

研究概要報告書【サウンド技術振興部門】

(1/3)

研究題目	空力音響解析を用いた舌癌患者の発音障害を軽減するリハビリテーション手法の開発	報告書作成者	野崎一徳
研究従事者	野崎一徳, 山田朋美, 笹井正思, 岡真太郎, 吉永 司, 和田成生		
研究目的	<p>歯科口腔外科での施術による舌癌患者の5年生存率は高い。しかし、舌癌手術によって筋肉の調節機構が損なわれ発音に大きな障害が残ることがある。申請者らは、舌が重要な役割をする摩擦音(スヤシの音)の研究で国内外において高く評価されており、これらの研究成果から得られた知見を、より臨床的な知見を加えることにより、舌癌患者のための新たなリハビリテーション手法が実現できると考えた。</p> <p>本研究の目的は、</p> <ul style="list-style-type: none"> ①発音に最適な形状を空力音響学に基づき工学的に導き出し、その形状を付与した口腔内装置を製作 ②口腔内装置の補助により、患者自で行える発音リハビリテーション手法の開発 <p>である。</p> <p>これにより舌癌の患者さんに会話を取り戻す可能性を提供し、QOL 向上と社会復帰を支援することを目標とした。</p>		

研究内容	<p>舌癌既往患者を対象とした発話時の口腔内での舌運動と声道の観察実験を行うため、大阪大学歯学部・大学院歯学研究科、附属病院倫理委員会の承認を得た(超音波画像診断装置を用いた舌機能画像解析に関する研究:H30-E8)。その上で、健常者4名、患者1名に対して以下の手順で実験を行った。</p> <ol style="list-style-type: none">1. 発話時の舌運動の超音波画像撮影方法 発話時の舌運動と声道の観察は、超音波画像診断装置(SSA-790A ApilioXG, (株)東芝)を用いて行った。図1に示す下顎、額、超音波プローブ固定装置を用いて、被験者の頭頸部領域を固定した。超音波画像装置のプローブは、そこから発せられる超音波からの跳ね返りを受信し、本体で映像化した。映像録画と同期してマイクロフォン(株)SONY)を介して音声を録音した。このようにして得られた映像・音声データはDVD-ROMに記録し保管した。 データ計測時には、舌癌既往患者に「うすいみそしる」と計5回発音してもらった。舌癌既往患者は上下顎入れ歯を装着しており、さらに入れ歯には旧型と新型が存在した。本実験では、新義歯、旧義歯装着時、義歯未装着時のそれぞれについて発音をもらい、超音波画像撮影を行った。さらにプローブ固定装置の有無時の超音波画像の比較も行った。2. 舌癌患者の口腔内模型の作成方法 旧義歯と新義歯の口腔内装着時の印象採得を行い、石膏模型を作成した。3. 舌癌患者の口腔内写真の撮影方法 口腔内写真専用カメラ EyeSpecialIII (株)松風)を用いて口腔内写真を撮影した。4. 舌癌既往患者の CT・MR 画像の画像解析方法 舌癌摘出前後の CT 画像から Vincent (株)富士フィルム)により三次元再構築を行い、三次元的な舌体抽出した。5. 被検音「うすいみそしる」中の「す」に関して、健常人発話時の数値流体シミュレーションを行った。 CT 画像から三次元再構築を行い、「す」を構成する音素/s/発話時の数値流体シミュレーションを行った。数値流体シミュレーション・ソフトウェアにはオープンソースである OpenFOAMv3 を用いた。シミュレーションは圧縮性ナビエ・ストークス方程式を有限体積法を用いて離散化し、乱流モデルに一方程式モデルを採用した。
------	--

