

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年5月17日現在

機関番号：15501

研究種目：基盤研究(B)

研究期間：2009～2011

課題番号：21390537

研究課題名（和文） 4次元構音器官モデルの作成と口蓋裂言語への応用

研究課題名（英文） Production of a model of 4-dimensional articulatory organ and its application to cleft palate speech

研究代表者

三島 克章 (MISHIMA KATSUAKI)

山口大学・大学院医学系研究科・准教授

研究者番号：60304317

研究成果の概要（和文）：立体内視鏡にパターン照射を併用することにより、鼻咽腔の距離画像を作成することが可能となった。パターン照射系の先端に径 2mm のレンズを置くことにより 15mm の至近距離にパターンを結像でき、また 30mm 以上の結像深度を得ることができた。精度検証した結果、本システムにより作成された距離画像は 0.4% の標準誤差を有していた。

研究成果の概要（英文）：Range images of the velopharynx were able to be produced from the images of 3-D Endoscope with pattern projection. Installation of lens of 2mm in diameter at the tip of the scope enabled us to produce a clear image at 15mm distance and to image the pattern with the depth over 30mm. As a result of verification of its accuracy, range images produced by this system had a standard error of 0.4%.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	7,900,000	2,370,000	10,270,000
2010年度	3,900,000	1,170,000	5,070,000
2011年度	2,300,000	690,000	2,990,000
年度			
年度			
総計	14,100,000	4,230,000	18,330,000

研究分野：医歯薬学

科研費の分科・細目：歯学・外科系歯学

キーワード：立体内視鏡、パターン照射、アクティブステレオ法、口蓋裂、鼻咽腔閉鎖機能

1. 研究開始当初の背景

口蓋裂患者が正常な言語機能を獲得することは、社会復帰や QOL の点で重要な課題である。口蓋裂一次手術とその後のリハビリにより正常な鼻咽腔閉鎖機能を獲得することが最初の大きな関門であるが、これだけではなく、浅く狭い口蓋形状、口唇裂術後の口唇閉鎖不全、そして歯の欠損や反対咬合などが関連すると考えられている種々の構音異常を改善して正常な構音機能を獲得すること

がその後の目標となる。この一連の口蓋裂言語治療の臨床において、患者の言語機能を診断し、治療方針を立案し、そしてその治療結果を評価する方法は現在まで十分ではなかった。主として、言語聴覚士が患者の音声を聞いて鼻咽腔閉鎖機能や構音機能を評価する、いわゆる聴覚法が用いられているのが現状である。すなわち、口蓋裂言語臨床における問題点として、鼻咽腔運動を解析する適切な方法がなかったため、鼻咽腔閉鎖運動の様

相が十分には解明されていないということ、また種々の構音異常の病態とその原因が形態と機能の関連性において十分に解明されていないことである。

2. 研究の目的

鼻咽腔運動を的確に解析することができ、また種々の構音異常の病態を解明することができる、鼻咽腔運動の正確なシミュレーションを実現できる「4次元構音器官モデル」を作成し、そして、それを用いて定量的、かつ客観的に鼻咽腔運動を解析できる方法を開発することを目的とした。

3. 研究の方法

立体内視鏡（新興光器社製；先端に超小型 CCD カメラを組み込んだφ5.4mm、2本の硬性鏡を含む内視鏡；図1）を用いて得られる視差を有する左右の動画像をもとにモデルの作成に取り組んだ。

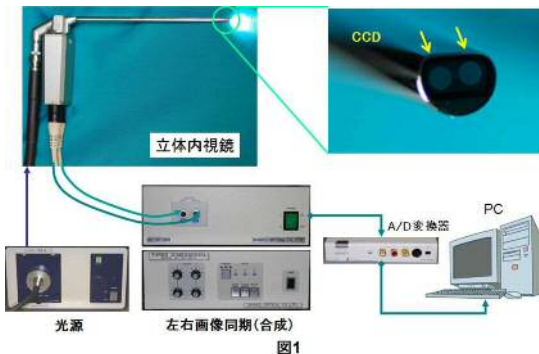


図1

(1) polynomial surface を用いたモデルの作成

内視鏡特有の画像の歪みと画像中心のずれを Tsai アルゴリズムにて補正を行った。

左右のカメラの同期は、新興光器社製の 3D 制御器を用いた。このため得られる画像は、走査線の odd/even で左右の画像が合成されているため、一旦左右の画像を分離した上で、その間はインターレース補間を行った。この左右の動画像に対して、polynomial surface を用いてステレオマッチングを行うことにより曲面データを求めた。画像上で指定する 5 点を polynomial surface の多項式に代入し、左右画像内のサンプリング領域それぞれで同じ位置にある点の輝度の差を評価関数

