

Title	声帯麻痺による異常声帯振動の病態解析とそのモデリングに関する研究
Author(s)	永沼, 宙
Citation	
Issue Date	2008-03
Type	Thesis or Dissertation
Text version	author
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10119/4327">http://hdl.handle.net/10119/4327</a>
Rights	
Description	Supervisor:徳田功, 情報科学研究科, 修士

# 声帯麻痺による異常声帯振動の病態解析とそのモデリングに関する研究

永沼 宙 (0610064)

北陸先端科学技術大学院大学 情報科学研究科

2008年2月7日

キーワード: 異常声帯振動, 声帯麻痺, 2質量モデル, 高速デジタル撮影法, パラメータ推定.

声帯麻痺による音声障害は声帯の複雑な非線形振動に起因しており, 病態との関連については未解明な問題が多い. 声帯数理モデルの異常振動解析による音声障害の理解は, 音声外科手術に際しても重要な知見を与える可能性がある. これまでの声帯モデル研究では, 声帯の標準的かつ定性的な性質に着目することが主流であった. 実際の声帯計測データの個々の定量的性質を反映したモデルが存在すれば, 手術前後のシミュレーションより改善効果を予測することができ, 手術効果をより向上させることが可能となると考えられる.

そこで本研究では, 手術シミュレータ実現のために, デジタルハイスピードカメラを用いて臨床的に計測された異常な声帯振動のデータに対して, その定量的性質を実現する, 数理モデルのパラメータ推定を行うことを目的とする. 数理モデルには非対称な二質量モデルを用い, 声門下圧, 左右の声帯張力, 声門開口面積などのパラメータを推定する. 外科手術前後のデータを用いることにより, 手術効果がパラメータの推定結果に反映されているかを判定する.

本研究では, 7名の声帯麻痺患者に対して, デジタルハイスピードカメラを用いて撮影された手術前後の声門波形を用いる. 全ての患者に対して手術には声帯内注入法が用いられた. デジタルハイスピードカメラデータは, 声帯を直接内視鏡で高速撮影したデータであり, 音響情報のみのデータと比較して情報量が多く, 声帯振動の解析に有用である. デジタルハイスピードカメラによって撮影された声門波形の振幅は, pixel を単位とした値で表現されるが, モデルにより生成される波形との比較のために, 振幅を cm を単位とした値に変換している.

デジタルハイスピードカメラデータを用いての非対称二質量モデルの振動パラメータを抽出する手法の1つとして, Döllinger *et al.* の手法がある. 彼らは Steinecke と Herzel の非対称二質量モデル(以下 SH モデル)を用い, 張力パラメータと声門下圧を推定した.

始めに Döllinger *et al.* の手法を声帯麻痺データに適用し SH モデルのパラメータを推定した。その結果、Döllinger *et al.* の手法では閉鎖期が再現できないことが分かった。手術効果のモデルへの反映を目指すためには、手術による閉鎖期の変化や、声門開口面積の変化を再現することが必要であると考えられる。

そこで、推定するパラメータに声門開口面積を加え、評価関数に閉鎖期を含めた手法を提案する。声帯振動において閉鎖期の割合は重要な要素であり、また声帯内注入法の目的の一つに閉鎖期を増加させるという意図があるので、閉鎖期を評価関数に組み込むことで手術効果を推定結果に反映させることができるのではないかと考えられる。提案する評価関数の評価項目は、基本周波数、パワースペクトル、閉鎖期の3つである。数理モデルとしては SH モデルを使用する。評価関数の最小化に Nelder-Mead アルゴリズムを用いた。Nelder-Mead アルゴリズムは、導関数を用いずに最小化を行う手法であり、収束しやすいという利点があるが、適当な初期値を必要とする。初期値は、ハイスピードカメラデータの基本周波数から張力パラメータを推定し、一定のステップ幅を用いた声門下圧および声門開口面積を用いて全探索を行い、評価関数が最小となる 20 点を用いた。

デジタルハイスピードカメラデータおよび SH モデルにより生成された声門波形の比較には、基本周波数、位相差、振幅差、閉鎖期、Normalized Amplitude Quotient (NAQ) を用いている。NAQ は音源の強度や声質を評価するパラメータである。

推定されたパラメータを比較した結果、手術前後で声門開口面積が小さくなることが確認できた。また、デジタルハイスピードカメラとモデルにより生成された声門波形を比較した結果、声門の閉鎖期が増加することが確認できた。この2点より、手術の効果がモデルに適切に反映されていると考えられる。

また、推定波形の精度向上を目指し、2種類の推定パラメータ追加案を提案した。SH モデルの非対称性を表す張力パラメータに関して、質量、バネ定数の各張力パラメータを独立であると想定し分離した案と、上側質量と下側質量の張力パラメータを分離する案である。それぞれのパラメータ追加案を用いてパラメータ推定を行い、従来の SH モデルとの比較を行った結果、パラメータを追加することで手術の効果をモデルによりよく反映させることができることが示唆された。しかし、大きな改良までには至らなかった理由としては、評価関数の評価項目が少ないことが考えられる。

今後の課題としては、左右の声帯の振動基本周波数が異なる場合のパラメータ推定を行うことである。左右の基本周波数が異なる場合にはパラメータ推定が難しいため、モデルの改良を行うことなどが必要であることが考えられる。