

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 18 日現在

機関番号：17701

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2011～2013

課題番号：23700607

研究課題名(和文) 音声視覚化システムを用いた音声解析と言語療法応用への試み

研究課題名(英文) The trial of the evaluation of the speech and the speech therapy application using a speech visualization system

研究代表者

新中須 真奈 (Shinnakasu, Mana)

鹿児島大学・医歯(薬)学総合研究科・客員研究員

研究者番号：60457653

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,200,000円、(間接経費) 960,000円

研究成果の概要(和文)：下顎前突症患者(患者群)と異常咬合のない正常咬合者(健常者群)を対象とし、録音した被験者の音声に対して音声分析ツール(熊本大学大学院自然科学研究科開発)を用いて可視化処理を行った。ホルマント周波数の巡回比をもとに音声を色彩表示し、構音分布を散布図として表示した。更に、レーダチャートを用いて散布図の定量化を行い、患者群と健常者群の音声分布の比較、ならびに外科矯正手術前後の比較を行った。散布図上で患者群術前の音声分布は大きく広がっていたが、術後は分布範囲が狭くなり、正常者の構音分布に近づいていた。この結果をレーダチャートで示すことで患者群の術後の構音変化をより視覚的に捉えることができた。

研究成果の概要(英文)：The patient group with mandibular prognathism and the normal occlusion group participated in this study. The converted sounds were analyzed using a speech visualization system. In this procedure, the formant-frequencies were converted into three primary color signals, and the phoneme characteristics were demonstrated as special colors. For quantification, we quantified the characteristics of the articulation stage on a graph, and we quantified the unevenness using radar chart. Using these methods, we compared the patient group with the normal occlusion group.

In the graph, the preoperative sounds in the patient group were distributed widely, but the postoperative sounds were approximated to the normal occlusion group. Furthermore, on the radar chart, the postoperative sounds in the patient group demonstrated an apparent improvement of the articulation pattern, approaching those of the normal occlusion group. This system is useful for visual and quantitative analysis.

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：人間医工学・リハビリテーション科学・福祉工学

キーワード：音声可視化システム 異常構音 音声解析

1. 研究開始当初の背景

構音操作の誤りによって発生する異常音声の判定は聴覚による主観的方法が一般的であるが、異常の内容や程度を具体的に細かく患者に示すことが困難である。一方、種々の音響分析を用いた判定は正常音声との違いを客観的に示せるが、患者が理解しにくく、構音の異常を具体的に示すことができない、という欠点がある。これらの点は構音操作の修復を目的とした言語治療を困難にしてきた。そこで、音声を客観的に評価し異常音の状態を示しながら、効果的に言語治療を行う方法を確立する必要がある。

2. 研究の目的

器質的構音障害をきたす疾患として顎変形症や口蓋裂、舌癌などの腫瘍摘出手術による舌の欠損や変形が知られている。このうち、下顎前突を伴う顎変形症の患者では、咬合不全や審美的問題のほかに構音障害を主訴とする場合が多く、舌位の前方偏倚による歯・歯茎音や歯茎口蓋音に異常が生じると言われている。これらの構音障害は、咬合の改善により改善する場合が多いが、どのように構音状態が変化したのかについての報告はほとんど見られていない。また、咬合の影響を考える場合、口蓋形態の異常やそれに基づく歯列不正が生じていることが大部分であるため、異常をもたらす要因がより複雑になる。音声を客観的に評価し異常音の状態を示しながら、効果的に言語治療を行う方法を確立することを目的に、音声視覚化システムを用いた解析を試みた。

3. 研究の方法

下顎前突症患者 14 名 (男性 4 名、女性 10 名、以下、患者群) を対象に術前・術後の音声を正常咬合者 21 名 (男性 8 名、女性 13 名、以下、健常者群) と比較し、咬合の変化による構音の特徴を調べた。患者の異常構音発生状態を音声から捉え、術前・術後の音声変化について音声視覚化システムを用いて解析し、視覚的にとらえる方法を研究した。