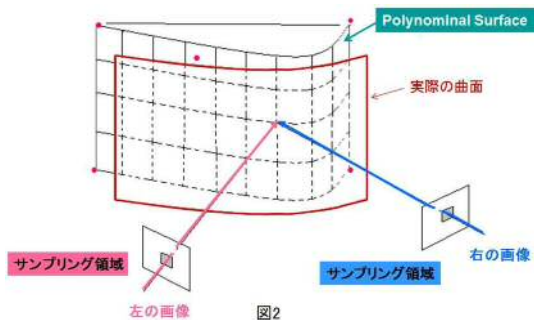


図2

とし、その総和が最小となる polynomial surface の係数を求めた。これにより表される polynomial surface が、最も実曲面に近い関数として表現されることになる(図2)。

以上の方法により作成されたモデルの精度を検証した。

(2) パターン照射併用による距離画像作成法の確立

下記 4. (1) に示す如く、polynomial surface を用いたモデル作成法では、対象物を安定して精度良く計測することが困難であった。この問題を解決するために、パターンを利用するアクティブ・ステレオ法によるアプローチをとった。

計測対象となる軟口蓋や咽頭の動きは早く大きいのが特徴で、特に軟口蓋の動きが大きく、成人で 3cm 前後の動きが予測される。従って、照射するパターンの結像深度は最低 3cm 必要であり、また至近距離にて焦点が合う必要がある。これをクリアするために先端にレンズ径の小さな投影レンズを設置し、パターンそのものは先端から離れた部分に大きなサイズへ交換可能な状態で設置した。その間はファイバーにて連結した(図3)。

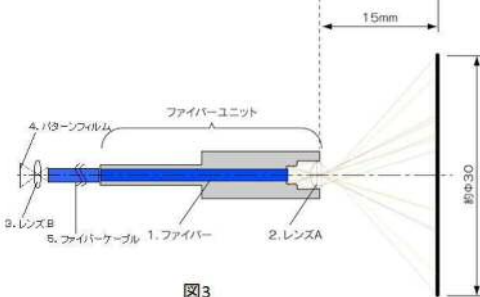


図3

パターン照射併用による距離画像作成フローを図4に示す。取り込みからインターレース補間、そして歪み補正までは前述のアプローチと共通である。

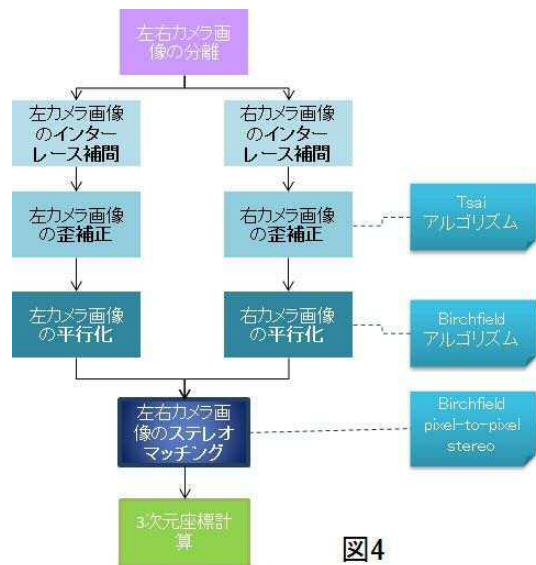


図4

上記の方法により作成された鼻咽腔の距離画像に対して、鼻咽腔の模型を用いて精度検証を行った。

4. 研究成果

(1) polynomial surface を用いて作成したモデル

図5に示す曲面データを作成することができた。この方法により作成されるデータは範囲が狭く、本研究で目的とする対象領域を十分にカバーすることができないことが分かった。また、曲面データを作成できないこと

