

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 2 年 6 月 3 日現在

機関番号：17701

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2016～2019

課題番号：16K11694

研究課題名（和文）口蓋裂術後の言語障害の視覚的フィードバックを目指す新たな音声可視化システムの構築

研究課題名（英文）Construction of a new speech visualization system for visual feedback of speech disorders after cleft palate surgery

研究代表者

手塚 征宏（Tezuka, Masahiro）

鹿児島大学・医歯学域歯学系・助教

研究者番号：50759777

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）：口蓋裂術後の言語障害に対して、音声可視化システムを応用する事を目的に、母音の分析を行い、口蓋裂術後の症例について鼻咽腔閉鎖機能良好な群は口蓋裂のない群と同じ色彩パターンが得られ、鼻咽腔閉鎖機能不全な群は口蓋裂のない群と異なる色彩パターンが得られることが分かった。次に瘻孔閉鎖術前後の母音の分析を行い、前述と同様の結果を得た。構音は客観的・視覚的に子音の構音様式、構音位置を示すことのできるニューラルネットワークシステム(NN)を用いて、分析を行い瘻孔閉鎖術前に口蓋化構音を認めた症例が、訓練後には消失し、NNでも構音点は訓練が進むにつれ、正常な位置へ移動し、最終的には異常構音の消失が確認できた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

口蓋裂手術後の鼻咽腔閉鎖機能不全は開鼻声や異常構音の主因となり、不明瞭な言語はコミュニケーション障害を引き起こす。鼻咽腔閉鎖機能不全による開鼻声や異常構音に対する評価、そして治療アプローチを確立することは非常に重要なことだと考える。現在は言語聴覚士の耳による聴覚判定がゴールドスタンダードとされている。しかし、再現性についての疑問もよく耳にすることがあり、より客観性のある評価法が必要であると考えられる。今回の結果より、音声可視化システムやニューラルネットワークシステムは口蓋裂術後の言語障害に対する、より客観的な評価を行う新たな方法として可能であることが示唆された。

研究成果の概要（英文）：In order to apply the speech visualization system to speech disorders after cleft palate surgery, we analyzed vowels and found that the group with good velopharyngeal closure showed the same color pattern as the group without cleft palate and the group with velopharyngeal insufficiency showed different color patterns than the group without cleft palate. Next, we analyzed the vowels before and after fistula closure and obtained the same results as before. We used a neural network system (NN) that can objectively and visually show consonant construal style and position of construal sounds. Articulation was analyzed using a neural network system (NN) that can objectively and visually indicate the articulation patterns and articulation places of consonants. In NN, the articulation place moved to the normal position as training progressed, and finally the abnormal articulation disappeared.

研究分野：口腔外科 言語障害 口蓋裂

キーワード：口腔外科 口唇口蓋裂 鼻咽腔閉鎖機能 構音機能 視覚的フィードバック 音声可視化システム

## 1. 研究開始当初の背景

申請者は大学院で口蓋裂術後の言語障害についての研究を行った。ここでは、鼻咽腔閉鎖機能不全の結果、口蓋化構音といった異常構音が発現するという事を鼻咽腔閉鎖機能獲得の縦断的観察とエックス線ビデオの解析から明らかにした(Tezuka et al. Oral Science International 2014)。さらに申請者は2013年より国立障害者リハビリテーションセンター学院・言語聴覚学科へ入学し、2015年言語聴覚士の国家資格を取得した。申請者は口蓋外科医としての立場と、言語聴覚士としての対場との二つの視点から口蓋裂術後の言語障害について、考えて臨床に当たっている。

口蓋裂手術後の鼻咽腔閉鎖機能不全は開鼻声や異常構音の主因となり、不明瞭な言語はコミュニケーション障害を引き起こす。当科における口蓋裂術後の鼻咽腔閉鎖機能獲得率は、片側性口唇口蓋裂94.6%、両側性口唇口蓋裂83.3%、口蓋裂単独88.9%である。ほとんどの症例が良好な鼻咽腔閉鎖機能を獲得するが、10%前後の症例は軽度不全～不全を呈する。約7割の口蓋裂術後の子どもたちが正常言語を獲得する一方、残り3割の子どもたちは異常構音を発現しており、言語訓練を受けている。これら異常構音は鼻咽腔閉鎖機能に関連して起こるものが多く、鼻咽腔閉鎖機能不全による開鼻声や異常構音に対する評価、そして治療アプローチを確立することは非常に大切なことだと考える。

