

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 29 年 6 月 7 日現在

機関番号：16401

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2015～2016

課題番号：15K15620

研究課題名(和文)4Dコンピューターグラフィクスによる嚥下メカニクスの可視化と嚥下障害治療への応用

研究課題名(英文)Visualization of swallowing mechanics by 4D-computer graphics and its application to treatment of dysphagia

研究代表者

兵頭 政光 (HYODO, Masamitsu)

高知大学・教育研究部医療学系臨床医学部門・教授

研究者番号：00181123

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,700,000円

研究成果の概要(和文)：健康者を対象として、下顎・舌・咽頭・喉頭などの嚥下器官の形態を多列検出器型CTにて撮影し、3D画像を作成した。そしてこれを基に、CGを作成することで咽頭や喉頭の嚥下時の動きを、4次元画像として可視化した。次に食塊を粒子の集合体として口腔から咽頭へ移送させることで、嚥下器官と食塊の動きを、任意の方向から観察することができた。

次に、高齢の誤嚥患者についてCG作成を行うと、健康者に比較して喉頭の位置が低位で、嚥下時の喉頭挙上不全、喉頭蓋の後屈不全、食塊の誤嚥を認めた。食塊を口腔から咽頭へ移送させると、誤嚥のタイミングや嚥下器官の運動と食塊の動きとのミスマッチを可視化することができた。

研究成果の概要(英文)：In this study, we created 3D images of swallowing organs including the mandible, tongue, pharynx, and larynx based on the data by multi-row detector type CT. Based on this, computer graphics (CG) was made to visualize movement of the pharynx and larynx during swallowing as a 4D image. Then, by transferring the bolus as an aggregate of particles from the oral cavity to the pharynx, we could observe the movements of the swallowing organ and the bolus from an arbitrary direction.

Next, we created CG on an elderly patient showing aspiration. The position of the larynx was lower than that of healthy subjects. And, laryngeal elevation during swallowing, epiglottic flexion disturbance, and aspiration of the bolus was confirmed. By transferring the bolus from the oral cavity to the pharynx, it was possible to visualize the timing of aspiration and the mismatch between the movements of the swallowing organs and the bolus.

研究分野：耳鼻咽喉科

キーワード：コンピューター・グラフィクス 4次元CG 嚥下運動の可視化 高解像度マノメトリー

## 1. 研究開始当初の背景

人口の高齢化が急速に進んでいる現在、嚥下障害は医療的にも社会的にも大きな問題となっている。嚥下障害は脳血管疾患、神経・筋疾患、外傷や器質的疾患、加齢などさまざまな疾患に起因し、さらに患者ごとに嚥下障害の病態、すなわち障害様式や重症度が大きく異なる。嚥下障害の病態評価には現在、嚥下内視鏡検査や嚥下造影検査が主に用いられている。申請者らもこれまでこれらの検査法により嚥下障害の病態評価に取り組んできた。

しかし、これらの検査にはある一定の方向からしか嚥下器官や食塊の動きを観察することができないという問題点があり、嚥下動態を詳細に観察するには限界もあった。近年、多列検出器 CT 装置を用いた 3D-CT 画像により、嚥下器官や食物の動きを任意の方向から視覚的に評価する方法( 稲本陽子 他: 映像情報 Medical 43:544-545,2011 )や、高速シネ MRI により嚥下器官の運動を 4 次元的に観察する方法( 道脇幸博 他: 日口外誌:54:309-315,2005 )が開発された。これらにより、嚥下運動を立体的に観察することができるようになった。しかし、これらの研究は健常者を対象としたものであること、実際の嚥下障害患者では嚥下器官の運動に再現性が乏しく、病態を適切に反映する画像所見を得ることが困難なこと、検査食の粘性などの性状の違いの影響を評価できないこと、などの問題点があった。このため、嚥下器官や食塊の動きを客観的かつ視覚的に評価できる新たな手法の開発が課題となっている。