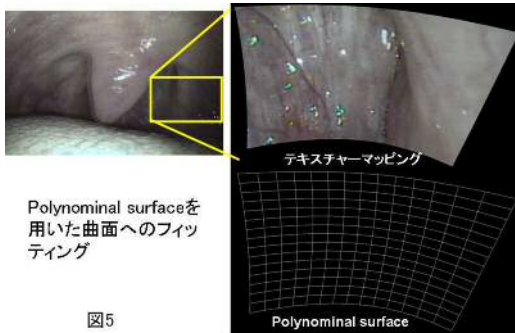


図5

もあり、表面の唾液によるテカリや特徴の少ない粘膜表面であることから生じる画像の対応付けのエラー等が原因と考えられた。

作成されたモデルの精度は、10%程度の標準誤差であった。

(2) パターン照射併用により作成された距離画像

パターン照射を併用することにより、安定して距離画像を作成することが可能となった。ヒトの軟口蓋から作成した距離画像を図6に示す。

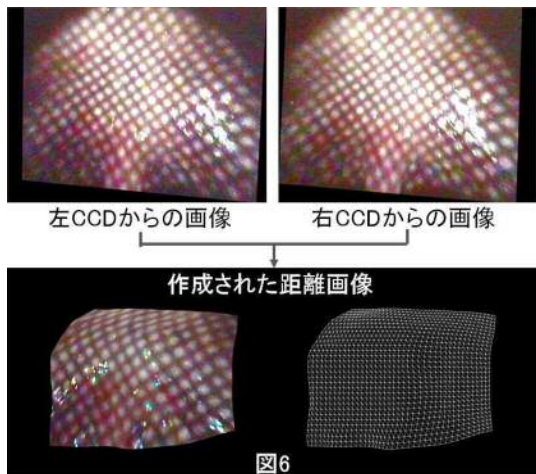


図6

表1. 模型を10回繰り返し作成した距離画像から既知の距離(5mm間隔)を計算した結果

最小値	最大値	平均値	標準誤差	標準偏差
4.90	5.12	5.0033	0.0224	0.0709

図6に示す如くほぼ軟口蓋を十分にカバーできる範囲において距離画像を作成することができた。

模型を用いて精度を検証した結果、表1に示す如く高精度に、かつ再現性高く距離画像を作成することが可能となった。

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)

[雑誌論文] (計19件)

- ① Mishima K.、他5名、1番目、Voice characteristics before versus after mandibular setback surgery in patients with mandibular prognathism using nonlinear dynamics and conventional acoustic analyses、J Cranio-Maxillofac Surg、査読有、2012、in press
- ② Mishima K.、他7名、2番目、Orthognatic surgery in an acromegalic patient with obstructive sleep apnea syndrome、Sleep Breath、査読有、2012、in press
- ③ Mishima K.、他8名、2番目、A new method for determining the optimal CT threshold for extracting the upper airway、Dentomaxillofac Radiol、査読有、2012、in press
- ④ Mishima K.、他9名、2番目、Efficacy of the Silensor for treating obstructive sleep apnea syndrome、Oral Maxillofac Surg、査読有、2012、in press
- ⑤ Mishima K.、他5名、1番目、Nonlinear dynamic analysis of vowels in cleft palate children with or without hypernasality、Int J Otolaryngol、査読有、2012、article ID 739523、2012
- ⑥ Mishima K.、他5名、2番目、A Case report of Zimmermann-Laband syndrome、J Clin Pediatr Dent、査読有、36(3)、297-300、2012
- ⑦ Mishima K.、他4名、1番目、Lyapunov

