JAIST Repository
https://dspace.jaist.ac.jp/

Title	MRIデータを用いた軟口蓋の測定と声道音響モデルへの適用に関する研究について
Author(s)	朴，永男
Citation	
Issue Date	2006-09
Type	Thesis or Dissertation
Text version	author
URL	http://hdl.handle.net/10119/2038
Rights	
Description	Supervisor:赤木　正人，情報科学研究科，修士

JAIST
JAPAN
ADVANCED INSTITUTE OF
SCIENCE AND TECHNOLOGY

Japan Advanced Institute of Science and Technology

MRI データを用いた軟口蓋の測定と声道音響モデルへの適用に関する研究

朴 永男 (410091)

北陸先端科学技術大学院大学 情報科学研究科

2006 年 8 月 1 日

キーワード: 非鼻音化音声、振動板モデル、口唇放射、鼻孔放射.

1 はじめに

人間が音声を発声する時には音は一つの出口ではなく発話器官のいくつかの部位から同時に放射される。このように、発話器官各部位からの放射音は言語音声に種々の音色を与えている。自然度が高く、個人情報が豊富な音声を合成するためには、音声生成における各発話器官の音響特性を明らかにし、それらの働きを音声生成の音響モデルに導入すべきである。

発話器官の一つである軟口蓋は、鼻音化音声では勿論、非鼻音化音声の生成においても重要な役割を行う。たとえば、非鼻音化母音/i/の場合、鼻孔からも放射音が測定されて、それは口唇放射音より 6dB 程度小さいだけである。有声破裂子音と破裂子音の一部のバズ区間では、鼻孔から放射音が測定されて、その鼻孔放射音はバズ区間の全体の放射音の大きな割合を占めている。このように、非鼻音化音声の生成において、軟口蓋は閉じていても軟口蓋の振動により口腔と鼻腔は音響的に結合している。そのため、非鼻音化音声における軟口蓋の働きをモデル化し、音声生成の音響モデルに導入すべきである。

今までの軟口蓋に関する先行研究と違って、本研究では、生理学的角度から非鼻音化音声における軟口蓋の状態を分析する。すなわち、発話時に撮像した MRI ムービーデータを用いて鼻孔放射音の大きさに影響を与える軟口蓋の厚さなどの状態に着目して、計測する。それらの計測結果に用いて、生理学的根拠に基づく、軟口蓋の音響特性がよく説明できた軟口蓋の振動板モデルを構築することを目的とする。その他にも音響的分析ではまだ解明出来なかった軟口蓋の音響特性の解明も試みた。

Copyright © 2006 by Yongnan Piao

2　軟口蓋の振動板モデル

非鼻音化音声において、軟口蓋は閉じていても有限のインピーダンスを持つ粘弾性体なので、口腔内音圧によって振動する。その振動によって口腔と鼻腔は音響的に結合している。このような軟口蓋の働きを党らは 2 次のローパスフイルタに相当する二層の振動板としてモデル化した。シミュレーションの結果から、構築した軟口蓋の振動板モデルは、非鼻音化音声における鼻孔放射音は軟口蓋の振動による口腔と鼻腔の音響的な結合の結果としてよく説明できた。しかし、それらの結果には生理学的な検証が不足している。そして、発話時の口腔内圧による軟口蓋の軟らかさの変化 (受動的な変化) は定式化できたが、軟口蓋の能動的な変化については分析が行われていない。このように先行研究で構築した軟口蓋の振動板モデルの利点と問題点を明らかにし、その解決方法を探る。

3　MRI データを用いた軟口蓋の測定

3.1　MRI データについて

本研究では、健常な日本人成人男性三名 (Y,N,H) の発話時に撮像した MRI ムービーデータを用いる。収録の際には、被験者は破裂子音と母音からなる/baba/, /bibi/, /bubu/, /bebe/, /bobo/, /gaga/ , /gigi/の七つの無意味な音素系列を繰り返して発話する。

3.2　軟口蓋の厚さの計測とその結果

軟口蓋の正中断面図から観察できるように軟口蓋の厚さは各部位によって異なっている。本研究では、有効に軟口蓋の厚さを測定するために軟口蓋とつながる部位の厚さ h1 と口蓋垂に部分の厚さ h2 を計測して、それらの平均厚さ h を求める。このように一つの連続音素系列の軟口蓋の閉鎖区間に属する各スライスの平均厚さ h を求める。さらに、その結果を CVCV の四つの区間に分けて各区間の平均値を求めて、その平均値をその音素区間での軟口蓋の厚さとする。このような操作を各音素系列、各被験者に対して行う。軟口蓋の厚さの結果を分析してみると、軟口蓋の厚さは子音区間でも、母音区間でも被験者ごとに個人差が見られた。そして、軟口蓋の厚さは子音によらず、母音あるいは後続母音によって決められることが分かった。さらに、狭母音区間では広母音より薄くなっていることが分かった。

3.3　軟口蓋の厚さと鼻孔放射音と関係

軟口蓋の厚さの変化が軟口蓋の音響特性に与える影響を考察するために、軟口蓋の厚さと鼻孔放射音との関係を分析した。考察の結果、母音区間では、軟口蓋の厚さが鼻孔放射音に直接影響を与えることが分かった。子音区間では、軟口蓋の厚さだけではなく、軟口蓋の軟らかさなどの複数の要素が鼻孔放射音に影響を与えていることが分かった。

3.4 軟口蓋の振動面積の推定

鼻腔と口腔の間隔の部分を楕円として考える。その楕円の短径に当たる軟口蓋の軟組織の幅 (閉鎖時の軟口蓋の長さ) を MRI データから直接計測する。楕円の長径については $4cm$ と仮定する。これらの結果から楕円の面積を求めて軟口蓋の有効振動面積とする。その結果は先行研究の仮定と異なっている。

4 声道音響モデルへの適用について

4.1 軟口蓋の音響パラメータ L

軟口蓋の振動板モデルの機械パラメータと音響パラメータの関係の分析から分かるように、軟口蓋の音響パラメータは L=h/2S である。h は軟口蓋の厚さで、S は軟口蓋の有効振動面積である。それらの計測結果を用いて軟口蓋の音響パラメータ L を直接求めた。

4.2 音声分析合成法による軟口蓋の音響パラメータの推定

軟口蓋の音響パラメータ L の値に基づいて、その他の音響パラメータの推定については声道音響モデルによる音声分析合成法を用いることにする。音声分析合成法とは、合成した音声の放射量とスペクトルが実音声のそれに合うように軟口蓋のパラメータを合わせる方法である。手がかりとする音声サンプルは口唇放射が小さく、鼻孔放射が大きい日本語の狭母音/i/と口唇放射が大きく、鼻孔放射が小さい母音/a/ を選んだ。

4.3 シミュレーションとその結果

推定した軟口蓋の音響パラメータを用いて新たに軟口蓋の振動板モデルを構築した。構築した軟口蓋の振動板モデルを声道音響モデルに導入して、5 母音を合成した。合成した 5 母音の口唇、鼻孔放射音のスペクトルと音圧を求め、実音声のそれと比べてみるとほぼ一致した結果である。

5 まとめ

本研究では、発話時の MRI ムービーデータを用いた生理学的分析手法を用いて、軟口蓋の厚さを計測した。その結果に基づいて軟口蓋の振動板モデルの各音響パラメータを推定した。そして、新たに構築した軟口蓋の振動板モデルを声道音響モデルに導入し、シミュレーションを行った。シミュレーションの結果、構築した軟口蓋の振動板モデルは非鼻音化音声における軟口蓋の音響特性を良く説明できた。