ部分のみを交換可能である。印象用トレイに印象剤を盛り, 実験参加者の上顎の歯列と口蓋に圧着して固化させることにより, 歯型と口蓋形状を採取した。

2.2 WAVE 計測

実験参加者は 1 名の日本人成人男性である。実験は国語研究所の倫理審査を受けて行われ, 実験参加者は文書による説明を受けたのち同意書に署名した。

センサプレート上の 4 つのセンサに加えて, 文献^[2]と同様にナジオンにリファレンスセンサ, 舌上に 2 つ, 上唇に 1 つセンサを装着 (それぞれ T1, T2, UL と呼称) して以下の計測を行った。なお, すべての計測でセンサの座標は標本化周波数 100 Hz で記録した。

- ① 実験参加者にバイトプレートを装着した状態でセンサプレート上の 4 つのセンサの座標を 5 秒間取得し, その平均座標をそれぞれ Wf, Wb, Wl, Wr とした。
- ② 実験参加者からバイトプレートを脱着し, 舌を口蓋につけた安静状態で T1, T2, UL センサの位置を 5 秒間計測し, その平均座標を求めた。

*Measurement of occlusal plane and palate shape for observation of articulatory movements using EMA, by NOTA, Yukiko (NINJAL), KITAMURA, Tatsuya (Konan Univ.), ASAI, Takuya (Waseda Univ.), TAKEMOTO, Hironori (Chiba Institute of Technology), and MAEKAWA, Kikuo (NINJAL).

2.3 バイトプレートの3次元計測

歯型と口蓋形状の印象を採取後、バイトプレートを3次元スキャナ (SCAN in a BOX: Open Technologies 社) で計測し、3次元の点群データを得た。3次元データ解析ソフト MeshLab^[3]を用いて、センサプレート上の4つのセンサの3次元座標 Mf, Mb, Ml, Mr と、上顎の左右の中切歯の外側の2点 P1, P2 および左右の第一大臼歯の外側の2点 P3, P4 の座標を計測した。

P1, P2 の中点を Pa とし、Pa, P3, P4 で決定される平面を咬合面とした。また、咬合面と垂直で Pa と P3 と P4 の中点 Pp を通る直線を含む面を正中矢状面とした。P1~P4 の座標の計測誤差により、口蓋における正中矢状断面の位置がどの程度変動するか検討するために、座標の計測を4回繰り返した。

2.4 口蓋形状の WAVE 座標系への移動

スキャナで計測した4つのセンサの座標 Mf, Mb, Ml, Mr が、WAVE で計測した4つのセンサの座標 Wf, Wb, Wl, Wr に写像される剛体変換行列は数学的には一意に求めることができる。そこで、この行列を用いて3次元スキャナで計測した口蓋形状を WAVE の座標系に移動した。

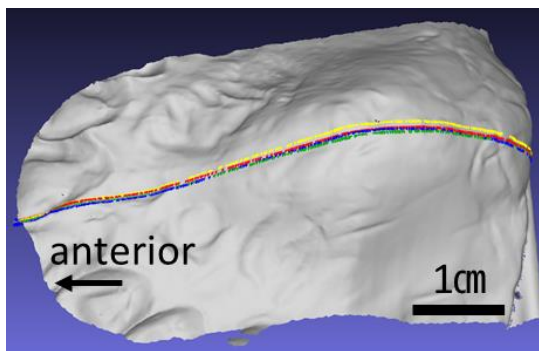


Fig. 2 Palate shape and 4 midsagittal lines (red, yellow, blue, and green) calculated from four sets of P1~P4

3 結果と考察

Fig. 2 は WAVE 座標系に移動した口蓋形状と、4回の計測により得られた P1~P4 から計算した正中矢状断面の位置を示す線を重ねたものである。4回の計測による正中矢状断面の位置は、口蓋上では側方に最大 1.1 mm ばらついていた。WAVE で計測したセンサの座標には最大 1 mm 程度の誤差がある^[4]ことを考慮すると、P1~P4 の座標の計測による正中

矢状断面の位置の誤差は許容範囲である。

Fig. 3 は、4回目の計測で得られた口蓋の正中矢状断面における形状と、2.2節②で計測した安静状態における T1, T2, UL の座標を示す。なお、この表示では、座標変換を行い、Pp を原点とし、Pa の方向を x 軸の負の向き、上方を y 軸の正の向きとした。UL, T2 は見かけ上妥当な位置に表示されたが、T1 は口蓋より 1.6 mm 上方に表示された。これは剛体変換の誤差に加えて、センサが正中矢状断面より約 3 mm 左側に装着されたことによる効果が若干重なったためと推測される。特に前者は、4つのセンサをセンサプレートという同一平面上に置いたため、Wf~Wr の座標と Mf~Mr の座標の相互で、センサプレートの上下方向の誤差が相対的に大きくなったことが原因と考えられる。

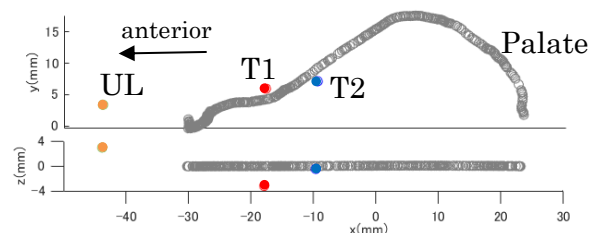


Fig. 3 Sensor locations for T1, T2, and UL relative to the midsagittal palate shape during rest position. Upper: lateral view; lower top view.

4 おわりに

新しいバイトプレートを開発し、印象採取時に口蓋形状を WAVE 座標系に移動させる情報も取得できるようにした。これにより、複数回の着脱による衛生問題を解決した。また、口蓋形状を3次元スキャナで計測し、咬合面や口蓋の正中矢状断面の形状を簡単に取得できるようにした。センサプレート上の1つのセンサをプレートから垂直方向に離れた位置に設置すれば、WAVE 座標系に移動させる口蓋の位置がより正確になると考えられる。
謝辞

本研究は JSPS 科研費 20H01265 の助成を受けた。

参考文献

- [1] 北村, 日本音響学会誌, 71 (10), 526-531, 2015.
- [2] 北村他, 信学技報, 114(303), 89-93, 2014.
- [3] <https://www.meshlab.net/>.
- [4] J. J. Berry, J Speech Lang Hear Res, 54(5), 1295-1301, 2011.