- exponents for Japanese vowels in normal adult and cleft palate speakers, *Folia Phoniatr Logop*, 査読有、63(3)、129-133、2011
- ⑧ Mishima K.、他 3 名、1 番目、Analysis of lip motion using principal component analyses, *J Cranio-Maxillofac Surg*, 査読有、39(4)、232-236、2011
- ⑨ Mishima K.、他 3 名、3 番目、3-Dimensional cone-beam computed tomography analysis of transverse changes with Schwarz appliances on both jaws, *Angle Orthod*, 査読有、81(4)、670-677、2011
- ⑩ 三島克章、他 5 名、4 番目、呼吸障害と嚙下障害をきたした軟口蓋多形腺腫の 1 例、*日口外誌*、査読有、57(6)、345-349、2011
- ⑪ 三島克章、他 5 名、5 番目、Surface-Based Registration を利用した 3 次元 Cone-Beam Computed Tomography Images の重ねあわせとその応用例 (2)、*矯正臨床ジャーナル*、査読有、27(6)、99-107、2011
- ⑫ Yamada T.、Mishima K.、他 6 名、3 番目、Effect of 2, 3, 7, 8-tetrachloro-dibenzo-p-dioxin suggests abnormal palate development after palatal fusion, *Congenit Anom (Kyoto)*、査読有、50(2)、77-84、2010
- ⑬ Yamada T.、Mishima K.、他 5 名、2 番目、A case of ATLL (adult T-cell leukemia/lymphoma) mimicking dental infectious disease, *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*、査読有、109(6)、e51-5、2010
- ⑭ Yamada T.、Mishima K.、他 5 名、2 番目、Nasolabial morphological changes after a Le Fort I osteotomy: a three-dimensional anthropometric study, *J Craniofac Surg*、査読有、21(4)、1089-1095、2010
- ⑮ Moritani N.、Mishima K.、他 6 名、7 番目、Atypical lipomatous tumor of the tongue: report of a case, *Acta Med Okayama*、査読有、64(4)、257-261、2010
- ⑯ Mishima K.、他 3 名、3 番目、Using superimposition of 3-dimensional cone-beam computed tomography images in growing patients, *J Clin Pediatr Dent*、査読有、34(4)、361-367、2010
- ⑰ Mishima K.、他 6 名、8 番目、Preliminary cone-beam computed tomography study evaluating dental and skeletal changes after treatment with a mandibular Schwarz appliance, *Am J Orthod Dentofacial Orthop*、査読有、138(3)、262e1-11、2010
- ⑱ 山田朋弘、森谷徳文、三島克章、松村達志、池田篤司、菅原利夫、下顎骨病的骨折を契機に診断し得た多発性骨髄腫の 1 例、*日口外誌*、査読有、56(2)、65-69、2010
- ⑲ 三島克章、他 5 名、4 番目、ビスフォスフォネート系薬剤による下顎骨壊死に区域切除を行った 1 例、*口科誌*、査読有、59(1)、36-40、2010
- [学会発表] (計 28 件)
- ① Nakano H.、Mishima K.、et al.、Relationship between airway volume and sleep-disordered breathing、*Worldsleep2011*、2011/10/17、Kyoto(京都国際会館)
- ② Matsushita A.、Mishima K.、et al.、Effects of orthognathic surgery on airway and sleep disordered breathing、*Worldsleep2011*、2011/10/17、Kyoto(京

- 都国際会館)
- ③ Suga H.、Nakano H., et al.、Differences between a rigid oral appliance and a semi-rigid appliance for the treatment of obstructive sleep apnea syndrome、Worldsleep2011、2011/10/17、Kyoto(京都国際会館)
- ④ Matsumura M.、Mishima K.、et al.、Effects of the Silensor treatment for the obstructive sleep apnea syndrome cases、Worldsleep2011、2011/10/17、Kyoto(京都国際会館)
- ⑤ 三島克章、他、下顎前突症患者における顎矯正手術前後の音声・言語の特徴、第 21 回日本顎変形症学会総会、2011/6/16、東京(学術総合センター)
- ⑥ 梅田浩嗣、三島克章、他、動画距離画像を用いた顎変形症治療におけるスマイルの解析法の開発、第 21 回日本顎変形症学会総会、2011/6/16、東京(学術総合センター)
- ⑦ 三島克章、われわれの口唇口蓋裂一貫治療ー口腔諸機能の回復を目指してー、平成 23 年度山口産科婦人科学会総会、2011/6/5、山口(山口県医師会館)
- ⑧ 三島克章、他、口蓋裂患者の発話母音に対する非線形力学解析の応用 第 1 報：健康者と口蓋裂患者の比較、第 35 回日本口蓋裂学会総会、2011/5/26、新潟(朱鷺メッセ)
- ⑨ 松下明日香、三島克章、他、口蓋裂患者の発話母音に対する非線形力学解析の応用 第 2 報：開鼻声の有無での比較、第 35 回日本口蓋裂学会総会、2011/5/26、新潟(朱鷺メッセ)
- ⑩ 三島克章、他、当科における口唇・口蓋裂一貫治療の取り組みー口腔諸機能と顎顔面形態の回復を主眼としてー、第 53 回山口形成外科研究会、2011/2/3、山口(山口大学霜仁会館)
- ⑪ 三島克章、顔と口の形と機能、第 59 回岡山大学第一口腔外科同門会総会、2010/10/30、岡山(ホテルグランビア岡山)
- ⑫ 平田あずみ、他、Homeobox family HOXC 遺伝子は口蓋形成に関与する、第 55 回日本口腔外科学会総会、2010/10/16、千葉(幕張メッセ)
- ⑬ 井村英人、他、口唇口蓋裂に関する実験的研究-第 124 報-器官培養による口蓋突起癒合時の観察、第 55 回日本口腔外科学会総会、2010/10/16、千葉(幕張メッセ)
- ⑭ 松村達志、三島克章、山田朋弘、他、顎骨後方移動術が舌骨の位置と睡眠呼吸状態に及ぼす影響、第 55 回日本口腔外科学会総会、2010/10/16、千葉(幕張メッセ)
- ⑮ 米満幸司、他、下顎骨中心性神経鞘腫の 1 例、第 55 回日本口腔外科学会総会、2010/10/16、千葉(幕張メッセ)
- ⑯ 三島克章、顎顔面の形状計測と運動機能解析法の開発と臨床応用、第 64 回日本口腔科学会総会、2010/6/25、札幌(札幌プリンスホテル)
- ⑰ 池谷陽子、三島克章、他、5 歳男児に発生した歯牙腫を伴う石灰化嚢胞性歯原性腫瘍の 1 例、第 64 回日本口腔科学会総会、2010/6/25、札幌(札幌プリンスホテル)
- ⑱ 森谷徳文、山田朋弘、他、まれな病態を呈した静止性骨空洞、第 64 回日本口腔科学会総会、2010/6/25、札幌(札幌プリンスホテル)
- ⑲ 合田裕、三島克章、他、顎裂部骨移植後インプラント植立にて咬合形成した症例の臨床評価、第 64 回日本口腔科学会総