防音室内で被験者に構音検査用 50 単語を発声させ、音声を録音した。録音はデジタル録音とし、WAV 形式で保存した。

得られた音声を視覚化画像に置き換えるために、熊本大学大学院自然科学研究科 (上田祐市教授) によって開発された音声視覚化システムを使用した。この音声視覚化システムでは、音声信号から抽出された音韻性・韻律性の各パラメータを、それらに対応する画像要素へと変換し、さらに、それらを一つの画像へ融合する音声分析・表示ツールである。今回の研究では、母音のホルマント特性に基づいて音声特性を視覚的、かつ客観的に抽出する新たな音声可視化システムを構築し、日本人の正常咬合者の音声を標準パターンとして、下顎前突症患者の音声分布の特性を分析するとともに、外科矯正手術前後の変化を

客観的に解析した。

最初に、録音音声を、音声可視化システムにより音声特徴に応じた色やテクスチャからなる音声画像に変換して視覚化した (図 1)。母音は明確なホルマントパターンに関連づけられ、ホルマント周波数はこれらの音を音響的に特徴づけることから、第 1、第 2、第 3 ホルマント (以下 F_1 、 F_2 、 F_3) の周波数を、巡回比を用いて 3 原色信号 (赤 (R)、緑 (G)、青 (B)) に対応させ色彩パターンとして空間表示させた (図 2)。ホルマント分布を持つ日本語 5 母音群は、色彩空間でそれぞれ特定の部位に分布するため、母音の音韻性を決定する F_1 、 F_2 と色相の対応を色彩分布として表示できる (図 3)。さらに、母音の音韻は、主に F_1 と F_2 の周波数の組み合わせによって決まり、開口部の開きの程度や舌、顎の動きが変化すると、声道形状が変わり共鳴の性質も変化する。そこで、 F_1 、 F_2 次元は構音配置との直観的な対応が可能であり、 F_3 は個人性を反映させるという特徴から、次の変換式

$$h=5F_2/3F_3=1/G$$

$$v=5F_1/F_3=R$$

に従って母音構音空間 (horizontal-vertical, 以下 hv 構音図) に表示した。h 座標は舌の前後位置に、v 座標は舌や顎の高低位置に対応して表示する量である。健常者群の発声時の母音を抽出した hv 構音分布図を作成した (図 4、図 5)。

hv2 次元平面での構音特性の散布の程度を定量化するために、正常発話者の楕円分布の重心と被験者の各母音構点との距離を計算した。計算にあたっては、マハラノビス距離が自由度 2 のカイ 2 乗分布に従うという性質から、マハラノビス距離 $D^2 = 4$ の楕円領域内に資料全体の約 86% の標本が含まれるという統計的性質を元に、母音毎のマハラノビス距離によるレーダーチャート (母音バランスチャート) を作成した。

患者群と健常者群の音声特性の違いを hv 構音図にプロットし、次いで、母音バランスチャートで定量的に比較した。さらに、患者群の術前術後の音声特性の変化を母音バランスチャート上で比較し、外科矯正手術の言語機能への影響を検討した。

4. 研究成果

各被験者の母音の構音分布を hv 平面上にプロットし、健常者群のマハラノビス等確立楕円分布と患者群の音声特徴を比較した。

患者群術前では、hv 平面図における構音分布は大きく広がっていた。一方、術後は健常者群の楕円分布内に多くが存在し、健常者群の構音分布に近づいていた (図 6、図 7)。

健常者群と患者群の母音バランスチャートを比較した。バランスチャートの中心から外枠に向かって 0~100% 日本人正常発話者の標準音声分布に近似していることを示す。健常者群のほとんどの母音が 80% 以上

に分布し、正五角形に近似したチャートを形成していた。

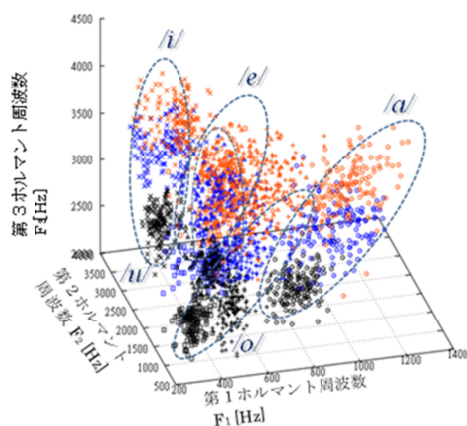
一方、患者群の術前は個人によってばらつきがみられ、健常者群に比べるとバランスが低下していた。術後はバランスチャート上で、各母音の散布が少なくなり健常者群に近く症例が多くみられた(図8、図9)。