## 2. 研究の目的

本研究では、下顎・舌・舌骨・咽頭・喉頭などの嚥下器官の形状と動きのヘリカル CT データをもとに、嚥下のメカニクスを 4 次元的に可視化するコンピューターグラフィクス (CG) を作成する。これにより嚥下器官の動き (期) と食塊の動き (相) のミスマッチを数値的に表し、誤嚥のメカニズムを理論的に解析する。その上で、嚥下障害患者の嚥下器官の形状や動きをどのように修正すれば、あるいは食塊の粘性や潤滑性をどのように調整すれば誤嚥を最も軽減できるかを数値シミュレーションで予測する。その結果を基に効率的な嚥下障害治療法の選択につなげる。

## 3. 研究の方法

まず、健常被験者を対象として CG 作成の方法および手順を確立する。

1) 呼吸 (非嚥下) 時の CT データの CG ソフトへの取り込みと実形状モデルの制作

安静時の頭頸部 CT (スライス厚 0.625mm)

を撮影し、得られた DICOM データを立体構築ソフト (Mimics、マテリアライズ社) にインポートする。Mimics 上で下顎骨、頸椎、舌、舌骨、軟口蓋、咽頭腔を描出、立体構築して汎用形式の一つである stl 形式で出力する。

次に、3D-CG ソフト (3ds Max、Autodesk 社) 上で stl 形式データを 3 次元空間に貼り付けて形態やポリゴンの修正を行う。

2) 嚥下の運動解析法と運動データの CG 上への取り込み

稲本らの方法 (Dysphagia 26:209-217,2011) に準じて多列検出器 CT により 5ml の液体造影剤嚥下時の口腔から頸部食道までを撮影する。このデータを上記と同様の方法にて 3ds Max に取り込んで、画像処理を行う。先に作成した非嚥下時の立体実形状モデルを CG ソフト上で位置補正後に対比し、これにより嚥下時の嚥下器官の運動を CG ソフト上で再現し、嚥下の立体 CG モデルを作成する。

3) MPS 法による食物の動きの解析

粒子法 (MPS 法) 解析ソフトウェア (Particleworks、プロメテックソフトウェア社) により嚥下時の食塊 (ここでは造影剤) の動きを多数の粒子の集合体として流体解析し、シミュレーションする。これにより、嚥下器官の運動と食塊の動きを CG 上で融合することで嚥下のメカニクスを、時間軸を加えて 4 次元的に可視化する。

4) 嚥下障害患者の 4D-CG 画像による誤嚥のメカニズム解析

嚥下障害患者を対象として、嚥下障害のメカニズムを理論解析する。対象患者としては嚥下反射が比較的保たれていて、嚥下運動も比較的再現性があると考えられる加齢による嚥下障害、一側性咽頭/声帯麻痺、Forestier 病などの嚥下器官以外の器質的疾患患者とする。

5) 嚥下障害治療のシミュレーション

嚥下器官の形態や運動、食塊の性状などを变化させることで誤嚥の程度がどのように変化するかをシミュレーションする。例えば、一側咽頭麻痺や声帯麻痺の患者に対して、食物の粘性や潤滑性、一回嚥下量などを变化させることでもっとも誤嚥が少なくなる条件を設定する。

## 4. 研究成果

嚥下障害の病態解明や治療法開発につなげることを目的として、まず健常者を対象として、下顎・舌・咽頭・喉頭などの嚥下器官の形態を多列検出器型 CT にて撮影し、3D 画像を作成した。そしてこれを基にして、CG を作成することで咽頭や喉頭の嚥下時の動きを、時間軸を加えた 4 次元画像として可視化した。

次に食塊を粒子の集合体として口腔から

咽頭へ移送させることで、嚥下器官の動きと食塊の動きを、任意の方向から4次元的に観察することができた(図1、2)。

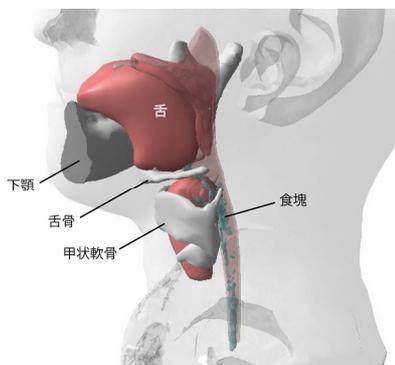


図1 健常者のCG画像(側面像)



図2 健常者のCG画像(後方より観察)

次に、高齢の誤嚥患者について同様にCG作成を行うと、健常者に比較して喉頭の位置が低位で、嚥下時の喉頭挙上不全、喉頭蓋の後屈不全、食塊の誤嚥を認めることができた(図3)。

