

A constitutive representation on the production of glottal waves

田部, 洋祐

<https://doi.org/10.15017/459601>

出版情報 : 九州大学, 2006, 博士 (芸術工学), 課程博士
バージョン :
権利関係 :

第6章

結論

本論文では、人間の音声の基本的な音源波である声門波の生成機構の解明を目的として、境界層近似に基づく声門流の構成的なモデル表現を構築した結果と、それに基づくシミュレーション実験を行った結果について述べた。以下に、各章で得られた結論を列記する。

第2章の要約

- 代表的な声門波の生成モデルである、Ishizaka らの2質量モデルの説明を行った。
- 声門波の生成過程を、声帯の機械的な振動の部分と、流体の現象に分けてモデル化する過程について示した。

第3章の要約

- 声門流の無次元特徴量に基づいて、声門流を主流・境界層・渦流の3つの領域によって構成的に表現した。
- 声門流のそれぞれの領域に適合した流れの解析法を提案した。その際、等角写像の枠組みを採用することで、自由な声門形状における境界層の剥離と、それに伴う渦流の生成を表現可能な声門流モデルを構築した。

第4章の要約

- 声帯と直接的に相互作用をする領域としての境界層の領域に着目し、様々な声門形状における境界層の特性量の推定を行った。
- 声帯間の流路が下流ほど狭まる形状では声門の下流側、逆に広がる形状では声門の上流側で境界層の剥離が生じることを示した。
- 声帯表面に働く粘性応力について、声門が収縮形状から拡大形状に移行するに従って、応力のピーク位置が声門の下流側から上流側に移動することを示した。

- シミュレーションに基づいて、声帯表面に働く圧力を求めた。収縮形状では、声帯のより広い範囲にわたって圧力が作用するのに対して、拡大形状では主として声門の入口付近に圧力が働くことが示された。
- 声門形状や声門上下間の圧力差を一定として流量を推定した場合、実験値と推定値の誤差は約8%であった。また、剥離位置を固定した声門流モデルを導入し、同様に実験値と比較した結果、特に拡大形状において、実験値との推定誤差が生じることを示した。

第5章の要約

- 本論で提案した声門流モデルを声帯の2質量モデルと組み合わせることで、声門波の生成シミュレーションを行った。
- 声帯振動時における声帯表面に働く圧力を算出した。ここで、剥離位置を固定した声門流モデルでは、非常に大きな負圧が声帯に働き、声門閉鎖が過剰に促進されることを確認した。
- 境界層の剥離によって生じる渦流の検討を通じて、渦流は声門波の高域成分に影響を与えることが示唆された。
- シミュレーション時における声門流の無次元特徴量について検討を行い、本論の声門流モデルを構築する際に設定した種々の仮定が妥当であることを確認した。

また、今後に残された課題としては次のようなことが挙げられる。

- 本研究では、声門波の生成シミュレーションに際して、男性話者の地声の発声条件の1条件のみで検討を行った。今後、様々な発声条件におけるシミュレーションを行う必要がある。
- 本研究では、声門流を左右対称としてモデル化を行った。今後、声門流におけるコアンダ効果 [48] の評価を目的として、対称性を仮定せずに、流れをシミュレーションする必要がある。
- 本研究では、渦流の音源としての効果を、渦流のスペクトルにより検討した。今後、流体音響学の理論を適用して、渦の音源としての効果を詳細に検討する必要がある。
- 本法を信頼性の高い手法として洗練させるために、差分法や有限要素法などの数値シミュレーション結果と比較する必要がある。

以上の課題を解決して、様々な声質をパラメトリックに生成可能な音源モデルを構築することが、本研究の目指す所である。