一般的に鼻咽腔閉鎖機能の評価には音声の聴覚判定が重要である(大平ら、音声言語医学1993)が、臨床経験の差により評価にばらつきが認められる。そこで、ナゾメータ(緒方ら、日口蓋誌2003)やファイバースコープ(今富ら、日口蓋誌1995)など機器を用いた検査を組み合わせることで評価の信頼性を高める必要がある。しかし、ナゾメータには一貫性はあるものの高価で購入が難しく全ての施設で利用できない、ファイバースコープは侵襲的で年少児の評価には用い難い、などそれぞれに欠点があり、非侵襲的で信頼性の高い検査法が求められるが、これまでにこのような検査法の報告はない。

申請者らはこれまで、音声可視化システムを用いて下顎前突症患者の音声パタンの特性の分析を行ってきた(新中須ら、日口外誌2015)。これは、録音音声を生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母音のホルマント分布と色彩表示を客観的かつ視覚的表示したものである。申請者らは、この音声可視化システムを用いて、今回の口蓋裂術後の言語障害における予備的な研究結果を得ている。呼称してもらった50単語を録音し、その録音データを解析してみると6歳健常児では、各母音がバランス良くチャートの中に納まっているのが確認できた。5歳口唇口蓋裂児の口蓋化構音を呈する患児のデータでは、健常児に比べて母音のチャートからずれていることが観察できた。つまり、この母音のバランスチャートから正常構音からのずれの把握が可能になることを見出した。以上の結果より、この手法を用いて鼻咽腔閉鎖機能良好の音声データと鼻咽腔閉鎖機能不全の音声データを比較検討することで、新しい鼻咽腔閉鎖機能の評価法、また患者自身に視覚的なフィードバックを行うことができ新たな訓練法を確立させることを考案できると考えた。

## 2. 研究の目的

口蓋裂術後の鼻咽腔閉鎖機能不全による言語障害は、コミュニケーション障害を来しその患者の社会生活において、支障をきたすことも少なくない。正常な言語を早期に獲得するためには、幼少期に鼻咽腔閉鎖機能を正確に評価する必要がある、非侵襲的で信頼性の高い検査法、さらには訓練法を考案することが大切であると考えられる。

本研究の目的は、口蓋裂術後の鼻咽腔閉鎖機能不全による開鼻声や異常構音を視覚的に表現し、その評価や訓練に用い、患者自身にフィードバックできるシステムを確立することである。

## 3. 研究の方法

### (1) 音声可視化システムを用いた口蓋裂術後の母音の分析

対象は鹿児島大学病院口腔顎顔面外科にて口蓋形成術をうけ、術後のVPFが良好だった者(VPF良好群)、不全だった者(VPF不全群)である。対照を健常児(健常群)とした。母音を復唱で録音し、録音されたデータは熊本大学にて音声可視化システムを用いて分析を行った。本システムは、第1～3ホルマント周波数を三原色信号に変換し、母音の音韻性を固有の色彩として表示するものである。健常群、VPF良好群、VPF不全群の5母音を色彩パターンとして可視化し、その差異を解析した。

