

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 5 日現在

機関番号：32622

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2013～2016

課題番号：25750223

研究課題名（和文）舌超音波4D動画とエレクトロパタトグラフィーを用いた視覚的構音訓練法の構築

研究課題名（英文）Development of visual feedback speech therapy technique using four-dimensional ultrasound moving images of the tongue and electropalatography

研究代表者

武井 良子 (TAKEI, YOSHIKO)

昭和大学・歯学部・特別研究生

研究者番号：40534764

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,200,000円

研究成果の概要（和文）：構音障害の治療においては、治療者が患者の構音を聴覚的に判定する方法が用いられてきたが、聴覚印象だけでは構音改善に不可欠である舌運動の把握は不可能である。本研究では、超音波診断装置およびエレクトロパタトグラフィー（EPG）を用いて、健常人と構音障害患者の発音時の舌運動の違いを明らかにした。また、超音波画像をもとにした舌基準モデルを構築し、基準モデルの特徴点を時系列的に補間することで舌画像の動画化が可能となり、臨床応用への可能性が示された。

研究成果の概要（英文）：In speech sound disorder therapies, the assessment of the produced sound has been done based on the therapists' perceptual evaluation. However, the tongue movement which is imperative in improving speech sound cannot be understood by perceptual evaluation alone. In this study, we used ultrasound and electropalatography (EPG) to observe the tongue movement during speech, and demonstrated the differences in tongue movement between normal and disordered speech. Also, a tongue reference model was constructed based on ultrasound tongue images, and the tongue movement was regenerated by deforming the mesh points of the reference model providing the possibility of clinical applications.

研究分野：発声発語障害学

キーワード：構音障害 舌運動 超音波診断装置 エレクトロパタトグラフィ 構音訓練

1. 研究開始当初の背景

構音障害の治療においては、従来より治療者が患者の構音を聴覚的に判定し、フィードバックする方法が用いられてきた。しかし、聴覚印象だけでは構音改善に不可欠である舌運動の把握が不可能なこと、経験の浅い治療者では正しい聴覚判定が困難なこと、自宅では治療者によるフィードバックが得られず自習が困難なことなどが問題点としてあげられている。これらの問題を解決するためには、治療者の経験の差に関わらず効率的で確実な構音治療を日常の臨床で行うことができるようなシステムの構築が望まれる。

2. 研究の目的

従来から行われている聴覚判定に基づく構音訓練法に対して、構音運動を客観的に捉えて視覚的にフィードバックする視覚的構音訓練法が行われるようになってきた。視覚的構音訓練法では、超音波診断装置やエレクトロパラトグラフィー（以下、EPG）が多く用いられている。

われわれは、超音波診断装置を用いて、健常人の母音発音時の舌運動パターン（森ら 2009, 2011）や、側音化構音患者（武井ら 2011, 森ら 2011）、舌癌術後患者（山下ら 2011）の舌運動の改善過程を明らかにしてきた。

本研究の目的は、これまでの研究結果をもとに超音波 4D 構築動画像と EPG を用いて、健常人と口腔機能障害患者の構音時の舌運動を多角的に評価し、患者および治療者に理解しやすい視覚的訓練システムを構築することである。

3. 研究の方法

(1) 超音波診断装置を用いた発話時舌運動様式の観察

対象は、側音化構音を認める機能性構音障害症例 36 名（平均 24.5 歳）と健常人 28 名（平均 25.9 歳）とした。

舌運動の観察には、超音波診断装置 VOLUSON 730 Expert と腹部用トランスデューサー RAB-48L (GE Healthcare) を用いた。また安定した画像を得るために、頭部・トランスデューサー固定装置（ブイ・エス・シー）を使用した。オトガイ下皮膚面にトランスデューサーを設置し、安静時と日本語 5 母音産生時の舌の前額断面を描出した。