以上の結果から、音声可視化システムは、発話者の母音発声時の構音状態を視覚的にとらえることが可能となり、術前・術後の構音状態の変化を確認できた。

本システムを用いて、視覚的かつ定量的に母音発声時の構音分布を表示することで、言語訓練上の有用な視覚情報となり得ることが示唆された。

今回の研究は、母音発声時の構音分布から音声特性を分析するものであったが、口蓋裂や下顎前突症患者の音声異常の問題は、母音だけでなく、子音にも異常がみられることから、子音についても解析することが重要である。われわれは、本システムを用いて調音方法、調音位置、有声性/無声性といった子音の特徴によってテキスト表示とその定量化を試みている。発話者が構音変化をより詳しく視覚的にとらえるために、子音の変化をより理解しやすい表現へと改善していく必要がある。

図1 . ホルマント空間表示



日本人小児 (赤印)、女性 (青印)、男性 (黒印)

図2 . RGB 色彩空間表示

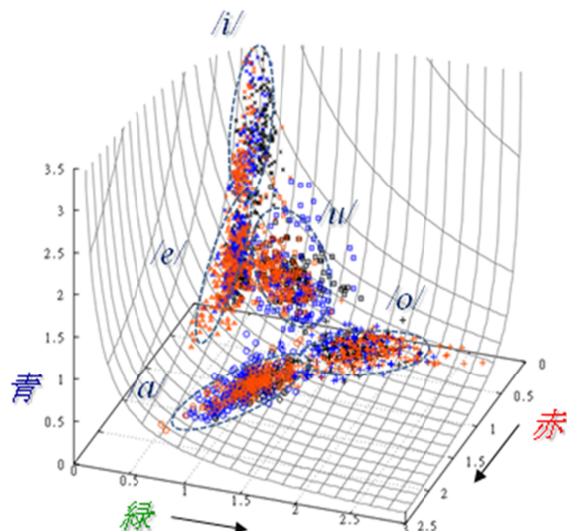


図3 . RGB2 次元表示

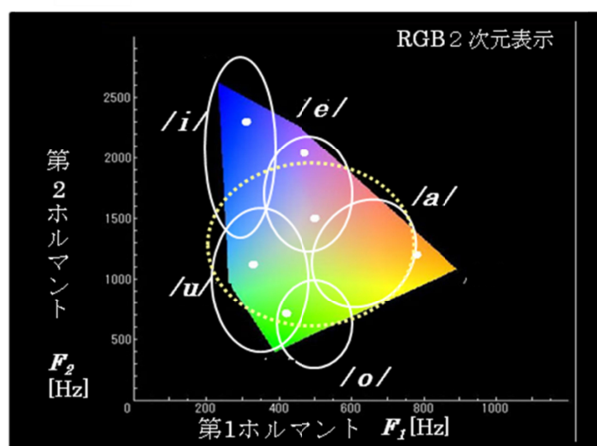


図4 . hv 構音図：男性健常者群

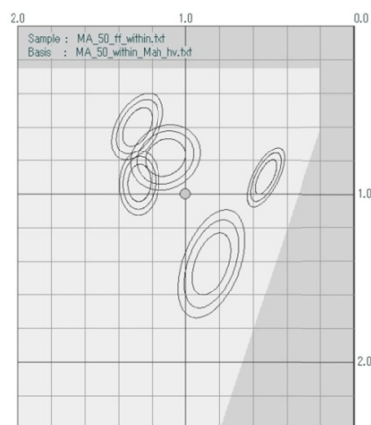


図5 . hv 構音図：女性健常者群

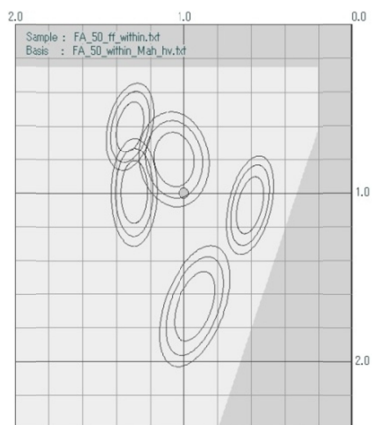