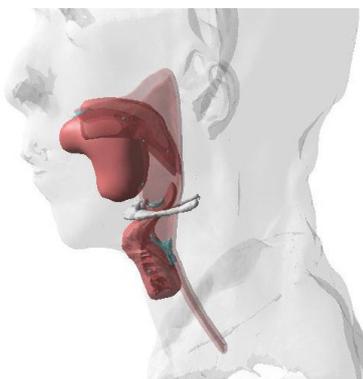


図3 高齢者の嚥下CG画像(側面像)

食塊を口腔から咽頭へ移送させると気管内への流入が確認され、誤嚥のタイミングや嚥下器官の運動と食塊の動きとのミスマッチを可視化することができた。そこで、本例に対して、喉頭の位置を2cm上昇させてシミュレーションを行うと誤嚥を約80%軽減させることができた。このことは、嚥下リハビリテーションや外科的治療(喉頭挙上術)の有効性を示唆しており、その効果を予測する

ことができることになる。

一方、嚥下器官の動的機能を高解像度マノメトリー(HRM)を用いて、軟口蓋から食道までの嚥下圧を同時測定した(図4)。そのデータを基に嚥下時の軟口蓋、舌根部、下咽頭、食道入口部、頸部食道に至る嚥下器官の経時的な圧変化を定量的に解析した。特に食道入口部の圧変化パターンは上部食道括約筋の動的機能を反映している。この結果とCGによる4次元画像のデータを対比させることで、CGデータの妥当性を検証するとともに、嚥下圧データと相違する点については、CG作成のプロトコルの修正を行っている。

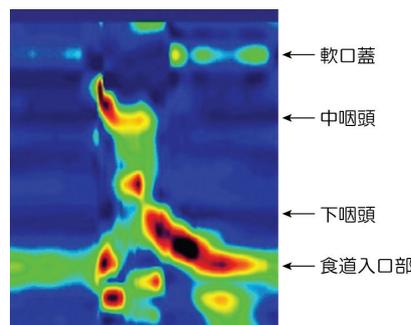


図4 高解像度マノメトリー所見

以上の結果を基にして、嚥下障害の客観的な病態評価および治療法選択と治療効果の予測につなげることを目指している。

#### 5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計 14件)

- 1) 三瀬和代, 白馬伸洋, 兵頭政光: 抗加齢ドックからみた嚥下障害のリスク因子. 嚥下医学 6:22-28, 2017 査読有
- 2) Kikuchi T, Michiwaki Y, Koshizuka S, et al. Numerical simulation of interaction between organs and food bolus during swallowing and aspiration. Computers in Biology and Medicine 80:114-123, 2017 DOI:10.1016/j.combiomed.2016.11.017 査読有
- 3) Sakamoto T, Horiuchi A, Hyodo M, et al: Determination of the cut-off score of an endoscopic scoring method to predict whether elderly patients with dysphagia can eat pureed diets. World J Gastrointest Endosc 8:6,288-294, 2016 DOI: 10.4253/wjge.v8.i6.288. 査読有
- 4) Hirata A, Funato H, Hyodo M, et al: Ginger Orally Disintegrating Tablets to Improve Swallowing in Older People. Biol Pharm Bull 39:7,1107-1111, 2016 DOI: 10.1248/bpb.b15-01045. 査読有
- 5) 兵頭政光: 嚥下障害の外科的アプローチ - 嚥下機能改善手術 -. 耳鼻咽喉科・頭頸部外科 88:4,300-303, 2016 http://dx.doi.org/10.11477/mf.1411200866 査読無
- 6) 長尾明日香, 田中加緒里, 弘瀬かほり, 小森正博, 兵頭政光: 嚥下機能改善手術症例