左右の舌側部の高さの違い（左右差、図 1）および舌中央部がドーム状に膨らむ形態（Convex 型、図 2）の有無について検討した。

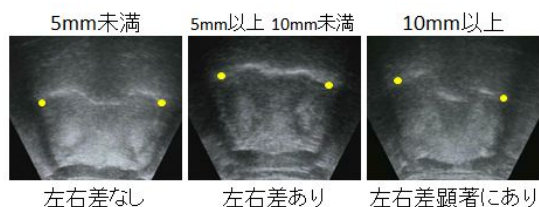


図1 舌側部の高さの違い(左右差)の判定基準

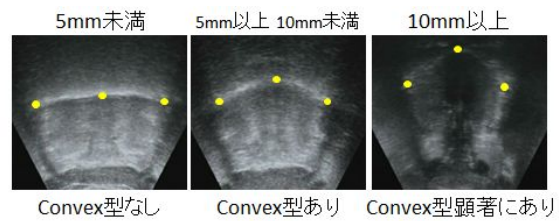


図2 ドーム状の形態(Convex型)の判定基準

(2) EPG を用いた発話時舌運動様式の観察

側音化構音症例と健常人の比較

対象は、側音化構音症例 3 名（平均 24.0 歳）と健常人 5 名（平均 33.8 歳）とした。

舌と口蓋の接触様式の観察・分析には、EPG 録音録画システム STARS（朝日レントゲン工業）と EPG 分析ソフト Articulate Assistant（Articulate Instruments）を用いた。「北風と太陽」の文章の冒頭の 1 文を 1 秒約 8 モーラの発話速度で発話させ、そのうちの 19 モーラについて累積接触率を算出した。また累積接触率から色別パターンを作成した。EPG パレートの前方 2 列を歯茎部、中央 3 列を硬口蓋前方部、後方 3 列を硬口蓋後方部、左右の外側 2 列を側部、正中 4 列を中央部として分析した（図 3）。

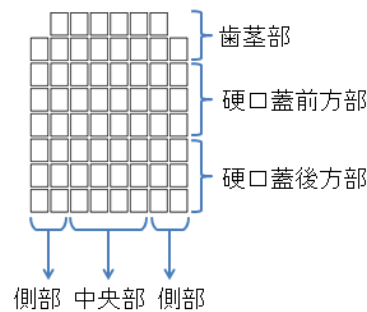


図3 EPGパレート

ラ行音後方化症例と健常人の比較

対象は、聴覚的にラ行音に後方化の誤りを認める機能性構音障害症例 3 名（平均 39.0 歳）と健常人 5 名（平均 33.8 歳）とした。

発話課題は、音節 [ata][ara] と連続発話「北風と太陽」の冒頭の 1 文中の [ta][ra] とした。累積接触パターンと Center of Gravity（以下、COG）値を用いて分析した。

(3) 舌超音波画像をもとにした舌モデルの構築と動画化

健常人の安静時および [a][i] 産生時の舌超音波前額断面像（各 19 スライス）を対象画像とした。画像をもとに厚みのある舌基準モデルを構築する手法、時系列的に得られる超音波画像上の特徴点をもとにモデルを変形し舌運動を動画化するシステムの構築法について検討した。

4. 研究成果

(1) 超音波診断装置を用いた発話時舌運動様式の観察

側音化構音症例では母音 [i][e] で顕著な左右差を示す症例がみられたが、健常人では

みられなかった(図4)。また、健常人よりも側音化構音症例で Convex 型が多くみられた(図5)。これらのことから、側音化構音症例では健常人とは明らかに異なる不安定な舌形態を示すことが明らかとなった。

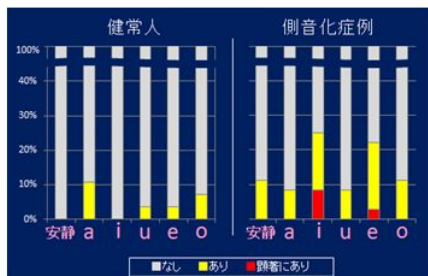


図4 舌側縁部の左右差の出現頻度

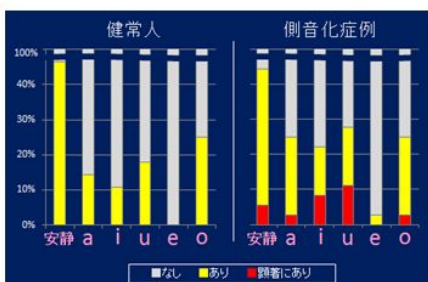


図5 Convex型の出現頻度

(2) EPG を用いた発音時舌運動様式の観察
側音化構音症例と健常人の比較(図6)

健常人では、硬口蓋後方側部で左右対称に持続的な舌接触がみられ、硬口蓋中央部では全く舌が接触しない部分が見られた。また歯茎中央部では舌の接触が少なかった。

側音化構音症例では、硬口蓋後方側部の左右非対称な舌接触と歯茎中央部の幅広い接触が観察された。これらの舌接触は、健常人とは明らかに異なることから、側音化構音時の特徴的な舌運動様式ではないかと推察された。

