



Title	三次元数値流体シミュレーションとスペクトル解析法とからみた歯茎摩擦音障害とその馴化プロセス
Author(s)	野崎, 一徳
Citation	大阪大学, 2004, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/45178
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏 名	野 崎 一 徳
博士の専攻分野の名称	博 士 (歯 学)
学 位 記 番 号	第 1 8 6 2 2 号
学 位 授 与 年 月 日	平成 16 年 3 月 25 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第 4 条第 1 項該当 歯学研究科分子病態口腔科学専攻
学 位 論 文 名	三次元数値流体シミュレーションとスペクトル解析法とからみた歯茎摩擦音障害とその馴化プロセス
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 前田 芳信 (副査) 教 授 高田 健治 助教授 莊村 泰治 助教授 舘村 卓

論 文 内 容 の 要 旨

【研究目的】

歯科治療で遭遇する発音障害には、補綴物の歯列及び口蓋形態による影響であろうと推察されるものが多い。特に歯列、口蓋形態の影響を受けやすいと考えられる、歯茎摩擦音は、歯、舌、口蓋で形成される空間に空気が流れる事で発生する。歯茎摩擦音の発生メカニズムに関するこれまでの研究では、発せられた音声を分析して推定する方法、単純なモデルを製作し、音の発生を観察する方法などが用いられてきているが、口腔内の形態的な違いには言及していない。実際には、歯や口蓋の形態によって音の性質は変化すると考えられるため、歯茎摩擦音の発生のメカニズムに重要な要素である、音源位置を特定する事で、歯科治療において生じる発音の変化やその的確な解決方法の考案に寄与するものと考えられる。

本研究では、歯茎摩擦音の音源位置を特定することを目的とし、まず口腔内解剖学形態を再現した三次元モデルを構築して数値流体解析することで音源位置を特定し、ついで被検者において歯茎摩擦音のスペクトルモーメントに寄与する口腔形態学的特徴を重回帰分析で抽出するとともに、音源が変化した場合の音の変化を評価することから、先に特定した音源位置の正当性を検証した。

【実験方法ならびに実験結果】

実験Ⅰ．三次元数値流体力学解析を用いた音源位置の特定

本実験は、声道三次元モデルに、非定常条件下で非圧縮性流体を流し、音源を求めた。非圧縮流体の基礎式（連続の式、運動方程式）の数値解法として、離散化には、有限体積法を、運動方程式の時間発展には、オイラーの陽解法として MAC 法を、そして運動方程式の対流項の上流化には、3 次精度 Quick 法を用いた。その結果得られた流速ベクトルから、ヘリシティを求め、そこから Powell の音源を求め、可視化した。

その結果、Powell の音源は、主に前歯部付近に分布し、特に、上下前歯部間に二重極子音源の存在が確認できた。また乱流エネルギーは、上下前歯部付近で著明に高い値を示した。

実験Ⅱ．歯茎摩擦音のスペクトルモーメントに寄与する口腔形態学的特徴の抽出

被検者 14 名の口腔内歯列模型を取得し、口腔内歯列特徴点を測定した。被検者には歯茎摩擦音を発音してもらい、得られた音声データから、スペクトルモーメントを求めた。解剖学的特徴点で、音の性質に影響を与える度合いが大きい点を抽出するために、独立変数に解剖学的特徴を示す 7 項目の測定値、従属変数にスペクトルモーメントを採用し、重回帰分析を行った。

その結果、最も寄与率が高い値を示した解剖学的特徴は、前歯部被蓋関係であった。

実験Ⅲ. Powel 音源位置を障害する可綴性補綴物装着による発音変化と、生体の順応過程

被験者 18 名に対して、口蓋部辺縁位置の異なるマウスガード (MG) を製作した。なお被験者らには MG の装着経験が無いもののみを選んだ。歯茎部より 4 mm 口蓋側に辺縁を伸ばした MG4 と、歯茎部に辺縁を設定した MGC を装着する各々 9 名の被検者グループに分けた。各グループに同じフレーズで、歯茎摩擦音を発音させ MG 未装着時、装着直後、装着後 1 回目から 5 回目に録音した。録音データの一次から四次のスペクトルモーメントを求めた後、主成分分析を行った。

主成分分析の結果、発音変化を第一主成分、第二主成分の計 2 変数のみで表す事が出来、MG への順応過程を可視化することが出来た。可視化したグラフから、MG4 は、発音変化が総じて少ないが、装着直後と比較して、2、3、4 回目の発音では変化量は減少していた。また、MGC では、装着直後、1、2 回目の変化量は大きい、その後減少していく事が分かった。

[考察]

三次元数値流体力学解析を声道を流れる空気に対し行うことで、口腔周囲の流速ベクトルを求める事が出来るため、ヘリシティを求める事が可能となり、そこから音源の分布を可視化することが出来た。モデル実験などで、同様に音源の分布を可視化する事は困難であり、この数値解析の結果を評価する方法には適さないと考えた。その為、音源位置が実験Ⅰにより、前歯部間であると推測されたので、オーバージェット、オーバーバイトの歯茎摩擦音への寄与率が最も高いという、形態学的実験Ⅱの結果は実験Ⅰを部分的には実証している。

上顎歯列をマウスガードで覆った実験Ⅲでは、明らかな歯茎摩擦音の発音障害が観察されたが、実験Ⅱで確認した解剖学的条件を変えたことで、実験Ⅰで示された音源分布に変化を与えたためと考えられる。また同時に数回の試行で慣れが観察されたことは、新たな条件において音源の位置を修正するという補償調整機能が働くことを意味していると考えられた。

[結論]

歯茎摩擦音の音源位置は、三次元数値流体解析と、口腔形態学的解析と音響学的解析を組み合わせた解析から、前歯部周囲にある事が示唆された。またその分布を三次元的に可視化することは、歯科処置の発音への影響ならびに順応過程の予測に繋がると考えられた。

論文審査の結果の要旨

本研究の目的は、三次元数値流体解析を応用して、歯茎摩擦音/s/のスペクトルの特徴と口腔の 3 次元形態との関係を解明することにある。まず音源位置を推定し、次いで口腔の解剖学的形態がスペクトルの特徴に及ぼす影響について検討し、さらにマウスガード装着によって音源領域を修飾したときの音の変化を定量評価した。

その結果、歯茎摩擦音/s/の音源は前歯切端にあると推定され、スペクトルの特徴には前歯部被蓋関係が影響することがわかった。また同部をマウスガードで修飾した場合に生じる音の変化が、話者本来の状態に短時間で戻っていく過程を可視化することで評価できた。

以上のように、本研究により三次元数値流体シミュレーションとスペクトル解析法による音声の定量的評価が可能となり、オーラルアプライアンスの設計と臨床応用に有効な示唆が得られたことから、博士 (歯学) を授与するのに値すると認める。