

磁気センサシステムをもちいた計測による 座位・仰臥位・腹臥位における舌運動の差異の検討*

○能田由紀子（国語研），北村達也（甲南大），籠宮隆之（国語研），
竹本浩典（千葉工大），前川喜久雄（国語研）

1. はじめに

われわれは日本語の調音音声学の精緻化を目的として，発話運動のリアルタイム MRI（rtMRI）動画の収録を進めている[1]。通常の発話は立位や座位などで行われるが，rtMRI動画では仰臥位の発話運動を収録する。重力の方向が変化するため発話器官の形状や運動が通常の発話と異なる可能性がある。この差異を検討するため Stone ら[2]は超音波画像法を用いて座位と仰臥位の発話時の舌形状の違いを調べ，重力などの影響は個人差が大きく，発話内容によっても異なることを報告した。北村ら[3]は縦型 MRI 装置を用いて座位と仰臥位の母音生成時の舌形状を比較し，仰臥位で舌が後方に移動すること，およびその程度は被験者により異なることを報告した。本研究では rtMRI 動画における舌運動が，座位と比較してどの程度重力の影響を受けているのかを詳細に検討するために，磁気センサシステム NDI WAVE を用いて座位・仰臥位・腹臥位での舌運動を計測した。

2 方法

2.1 被験者と発話タスク

被験者は rtMRI 実験の被験者である男性東京方言話者 3 名（S1:47 歳，S2:61 歳，S3:27 歳）である。発話タスクは同実験で用いたものの一部である，単独モーラ発話とした。発話は腹臥位，仰臥位，座位の 3 姿勢で行われ，モーラを一通り発話したのちに 2 回目を繰り返した。各被験者には発話器官の正中面に，T1～T4，LI，UL，LL の 7 つの 5 自由度センサ（5D センサ）をおいた（Fig. 1）。なお，T1，T2，T3，T4 の位置は舌尖よりそれぞれ 7～9，16～18，28～31，37～42 mm とした。また，鼻根点には計測時の基準点となる 6 自由度センサを貼付した。センサ位置は 100 Hz サンプリ

ングで，音声は 44100 Hz のサンプリング周波数で同時に記録した。なお実験は国語研の倫理審査を受けて実施した。

2.2 解析

録音した音声から母音区間の開始・終了時刻を Praat の “Annotate To TextGrid (silences)” 機能を利用して抽出した。次に，この時刻を参照して各母音区間のセンサ座標を抽出した。センサ座標は Fig.1 のように咬合面が x-z 平面，正中矢状面が x-y 平面になるように変換した[4]。最後に，2 回の発話における各母音区間のセンサ位置の平均値を求めた。なお，センサの座標はエラー値を除去した後，5 次のメディアンフィルタをかけて平滑化した。なお，S1 の仰臥位の LI，腹臥位の T3 データはセンサ不良のため解析から除外した。

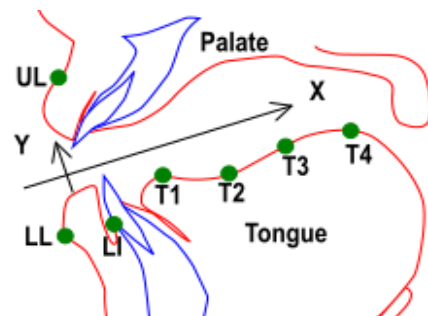


Fig.1 Location of 5Dsensors and their coordinate system.

3. 結果

モーラごとに座位を統制群とした Dunnett の検定を行った結果，S1，S3 の過半数のモーラ，S2 のすべてのモーラで座位との間に x 座標に有意な差があった ($p < 0.05$)。Table 1 はすべての発話における T1～T4 の座位に対する仰臥位と腹臥位の x 座標の差の平均値を示し，値が大きいほど座位に比べて舌が前方に位置する。全ての被験者で仰臥位・腹臥位の発話では座位に比べて舌が前方に位置する傾向があった。S3 では，他の被験者に比べて腹

* Comparison of tongue movement under three body positions: Examination by means of the NDI WAVE, by NOTA, Yukiko (NINJAL), KITAMURA, Tatsuya (Konan University) KAGOMIYA, Takayuki (NINJAL), TAKEMOTO, Hironori (Chiba Institute of Technology), and MAEKAWA, Kikuo (NINJAL)

臥位ですべてのセンサが顕著に前方に位置した (Table 1)。S2 では、舌は腹臥位よりも仰臥位で前方に位置し、仰臥位での前方への移動距離は舌の後方で大きかった (Table 1)。

Table1 Difference of x-coordinate of sensors between (a) supine and upright and (b) prone and upright positions (mm).