<p>研究のポイント</p>	<p>1) 発話の試行によるボイス・トレーニングシステムの構築 現在, 被験者を含め発話不自由な方からの意見を月一度のペースで収集し, 関連技術や研究の調査を行っている. 超音波画像装置を用いて発話時の舌運動の様子を撮像する手法により, 撮像される画像をリアルタイムに患者に見てもらいながら, トレーニングする手法の実現可能性の有無を確認した.</p> <p>2) 発話時の筋調整機能不全を補填する口腔内装置の形状決定方法と装置の作成 実際の舌癌既往患者の口腔内形状を発話しにくかった義歯と発話しやすくなった義歯との形状の違いを精査中である. さらに医療情報から過去の画像検査結果(CT や MR 画像)を3次元再構築し, 術前術後の舌形状の違いを確認した.</p> <p>3) 効果の評価 口腔内で構音する摩擦子音 (/s/等)に関しては, 当初の目的に合致する精度で空力音響シミュレーションを行うことが出来た.</p>
<p>研究結果</p>	<p>1) 発話の試行によるボイス・トレーニングシステムの構築 倫理委員会の承認を受け, 実患者を対象とした実験を行う目処が立った. さらに, 日常臨床で使用される超音波画像装置を発話時の舌運動撮影目的に使用するために必要な人, 場所, 器具の整備が完了した. ここでは同意の得られた患者に対して, 発話時の舌の動きを自ら確認しながら, 装着する義歯の効果を確認することが可能となった.</p> <p>2) 発話時の筋調整機能不全を補填する口腔内装置の形状決定方法と装置の作成 舌癌既往患者に対して制作された, 義歯なしと, 旧義歯(本人は発音し辛い)と新義歯(発音しやすい)とをそれぞれ装着した状態で, 超音波画像装置により舌の運動を音と同期して記録し, 観察した結果, 義歯なしと義歯有りの間には特に「る」発音時に違いが見られた.</p>
<p>今後の課題</p>	<p>1) 超音波診断装置から出力される映像をリアルタイムでキャプチャして, コンピューター画面上に表示し, それと同時に, 任意の患者の口腔形状に比して平均的な舌外形線を重ね合わせることが出来れば, 患者にとって非常に分かりやすいトレーニングとなりえる. その時, 顎と顎の位置決めのための装置が必要であり, 一体的に開発を進める必要がある.</p> <p>2) 舌癌既往患者に対して制作された義歯の三次元形状とCT・MR画像を収集する必要がある. ただし, データ取得のための基盤整備が必要とされるため, 数年単位の時間を要することが分かった. 今後は演繹的に, 適切であろうと思われる一般的な義歯を改造した形状を経験的に制作し, それに対して1)で開発する装置により評価を行い, 平均的な音素, 音節を発音できるように, リハビリテーションと補綴治療の両立を目指す必要がある. 特に何症例の場合には, すでにシミュレーションの精度については確証を得た空力音響シミュレーションを用いて, 詳細な形状による音の違いを補正することが適切であると思われる.</p>

超音波診断装置・撮影環境の構築

「上下位置設定可能な台上に顎下底をのせ、額をフレームに軽く押し当て、口底部にプローベを押し当てて固定



額・下顎固定治具

口唇運動記録用
iPhone

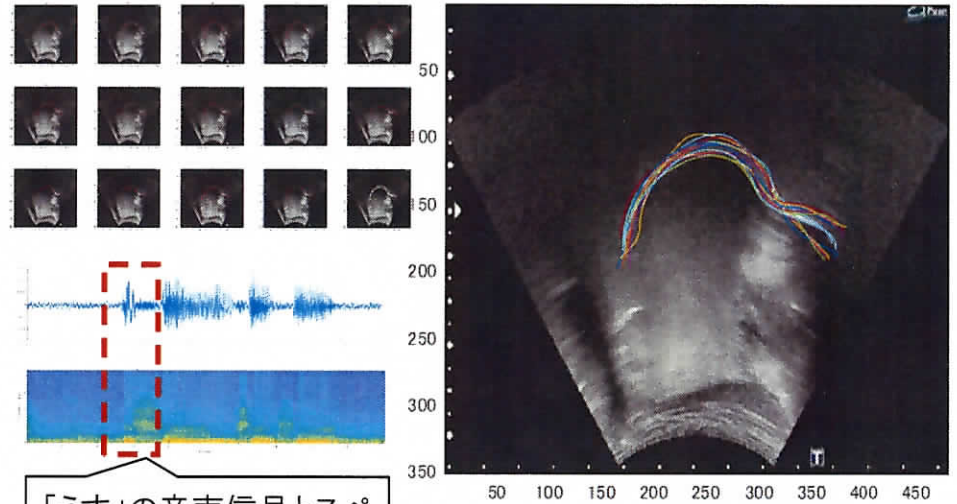
超音波プローベ・
固定用治具

音声録音装置

超音波画像モニタ

超音波画像

「うす」と発話時の連続画像(左)と舌先端付近の軌跡(右)



「うす」の音声信号とスペ
クトログラム

流速ベクトルの可視化
非圧縮性ナビエ・ストークス方程式
による計算結果