### (2) ニューラルネットワークを用いた瘻孔閉鎖術前後の構音変化の客観的評価

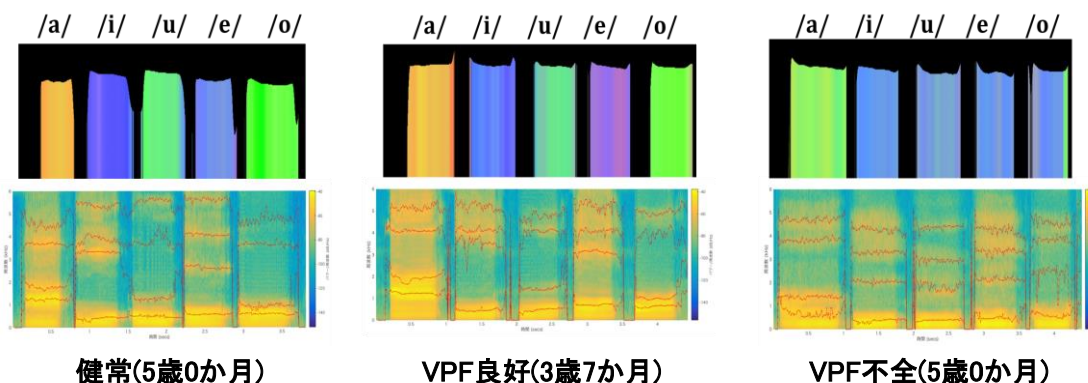
鹿児島大学病院口腔顎顔面外科で局所弁(hinged-flap法)を用いて瘻孔閉鎖術を施行した患者8名(性別:男性3名、女性5名)裂型:片側性口唇口蓋裂3名、両側性口唇口蓋裂1名、口蓋裂4名)の術前、術後、言語訓練後の音声データを熊本大学にて音声可視化システムを用いて分析を行った。瘻孔閉鎖術施行時の平均年齢は5歳3か月であった。開鼻声については、母音の第1～3ホルマント周波数を三原色信号に変換し、音韻性を固有の色彩として表示した。対象のホルマント周波数を平均し、5母音を色彩パターンとして可視化し、術前後の差異を解析し、健常

児との比較を行った。構音については、ニューラルネットワーク (NN) を用いて解析した。これは音声解析し、客観的に子音の構音様式、構音位置を示すことのできる音声特徴推定システムである。術前後、その後の言語聴覚士による構音訓練後の経時的な構音の変化を解析し、健常児の構音との比較を行った。

#### 4. 研究成果

##### (1) 音声可視化システムを用いた口蓋裂術後の母音の分析

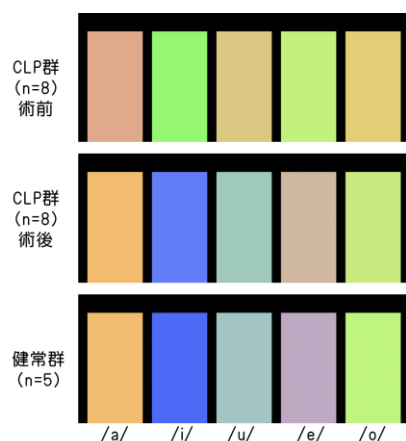
健常群の5母音を色彩表示すると、/a/が黄色、/i/が青色、/u/が薄緑色、/e/が紫色、/o/が緑色となった。VPF良好群の5母音は、健常群と類似の色彩イメージが得られた。VPF不全群の5母音は、健常群と比較して、/a/が薄緑色、/i/、/u/、/e/、/o/が薄青色となり、異なるイメージであった。



健常群と VPF 良好群は同系色であったが、VPF 不全群は異なる色彩イメージを呈したことから、VPF の評価方法として音声可視化システムが有用であることが示唆された。VPF 不全群が異なるイメージを呈した理由は、開鼻声特有のアンチホルマントの出現（音響的要因）と母音発声時の舌の前後位置・上下位置（構音的要因）の二つの要因が関与していると考えられた。また、VPF 不全の患児にこのシステムを用いることで、視覚的なフィードバックが期待でき、言語訓練への応用も期待できると考えられた。

##### (2) ニューラルネットワークを用いた瘻孔閉鎖術前後の構音変化の客観的評価

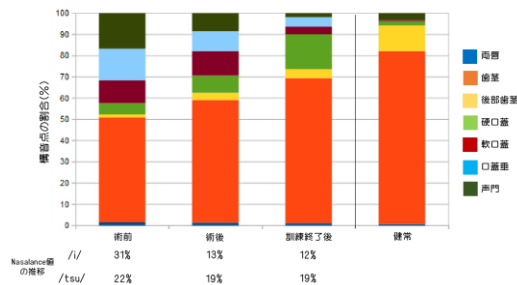
開鼻声は、8例中7例がなしと改善し、母音の色彩パターンでも、術後の色彩パターンは健常児と似たパターンとなり、改善が色彩の変化として認められた。構音は、口蓋化構音を認めた7例が訓練後には消失し、NNでの解析でも、構音点は訓練が進むにつれ正常な位置へ移動し最終的には異常構音の消失が確認された。