(a)	T4	T3	T2	T1	LI	UL	LL
S1	2.9	3.9	2.3	3.7	-	2.6	4.5
S2	6.2	8.7	6.9	5.2	9.7	-3.8	9.1
S3	5.2	6.4	5.5	6.4	5.5	5.3	4.0
(b)	T4	T3	T2	T1	LI	UL	LL
S1	8.4	-	3.3	5.1	4.1	2.7	0.5
S2	1.8	2.7	1.8	-0.7	2.3	1.7	2.2
S3	14.8	15.6	15.5	19.4	18.8	13.7	17.8

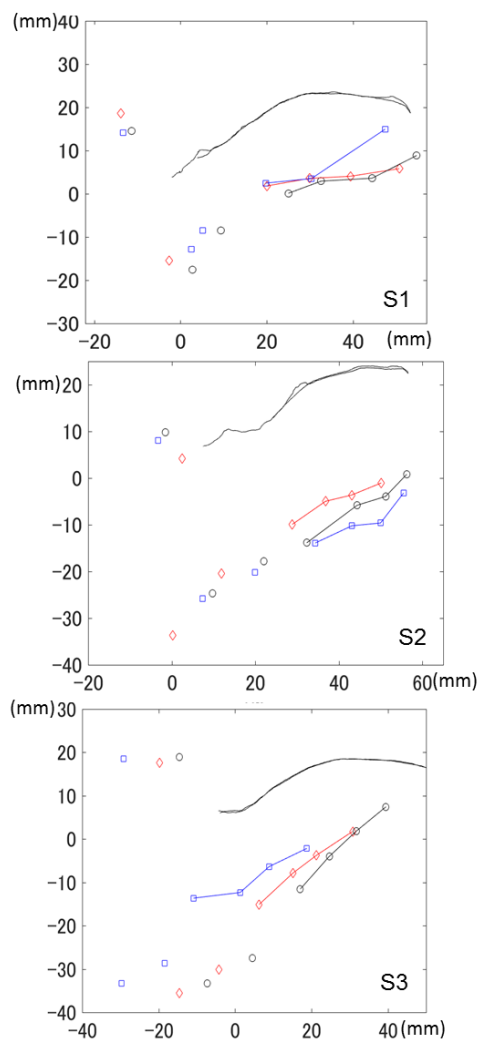


Fig. 2 Comparison of tongue position during /ka/ pronunciation in supine (red), prone (blue) and upright (black) position. (Black curve indicates hard palate).

ここで述べたような傾向はおおむねすべてのモーラで観測された。例として Fig. 2 は 3 人の被験者の /ka/ の母音区間における 7 つの 5D センサの平均座標を示す。黒の曲線は硬口蓋で、直線で結ばれた点は T1~T4 で舌の上面を示している。

4. 考察

先行研究では重力の影響などから座位に比べ仰臥位での発話時に舌が後方に位置する傾向が報告されている。今回の結果では全被験者で仰臥位や腹臥位で数 mm 程度前方に位置した。仰臥位で座位よりも舌が前方に位置したのは、調音位置の補正と重力により舌が落ち込んで気道を狭めるのを防ぐために、舌根部を前方に引いて舌の位置を補正する動作が過度に起こったためと推察される。一方腹臥位では気道確保の必要性はない。重力の影響で舌が前方に位置した被験者と、あまり変化しない被験者がいた。後者の場合は調音のための舌位置の補正を行っていると考えられる。また S3 は腹臥位で舌のみならず下歯茎・唇の位置も前方にずれていた。これは下顎全体が重力の影響を受けて前方に移動したため舌もそれに伴って前方にずれたからだと思われる。一般に腹臥位で発話する機会は少ないため、この被験者では腹臥位での舌位置の補正がほとんど行われなかったのであろう。

先行研究では音素によって、舌の後方への移動距離が異なる傾向が報告されているが、今回の結果では母音による違いはなかった。先行研究に比べて計測時の発話時間が短いことが関係している可能性がある。

今回の結果から座位と比較して仰臥位では舌は数 mm 程度前方に位置した。10 mm 厚で撮像する rtMRI 撮像での誤差を考慮すると姿勢による位置のずれは大きな影響を及ぼす恐れは少ないと考える。

謝辞

JSPS 科研費 17H02339 の助成を受けた。

参考文献

- [1] 前川他, 音講論 (春), 1247-1248, 2018.
- [2] Stone et al. JASA, 122(1), 532-541, 2007.
- [3] Kitamura et al. AST 26(5), 465-468, 2005.
- [4] 北村他, 信学技報(音声), 114, 303, 89-93, 2014.