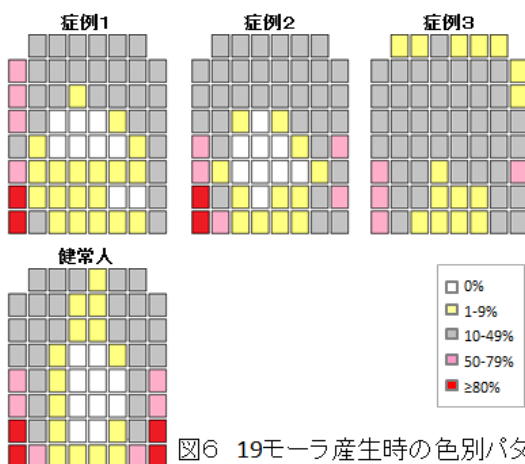


図6 19モーラ発生時の色別パターン

ラ行音後方化症例と健常人の比較

累積接触パタンの分析において、ラ行後方化症例では、[ra]発生時に舌が硬口蓋後方側部のみに接触する、健常人とは異なるパターンを示した(図7)。音節では健常人と類似した接触パターンと COG 値を示していた[ta]におい

ても、連続発話で健常人とは異なる接触パターンと COG 値の低下がみられた(図8)。聴覚的にラ行音に後方化の誤りを認める症例では、他の歯茎音においても健常人とは異なった構音動態を示すことがあり、また音節では誤りがなくても連続発話で誤りが生じることが明らかとなった。

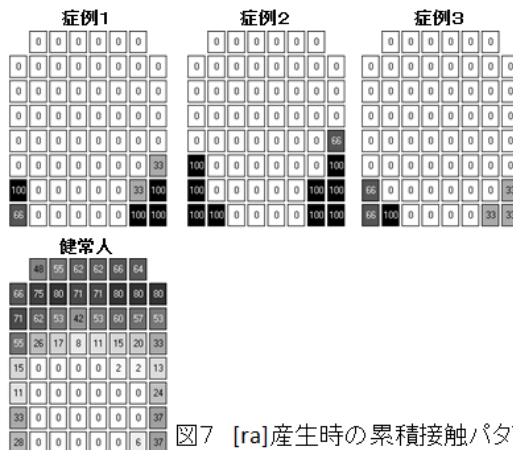


図7 [ra]発生時の累積接触パターン

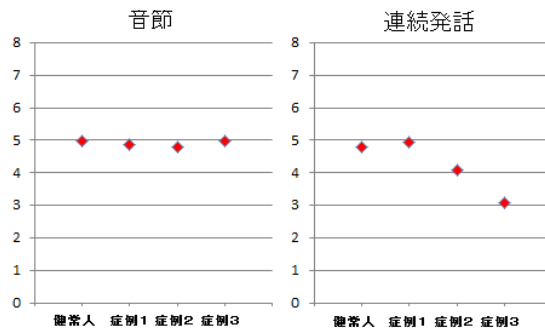


図8 [ta]発生時のCOG値
(COG値が高いほど舌が口蓋の前方に接触していることを示す)

(3) 舌超音波画像をもとにした舌モデルの構築と動画化

舌超音波画像から制御点を半自動で抽出し、舌基準モデルを構築した。さらに、超音波画像から得られる制御点の座標に合わせて基準モデル変形させ、2 状態間を線形補間することで舌運動の動画化が可能となった(図9)。



図9 舌基準モデル動画化処理過程

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計3件)

- (1) 森 紀美江, 向井信彦, 近藤貴大, 武井良子, 山下夕香里, 長谷川和子, 高橋浩二: 超音波画像を基にした3次元舌形状標準モデルの構築. 超音波医学, 査読有, 42:75-82, 2015.

(2)森 紀美江, 山下夕香里, 武井良子, 長谷川和子, 中道由香, 高橋浩二: 超音波診断装置を用いた健常人の5母音発音時の3次元舌運動様式の検討. 日本口腔科学会雑誌, 査読有, 62: 274-280, 2013.

(3)山下夕香里, 森 紀美江, 武井良子, 中道由香, 高橋浩二, 齋藤健一: 5年間にわたり構音機能の経時変化を検討した舌垂全摘出術施行例の1例 言語所見と超音波画像所見の変化について. 日本口腔腫瘍学会誌, 査読有, 25: 33-39, 2013.