図6 . hv 構音図：男性患者群代表例

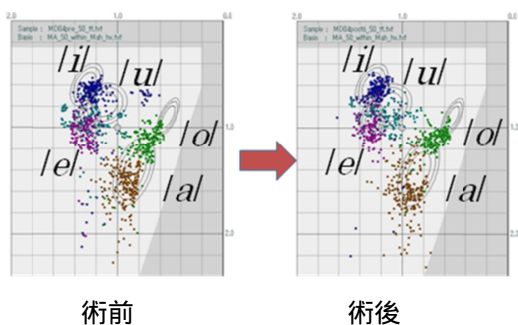


図7 . hv 構音図：女性患者群代表例

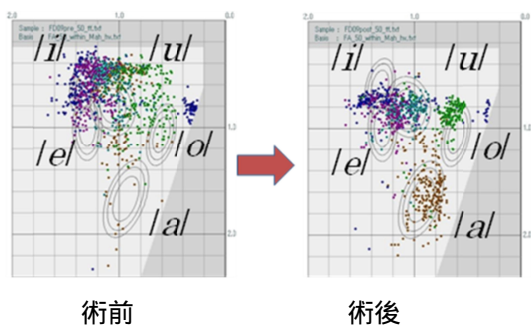
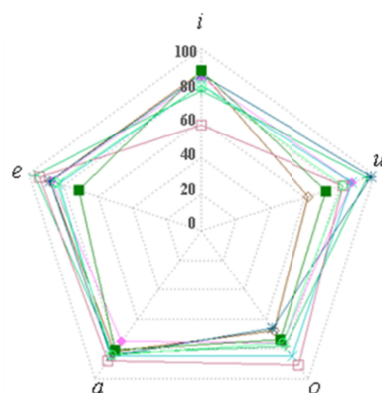
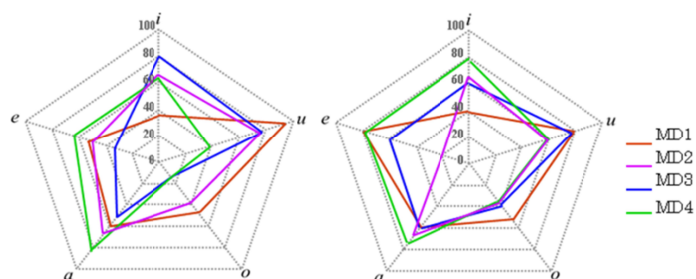


図8 . 母音バランスチャート：男性



男性健常者群

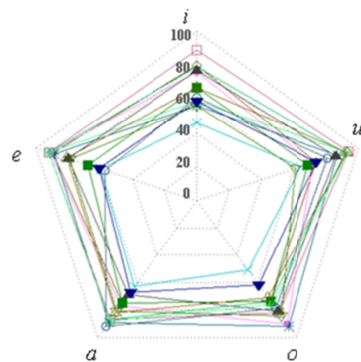


術前

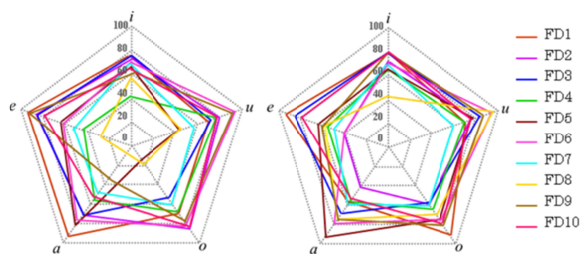
術後

男性患者群

図9 . 母音バランスチャート：女性



女性健常者群



術前

術後

女性患者群

5．主な発表論文等
(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[学会発表](計 1件)

新中須 真奈、音声視覚化システムを用いた母音の構音パターン評価方法の検討 - 顎変形症患者音声について、日本口腔科学会九州地方部会、2011年11月26日、福岡市

6．研究組織

(1)研究代表者

新中須 真奈 (SHINNAKASU, Mana)
鹿児島大学・医歯(薬)学総合研究科・
客員研究員
研究者番号：60457653