

NAM 発声時の声道形状*

大谷 真, 清水 奨太, 平原 達也 (富山県立大学・工学部)

1 はじめに

声帯振動を伴わない微弱な声道共鳴音である非可聴つぶやき声 (NAM: Non-Audible Murmur) を利用した新たな音声コミュニケーション手段の研究開発が行われている。NAM は、生体軟組織に近い音響インピーダンスを持つソフトシリコン等の物質に包埋したコンデンサマイクロホン (NAM マイクロホン) を話者の耳介後下部の軟組織に接着して使用する事で肉導音として検出する事が可能である [1]。しかし、このようにして検出された NAM は、通常音声の気導音と比較して S/N がかなり低く、また高周波成分が抑圧されており明瞭度が十分でない [2]。これまでに我々は、声道共鳴音の生体軟組織伝搬の数値シミュレーションにより、NAM の高域減衰が生体軟組織への透過及び伝搬を原因とする事を明らかにしてきた [3]。このように NAM の伝搬メカニズムに関しては徐々に明らかになりつつあるが、NAM の生成メカニズムについては未だ不明な点が多い。本稿では、NAM 発声時の声道特に喉頭部形状の MRI 撮像を行い、ささやき声発声時の形状と比較した結果について述べる。

2 方法

被験者は 3 名とし、口唇及び口腔形状を一定にし易い母音 /i/ を発声させた。強いささやき声 (SW: Strong Whisper)、弱いささやき声 (WW: Weak Whisper)、NAM の順で発声させ、発声中の声道形状を磁気共鳴映像 (MRI) 装置及び発声同期撮像法 [4] を用いて撮像した。撮像には ATR 脳活動イメージングセンタの MRI 装置 (島津 Marconi MAGNEX ECLIPS 1.5T) を用い、被験者のうち 2 名に関しては矢状断面、1 名に関しては冠状断面を記録した。

3 結果

3.1 MRI 画像

Fig. 1 に被験者 1 の冠状断面 MRI 画像の一例を示す。赤線で縁取られた部分は声門と梨状窩を

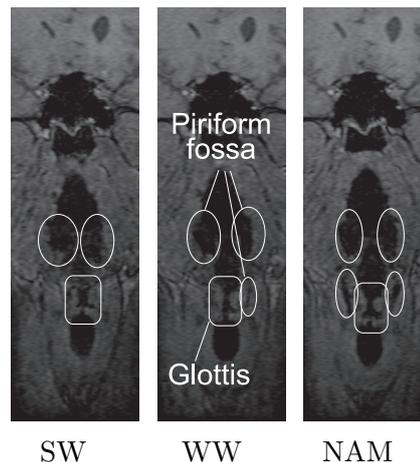


Fig. 1 MR images on coronal plane (subject 1)

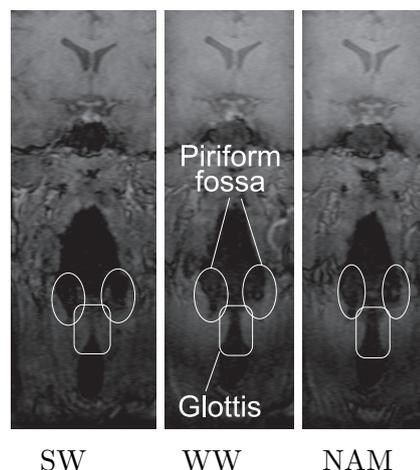


Fig. 2 MR images on coronal plane (subject 2)

示している。SW→WW→NAM の順に声門が開放・下降しているのが分かる。また、梨状窩も伸張している。一方、Fig. 2 に示すように、被験者 2 では、声門の開放は見られるが下降はせず、梨状窩の伸張も確認できない。なお、被験者 3 では、声門の開放・下降、梨状窩の伸張の何れも確認できなかった。

3.2 声道の 3 次元形状モデル

ささやき声と NAM 発声時の声道形状について詳細に調べるために、被験者 1 の MRI 画像から声道の輪郭を抽出し声道の 3 次元形状モデルを構築した。Fig. 3 にその結果を示す。SW→WW→NAM の順に、青丸で囲んだ喉頭室近傍の下降・開放、赤線でその下端を示した梨状

*Vocal tract shapes of non-audible murmur production, by OTANI, Makoto, SHIMIZU, Shota, HIRAHARA, Tatsuya (Toyama Prefectural University)