- の臨床的検討.日本気管食道科学会会報 67:6,398-405, 2016 <http://doi.org/10.2468/jbes.67.398> 査読有
- 7) 兵頭政光:高齢者の摂食嚥下機能と特殊性.MB ENT 196:1-4, 2016 査読無
  - 8) 中平真矢,兵頭政光:症例 私の治療方針「羞明,眼瞼下垂および球症状を呈した75歳女性例」言語聴覚士の立場から.嚥下医学 5:1,17-18, 2016 査読無
  - 9) 兵頭政光:耳鼻咽喉科疾患の最新画像診断 - 咽頭・喉頭・食道疾患 -.日本耳鼻咽喉科学会会報 118:9,1182-1185, 2015 <http://doi.org/10.3950/jibiinkoka.118.1182> 査読無
  - 10) Abe N, Hirata A, Hyodo M, Miyamura M, et al:Swallowing function improvement effect of ginger (Zingiber officinale).Food Sci Technol Res 21:5,705-714, 2015 <http://doi.org/10.3136/fstr.21.705> 査読有
  - 11)兵頭政光:超細径・軽量経鼻内視鏡は嚥下機能検査に有用か.日本医事新報 4767:34-40, 2015 査読無
  - 12)兵頭政光:経口摂取判断のための嚥下機能検査.MB ENT 179:138-142, 2015 査読無
  - 13)兵頭政光:咀嚼と嚥下のメカニズム.日本医師会雑誌 144:3,473-476, 2015 査読無
  - 14) Kikuchi T, Michiwaki Y, Koshizuka S, et al: Human swallowing simulation based on videofluorography images using Hamiltonian MPS method. Computational Particle Mechanics: Volume 2, Issue 3 pp 247-260, 2015 DOI:10.1007/s40571-015-1149-4 査読無
- [学会発表](計 47 件)
- 1) 兵頭政光:嚥下障害の病態評価と治療 - 耳鼻咽喉科の立場から -.第48回高知県リハビリテーション研究大会.総合あんしんセンター(高知県高知市),2017.3.12
  - 2) Michiwaki Y, Kikuchi T, Kamiya T, et al: Four Dimensional Simulation Movies Clarify Swallowing Biomechanics of Epiglottic Rotation and Esophageal Opening. Annual Meeting, Dysphagia Research Society, Portland, Oregon, USA, March, 2-4, 2017
  - 3) Michiwaki Y, Kikuchi T, Kamiya T, et al: Swallowing Simulation revealed that high resolution manometry estimated total value of forces originated from organ contact, bolus contact and bolus flow. Annual Meeting, Dysphagia Research Society, Portland, Oregon, USA, March 2-4, 2017
  - 4) 道脇幸博, 菊地貴博, 兵頭政光,他:4次元嚥下シミュレータの障害モデル作成による嚥下中の喉頭蓋反転と食道入口部開大のバイオメカニクス解明.第40回日本嚥下医学会総会並びに学術講演会.学術総合センター(東京都千代田区),2017.2.24-25
  - 5) 道脇幸博, 菊地貴博, 兵頭政光,他:高精度マノメトリー(HRM)が算出する圧は何か? - 4次元嚥下シミュレータ Swallow Vision®による検討 -.第40回日本嚥下医学会総会並びに学術講演会.学術総合センター(東京都千代田区),2017.2.24-25
  - 6) 兵頭政光, 長尾明日香, 道脇幸博:4D-CGによる嚥下運動の可視化.平成28年度第2回(通算第9回)高知大学&高知工科大学医工連携交流会.高知工科大学香美キャンパス(高知県香美市),2017.2.13.
  - 7) 道脇幸博, 菊地貴博, 神谷哲, 他:嚥下の数値シミュレータ“Swallow Vision®”による生体挙動の可視化.第29回バイオエンジニアリング講演会.ウイック愛知(愛知県名古屋市),2017.1.19-20
  - 8) 菊地貴博, 道脇幸博, 越塚誠一, 他:流体-構造連成解析による喉頭挙上と誤嚥量の関係の検討.第29回バイオエンジニアリング講演会.ウイック愛知(愛知県名古屋市),2017.1.19-20
  - 9) 菊地貴博, 道脇幸博, 神谷哲, 他:流体-構造体連成や構造間摂食を含む嚥下シミュレーションと活用事例.第2回嚥下シミュレーション研究会 武蔵野赤十字病院(東京都武蔵野市),2016.11.12
  - 10) 長尾明日香, 中平真矢, 兵頭政光:術後経過から見た嚥下機能改善手術の適応と意義.第22回日本摂食嚥下リハビリテーション学会学術大会.朱鷺メッセ(新潟県新潟市),2016.9.23-24.
  - 11) 中平真矢, 室伏祐介, 長尾明日香, 永野靖典, 兵頭政光:嚥下障害患者における舌骨上筋群の筋力増強訓練に関する筋電図学的検討.第22回日本摂食嚥下リハビリテーション学会学術大会.朱鷺メッセ(新潟県新潟市),2016.9.23-24.
  - 12) 道脇幸博, 菊地貴博, 神谷哲, 他:嚥下のバイオメカニクス解明のための Swallow Vision®の活用—舌骨・甲状・輪状軟骨の機能解剖学の進化—.第22回日本摂食嚥下リハビリテーション学会学術大会.朱鷺メッセ(新潟県新潟市),2016.9.23-24
  - 13) 兵頭政光:口腔・咽頭・喉頭領域の画像診断.第29回日本口腔・咽頭科学会総会並びに学術講演会.松江テルサ(島根県松江市),2016.9.8-9
  - 14) 道脇幸博, 菊地貴博, 神谷哲, 他:嚥下の数値シミュレータ Swallow Vision®の臨床応用 - 体位と粘度による食塊流れの相違 -.Life 2016 日本機械学会.東北大学青葉山キャンパス(宮城県仙台市),2016.9.4-6
  - 15) Michiwaki Y, Kikuchi T, Kamiya T, et al: Development of Swallowing Simulator “Swallow Vision®” to Visualize Dynamic Biomechanics of the Oral, Pharyngeal, Laryngeal, Esophageal Complex and Bolus. 4th International Workshop on Biomechanical and Parametric Modeling of Human Anatomy. Vancouver, Canada, 2016. 8. 26-27
  - 16) Kikuchi T, Michiwaki Y, Koshizuka S, et