- 会、2010/6/25、札幌(札幌プリンスホテル)
- ⑳ 松村達志、三島克章、他、歯科インプラントの上顎洞迷入後に嗅覚障害を来した一例、第 39 回日本口腔外科学会中・四国地方会、2010/5/22、徳島(永井記念ホール)
- ㉑ 池谷陽子、三島克章、他、岡山大学病院口腔外科再建系における口唇口蓋裂患者一次症例の臨床統計的観察 — 合併先天異常と症候群を中心に —、第 30 回岡山歯学会総会、2009/11/8、岡山(岡山大学歯学部)
- ㉒ 山田朋弘、三島克章、他、早発型大理石骨病に併発した難治性下顎骨骨髓炎の 1 例、第 54 回日本口腔外科学会総会、2009/10/10、札幌(札幌コンベンションセンター)
- ㉓ 森谷徳文、他、舌に発生した atypical lipomatous tumor の 1 例、第 54 回日本口腔外科学会総会、2009/10/10、札幌(札幌コンベンションセンター)
- ㉔ 平田あずみ、山田朋弘、他、蓋の骨形成過程におけるヘパラン硫酸とヘパランナーゼの役割、第 54 回日本口腔外科学会総会、2009/10/10、札幌(札幌コンベンションセンター)
- ㉕ 松村達志、山田朋弘、他、下顎骨後方移動術が睡眠呼吸状態に及ぼす影響、第 54 回日本口腔外科学会総会、2009/10/9、札幌(札幌コンベンションセンター)
- ㉖ 山田朋弘、他、口腔扁平苔癬を伴った疣贅型黄色腫の 1 例、第 54 回日本口腔外科学会総会、2009/10/9、札幌(札幌コンベンションセンター)
- ㉗ 脇本真理、山田朋弘、他、軟口蓋に発生した巨大な多形腺腫の 1 例、第 54 回

日本口腔外科学会総会、2009/10/9、札幌(札幌コンベンションセンター)

- ㉘ 山田朋弘、三島克章、他、Le Fort I 型骨切り術前後の口唇外鼻形態の変化に関する 3 次元的解析、第 19 回日本顎変形症学会総会、2009/6/4、仙台(仙台国際センター)

[図書] (計 2 件)

- ① 三島克章、山田朋弘、菅原利夫 (日本口腔外科学会編集)、医歯薬出版、口腔外科専門医マニュアル「顎口腔領域の硬組織・軟組織に生じる良性腫瘍と嚢胞の手術」、2011、95-105
- ② 山田朋弘、三島克章、菅原利夫 (日本口腔外科学会編集)、医歯薬出版、口腔外科専門医マニュアル「消炎手術」、2011、72-94

6. 研究組織

(1) 研究代表者

三島 克章 (MISHMA KATSUAKI)
山口大学・大学院医学系研究科・准教授
研究者番号：60304317

(2) 研究分担者

山田 朋弘 (YAMADA TOMOHIRO)
高知大学・教育研究部医療学系・准教授
研究者番号：60335619

松村 達志 (MATSUMURA TATSUSHI)
岡山大学・医歯薬学総合研究科・助教
研究者番号：70432648

森谷 徳文 (MORITANI NORIFUMI)
岡山大学・医歯薬学総合研究科・助教
研究者番号：60467751