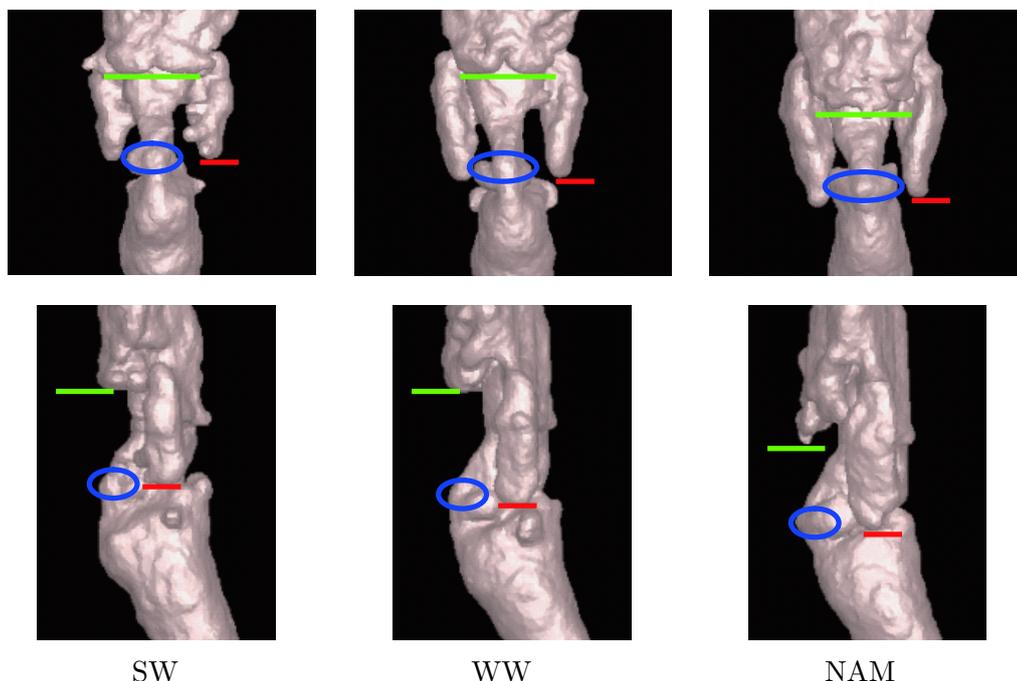


Fig. 3 Subject 1's vocal tract shapes for strong and weak whispering, and NAM (upper: coronal view, lower: sagittal view)

窩の伸張、そして、喉頭蓋の開放による空洞の伸張(緑線)、が確認できる。SWの場合と比較すると、喉頭室はWWで4.5 mm、NAMで9.0 mm 下降し、梨状窩はそれぞれ5.0 mm、7.5 mm 伸張している。

4 考察

通常発声とささやき声による発声の声道形状の違いに関して、MRIを利用した幾つかの報告がある。松田らは被験者1名のMRI撮像の結果から、ささやき声の場合、母音/i/で喉頭室の高さが上昇した、と報告している[5]。本多らは被験者1名の結果から、ささやき声の場合、母音/a/で喉頭腔の狭小化、梨状窩の短縮、が生じたと報告している[6]。今回の被験者1の結果では、ささやき声と比較して、NAM発声での喉頭の下降、声門の開放、梨状窩の伸張、が観察された。声門の開放に関しては被験者2でも観察されている。これらから、ささやき声と比較すると通常発声とNAM発声の声道形状には幾つかの共通点が見られる。すなわち、被験者1のNAM発声時の声道形状はささやき声よりも通常発声に近いと言える。しかし、他の被験者では必ずしもそうではなく、NAMの発声様式は多様である。

被験者間におけるNAM発声時の声道形状の多様性は、MRI撮像中の高騒音下で被験者が自らの発声音のフィードバックを得られず発声様式が

不確かとなったためである可能性がある。また、NAMの発声様式自体が被験者間で多様である可能性もある。例えば、通常の発声様式で呼気流量を小さくすればNAM発声を行えるが、同様にささやき声の発声様式でも呼気流量を小さくする事でNAM発声は可能である。今後、同様の実験を行う際には、発声様式を制御するための対策を施すと共に、このようなNAM発声様式の多様性についても考慮する必要がある。

5 まとめ

NAM発声時の声道形状をMRIにより撮像した。撮像結果には被験者による多様性が見られたが、ある被験者の結果では、ささやき声と比較して、声門の開放及び下降、梨状窩の伸張などが観察された。

本研究は総務省SCOPE-S『発声障害者の音声コミュニケーション手段の研究開発』により実施した。

参考文献

- [1] 中島 他, 信学論D, J89-D(8), 1802-1810 (2006).
- [2] Hirahara *et al.*, *In Proc. of the Japan-China Conference of Acoustics 2007*, P-2-30 (2007.6).
- [3] Otani *et al.*, *J. Acoust. Soc. Am.*, **120**(5), 3352 (2006).
- [4] 高野 他, 音声言語医学, **46**(3), 174-178 (2005).
- [5] 松田 他, 日本音響学会誌, **56**(7), 477-487 (2000).
- [6] 本多 他, 音講論集, 349-350, (2006.3).