- al: Numerical simulation of interaction between of organs and food bolus: the effect of the laryngeal excursion. 4th International Workshop on Biomechanical and Parametric Modeling of Human Anatomy. Vancouver, Canada, 2016. 8. 26-27
- 17) Hyodo M, Hirose K, Nagao A: Simple and semi-quantitative system for flexible endoscopic evaluation of swallowing and its clinical significance. 30th World Congress of the International Association of Logopedics and Phoniatrics. Dublin, Ireland, 2016. 8.21-25.
  - 18) Kamiya T, Hanyu K, Michiwaki, et al: Estimation method of physical quantities on the organ surface during swallowing (Development of the measuring system of physical quantities on the inclined plate). The 12th World Congress on Computational Mechanics. Seoul, Korea, 2016.7.24-29
  - 19) Michiwaki Y, Kikuchi Y, Kamiya T, et al: Development of computational biomechanics of swallowing using Swallow Vision®. The 12th World Congress on Computational Mechanics. Seoul, Korea, 2016.7.24-29
  - 20) Kikuchi T, Michiwaki Y, Kamiya T, Seichi Koshizuka, et al: Swallowing examinations by computer simulation to understand the mechanisms of swallowing and aspiration. The 12th World Congress on Computational Mechanics. Seoul, Korea, 2016.7.24-29
  - 21) 兵頭政光: 嚥下障害の病態診断と治療-耳鼻咽喉科の立場から-第 25 回長野県胃ろう研究会. 松本市総合社会福祉センター (長野県松本市), 2016.7.10.
  - 22) Hanyu K, Kamiya T, Michiwaki Y, et al: Development of 3D swallowing simulator Swallow Vision® to visualize the changes of the physical values and the pathline of the food bolus flow during swallowing. 4th International Conference on Food Oral Processing Lausanne, Switzerland 2016. 7.3-6.
  - 23) 長尾明日香, 兵頭政光: 高解像度マノメトリーによる嚥下機能の客観的・定量的評価と治療への応用. 平成 28 年度第 1 回 (通算第 8 回) 高知工科大学 & 高知大学医工連帯交流会. 高知大学 (高知県南国市), 2016.6.21
  - 24) 兵頭政光: 嚥下障害の病態評価と治療 - 耳鼻咽喉科医の役割 - 第 55 回宮崎県耳鼻咽喉科懇話会. 宮崎観光ホテル (宮崎県宮崎市), 2016.3.10
  - 25) Kamiya T, Michiwaki Y, et al. "Development of research and educational tools for biomechanics of swallowing produced by the four-dimensional computer-simulator" Dysphagia Research Society Annual Meeting, Tucson, USA, 2016.2.27
  - 26) Michiwaki Y, et al. "Using a patient-specific 4D computer simulation to visualize the effects of posture change in the elimination of aspiration" Dysphagia Research Society Annual Meeting, Tucson, USA, 2016.2.27
  - 27) Hanyu K, Michiwaki Y, et al. "Visualization of aspirated food bolus by using 4D computer simulation" Dysphagia Research Society Annual Meeting, Tucson, USA, 2016.2.27
  - 28) Kikuchi T, Michiwaki Y, et al. "Computer Simulation Based on 320-Row Area Detector Computed Tomography to Elucidate Biomechanics of Swallowing" Dysphagia Research Society Annual Meeting, Tucson, USA, 2016.2.27
  - 29) Toyama Y, Michiwaki Y, et al. "Biomechanical differences between a healthy man and a patient with dysphagia were revealed with person-specific 4D computer simulation" Dysphagia Research Society Annual Meeting, Tucson, USA, 2016.2.27
  - 30) Michiwaki Y, et al. "Predicting the effects of surgery on UES dysfunction using a patient-specific 4D computer simulation" Dysphagia Research Society Annual Meeting, Tucson, USA, 2016.2.27
  - 31) 兵頭政光: 嚥下機能手術. 第 64 回愛知県耳鼻咽喉科手術手技懇話会. 名鉄ニューグランドホテル (愛知県名古屋), 2016.2.18.
  - 32) 長尾明日香, 兵頭政光: 高解像度マノメトリーによる嚥下機能の客観的・定量的評価と治療への応用. 高知大学医学部第 15 回 KMS Research Meeting. 高知大学医学部 (高知県南国市), 2016.2.17-18.
  - 33) 中平真矢, 室伏祐介, 兵頭政光, 他: 舌骨上筋群に対する筋力増強訓練における筋電図学的検討. 第 39 回日本嚥下医学会総会ならびに学術講演会. 大阪国際交流センター (大阪府大阪市), 2016.2.12-13.
  - 34) 道脇幸博: Swallow vision®による嚥下のコンピュータシミュレーションバイオメカニクス (Computational Biomechanics) の構築. 第 39 回日本嚥下医学会総会. 大阪国際交流センター (大阪府大阪市), 2016.2.12-13
  - 35) 長尾明日香, 弘瀬かほり, 兵頭政光, 他: 当科における嚥下機能改善手術症例の臨床的検討. 日本耳鼻咽喉科学会第 41 回四国四県地方部会連合学会. 愛媛県医師会館 (愛媛県松山市), 2015.12.6.
  - 36) Hyodo M, Nagao A, Hirose K; Simple and semi-quantitative scoring system for flexible endoscopic evaluation of swallowing and its clinical significance. 13th Japan-Taiwan Conference on Otolaryngology-Head and Neck Surgery. 一ツ橋大学 (東京都千代田区), 2015.12.3-4.
  - 37) 道脇幸博, 菊地貴博, 神谷 哲, 他: 誤嚥