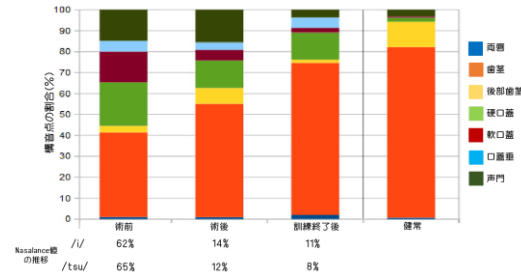
健常群では/a/が黄色、/i/が青色、/u/が薄緑色、/e/が紫色、/o/が緑色となる傾向があった。

術前の5母音は、健常と比較して全体的に黄色味がかかった異なるパターンである傾向であったが、瘻孔閉鎖術後の5母音は、健常群と類似の色彩イメージが得られた。

症例①



症例②



口蓋化構音を呈した患者のうち2例の/s/の構音点の変化についてNNで分析した結果を示す。

術前の構音点は硬口蓋から口蓋垂にかけて後方にあるのが分かる。訓練が進むに連れて/s/の本来の構音点である歯茎での割合が増え、訓練終了後は健常児とほぼ同じの構音点になっていることを客観的に示すことができた。

上記の結果より、口蓋裂術後の言語評価方法として音声可視化システムが有用であることが示唆された。音声可視化システムを用いることでより客観的な評価を行うことが可能であり、治療者側の訓練効果の確認はもちろん、患児に対する視覚的フィードバックへも有効であることが考えられた。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計7件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 2件）

1. 発表者名 手塚 征宏
2. 発表標題 口蓋裂術後の鼻咽腔閉鎖機能不全に対する二次治療
3. 学会等名 第87回 日本口腔外科学会九州支部学術集会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 手塚征宏
2. 発表標題 瘻孔閉鎖術前後の言語変化の客観的および視覚的評価
3. 学会等名 第42回日本口蓋裂学会総会・学術総会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Tezuka Masahiro
2. 発表標題 Objective and visual evaluation of speech changes following closure of the oronasal fistula
3. 学会等名 The 2nd Velopharyngeal Dysfunction Symposium (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 手塚征宏
2. 発表標題 口蓋裂術後の瘻孔閉鎖術が言語機能に与える影響
3. 学会等名 第41回日本口蓋裂学会総会・学術総会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 手塚征宏
2. 発表標題 口蓋裂二次手術としてのRepushback術と咽頭弁形成術の術後成績
3. 学会等名 第62回日本口腔外科学会総会・学術総会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 手塚征宏
2. 発表標題 音声可視化による口蓋裂術後患者への視覚的フィードバックシステム構築への試み
3. 学会等名 第40回日本口蓋裂学会総会・学術集会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 手塚征宏
2. 発表標題 VISUAL FEEDBACK SYSTEM FOR CLEFT PALATE PATIENTS USING A SPEECH VISUALIZATION SYSTEM
3. 学会等名 The 1st Velopharyngeal Dysfunction Symposium (国際学会)
4. 発表年 2016年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分担者	三浦 尚子  (Miura Naoko)  (50715331)	鹿児島大学・医歯学域附属病院・言語聴覚士   (17701)	

## 6. 研究組織（つづき）

	氏名 (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	坂田 聡  (Sakata Tadashi)  (80336205)	熊本大学・大学院先端科学研究部（工）・助教    (17401)	
研究分担者	上田 裕市  (Ueda Yuichi)  (00141961)	熊本大学・大学院先端科学研究部（工）・教授    (17401)	
研究分担者	中村 典史  (Nakamura Norifumi)  (60217875)	鹿児島大学・医歯学域歯学系・教授    (17701)	