〔学会発表〕(計11件)

(1)武井良子, 山下夕香里, 山田紘子, 森 紀美江, 長谷川和子, 原田由香, 高橋浩二: エレクトロパラトグラフィを用いた発話時の舌運動様式の観察 ラ行音に後方化を認められた機能性構音障害例について. 第61回日本音声言語医学会, パシフィコ横浜(神奈川県・横浜市), 2016年11月4日.

(2)森 紀美江, 武井良子, 山田紘子, 長谷川和子, 山下夕香里, 高橋浩二: 構音障害治療での舌超音波画像の有用性について 症例と言語聴覚士へのアンケート調査. 第89回日本超音波医学会, 国立京都国際会館(京都府・京都市), 2016年5月28日.

(3)石津剛志, 向井信彦, 森 紀美江, 武井良子, 山田紘子, 張 英夏, 山下夕香里, 長谷川和子, 高橋浩二: 2次元超音波画像からNスプライン曲線を利用した舌表面3次元形状モデルの構築. 第89回日本超音波医学会, 国立京都国際会館(京都府・京都市), 2016年5月28日.

(4)武井良子, 山下夕香里, 山田紘子, 森紀美江, 長谷川和子, 原田由香, 高橋浩二: エレクトロパラトグラフィを用いた連続発話時の舌動様式の観察 側音化構音症例について. 第60回日本音声言語医学会, ウィンクあいち(愛知県・名古屋市), 2015年10月15日.

(5)長谷川和子, 武井良子, 山田紘子, 森 紀美江, 山下夕香里: 単音節と会話速度の連続発話における構音動態の差異について エレクトロパラトグラフィによる解析. 第16回日本言語聴覚学会, 仙台国際センター(宮城県・仙台市), 2015年6月26日.

(6)近藤貴大, 向井信彦, 森 紀美江, 武井良子, 山田紘子, 山下夕香里: 超音波画像を基にした舌運動の再現. 第88回日本超音波医学会, グランドプリンスホテル新高輪(東京都・港区), 2015年5月22日.

(7)武井良子, 長谷川和子, 山田紘子, 森 紀美江, 原田由香, 山下夕香里: エレクトロパラトグラフィを用いた連続発話時の構音動態の分析 硬口蓋側方における舌の接触について. 第59回日本音声言語医学会, アクロス福岡(福岡県・福岡市), 2014年10月9日.

(8)長谷川和子, 武井良子, 山田紘子, 森 紀美江, 原田由香, 山下夕香里: エレクトロパ

ラトグラフィを用いた構音動態の分析 口蓋側方の舌接触に対する発話速度の影響. 第59回日本音声言語医学会, アクロス福岡(福岡県・福岡市), 2014年10月9日.

(9)近藤貴大, 向井信彦, 森 紀美江, 武井良子, 山下夕香里, 長谷川和子: 超音波画像を基にした舌表面の3次元標準モデルの構築. 第87回日本超音波医学会, 横浜, 2014年5月9日)

(10)武井良子, 森 紀美江, 山田紘子, 長谷川和子, 原田由香, 山下夕香里: 側音化構音症例の日本語5母音産生時の舌運動について 舌超音波画像を用いた分析. 第58回日本音声言語医学会総会・学術講演会, 高知市文化プラザかるぽーと(高知県・高知市), 2013年10月17日.

(11)近藤貴大, 向井信彦, 森 紀美江, 山下夕香里, 武井良子, 長谷川和子: 超音波画像を基にしたNURBS曲面による舌表面の3次元動画像. 第86回日本超音波医学会, 大阪国際会議場(大阪府・大阪市), 2013年5月24日.

〔その他〕

武井良子: エレクトロパラトグラフィを用いた機能性構音障害症例の舌運動様式の観察 音節の評価から連続発話の評価へ. EPG研究会主催 第3回 EPG シンポジウム, 東京, 2016年10月2日.

6. 研究組織

(1)研究代表者

武井 良子 (TAKEI Yoshiko)
昭和大学・歯学部・特別研究生
研究者番号: 40534764

(2)研究協力者

山下 夕香里 (YAMASHITA Yukari)
帝京平成大学・健康メディカル学部・教授
研究者番号: 50260906

森 紀美江 (MORI Kimie)
昭和大学・歯学部・兼任講師
研究者番号: 20210114

向井 信彦 (MUKAI Nobuhiko)
東京都市大学・知識工学部・教授
研究者番号: 20350233