- のメカニズムを解明するための数値シミュレータの開発. 第 36 回バイオメカニズム学術講演会. 信州大学繊維学部(長野県上田市), 2015.11.28-29
- 38) 兵頭政光: 診療ガイドラインからみた嚥下障害への対応. 第 45 回南大阪耳鼻咽喉科研究会. ホテル日航大阪(大阪府大阪市), 2015.11.14.
- 39) 高橋朝妃, 長尾明日香, 弘瀬かほり, 兵頭政光: 頭頸部手術後の摂食嚥下障害に対する摂食嚥下リハビリテーションの検討. 第 60 回日本音声言語医学会総会・学術講演会. 愛知県産業労働センター(愛知県名古屋市), 2015.10.15-16.
- 40) 西 浩平, 高橋朝妃, 兵頭政光, 他: 嚥下機能改善手術例における術後嚥下リハビリテーション. 第 60 回日本音声言語医学会総会・学術講演会. 愛知県産業労働センター(愛知県名古屋市), 2015.10.15-16.
- 41) 菊地貴博, 道脇幸博, 神谷哲, 他: 流体一構造連成解析による嚥下時の生体および食塊のシミュレーション. 第 28 回計算力学講演会. 横浜国立大学(神奈川県横浜市), 2015.10.10-12
- 42) 橋本卓弥, 村越温子, 道脇幸博, 他: 立体嚥下シミュレータ Swallow Vision® のための生体のモデル化. 3) 舌骨運動の逆運動力学解析. 第 21 回日本摂食嚥下リハビリテーション学会学術大会. 国立京都国際会館. グランドプリンスホテル京都(京都府京都市), 2015.9.11-12
- 43) 高井めぐみ, 神谷哲, 道脇幸博, 他: 立体嚥下シミュレータ Swallow Vision® による正常と異常の解析. 1) 正常嚥下モデルでの食塊粘度の経時変化. 第 21 回日本摂食嚥下リハビリテーション学会学術大会. 国立京都国際会館. グランドプリンスホテル京都(京都府京都市), 2015.9.11-12
- 44) 外山義雄, 神谷哲, 道脇幸博, 他: 立体嚥下シミュレータ Swallow Vision® による正常と異常の解析. 2) 食品物性の違いによる生体挙動比較. 21 回日本摂食嚥下リハビリテーション学会学術大会. 国立京都国際会館. グランドプリンスホテル京都(京都府京都市), 2015.9.11-12
- 45) 羽生圭吾, 外山義雄, 道脇幸博, 他: 立体嚥下シミュレータ Swallow Vision® による正常と異常の解析. 5) 誤嚥時の食塊の嚥下経路の可視化. 第 21 回日本摂食嚥下リハビリテーション学会学術大会. 国立京都国際会館. グランドプリンスホテル京都(京都府京都市) 2015.9.11-12
- 46) 道脇幸博, 菊地貴博, 神谷哲, 他: 立体嚥下シミュレータ Swallow Vision® による正常と異常の解析. 6 報: 手術効果の術前検討. 第 21 回日本摂食嚥下リハビリテーション学会学術大会. 国立京都国際会館. グランドプリンスホテル京都(京都府京都市), 2015.9.11-12
- 47) 山川泰幸, 弘瀬かほり, 兵頭政光: 嚥下障

害症例の経口摂取の判断における嚥下内視鏡検査スコア評価法の有用性. 第 28 回日本口腔・咽頭科学会総会ならびに学術講演会. ホテル阪神(大阪府大阪市), 2015.9.10-11.

〔図書〕(計 5 件)

- 1) 兵頭政光: 嚥下内視鏡検査と嚥下造影検査のエビデンスは? EBM 耳鼻咽喉科・頭頸部外科の治療, 688 (492-495), 2015 医学書院
- 2) 兵頭政光: 嚥下障害. 今日の診断指針 第 7 版. 2015, 2144 (226-227), 2015 医学書院
- 3) 兵頭政光: 第 8 章 摂食嚥下障害, 嚥下障害の手術. 口腔咽頭の臨床, 220 (132-135), 2015 医学書院
- 4) 兵頭政光: 嚥下障害. 耳鼻咽喉科・頭頸部外科 研修ノート, 672 (145-149), 2016 診断と治療社
- 5) 兵頭政光: 嚥下障害. 今日の治療指針 2017, 2096 (1503-1504) 医学書院

〔産業財産権〕

- 出願状況(計 0 件)  
なし  
取得状況(計 0 件)  
なし

〔その他〕

日本医師会インターネット生涯教育講座 e ラーニング「誤嚥」作成監修

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

兵頭 政光 (HYODO, Masamitsu) (高知大学・教育研究部医療学系臨床医学部門・教授)  
研究者番号: 00181123

### (2) 研究分担者

道脇 幸博 (MICHIWAKI, Yukihiro) (昭和大学・歯学部・兼任講師)  
研究者番号: 40157540

越塚 誠一 (KOSHIZUKA, Seiichi) (東京大学大学院工学系研究科(工学部)・教授)  
研究者番号: 80186668

### (3) 連携研究者

なし

### (4) 研究協力者

菊地 貴博 (KIKUCHI, Takahiro) (武蔵野赤十字病院)

弘瀬 かほり (HIROSE, Kahori) (高知大学教育研究部)

長尾 明日香 (NAGAO, Asuka) (高知大学教育研究部)

中平 真矢 (NAKAHIRA, Maya) (高知大学医学部附属病院リハビリテーション部)