

平成 30 年 5 月 31 日現在

機関番号：14401

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2015～2017

課題番号：15K15755

研究課題名(和文) 顔の三次元形態並びに粘弾性を用いて加齢の程度を判別する表情表出予測の数理モデル化

研究課題名(英文) Mathematical and computational modelling of the effects of facial aging using skin viscoelasticity and three-dimensional facial topography

研究代表者

高田 健治 (Takada, Kenji)

大阪大学・国際医工情報センター・招へい教授

研究者番号：50127247

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,800,000円

研究成果の概要(和文)：顔軟組織の経年変化を考慮した表情表出時の顔の3次元トポグラフィの定量評価手法を確立することで、加齢に伴う皮膚の運動力学的特性の変化を反映させたオーダーメイドの矯正歯科治療(顎顔面の形態と機能の改善)の実現が可能になる。そこで本研究の目的は(1)二つの年齢群(Young adult群, Elderly群)について、安静時と表情表出時の三次元顔面軟組織形態を記録することで、表情表出に伴う顔面軟組織の変化を解析する；(2)安静時の顔軟組織の粘弾性並びに保水量も計測することで、前記の計測変量と併せて、2群の識別に有効な要素(特徴変量)を明らかにすることにある。

研究成果の概要(英文)：In orthodontic treatments, developing a mathematical model to predict the effects of facial aging using skin viscoelasticity and three-dimensional facial topography leads to effective treatment planning that reflects facial aging. Thus, the present study aimed: (1) to analyze the three-dimensional facial soft-tissue topography and skin viscoelasticity at rest and during facial expressions in two age groups (young adult and elderly groups), (2) to clarify the vector elements (or mathematical expressions) that can effectively detect facial aging, and (3) to develop a mathematical model to predict the effects of facial aging using the aforementioned vector elements.

研究分野：歯科矯正学

キーワード：三次元 加齢 顔 粘弾性 数理モデル

### 1. 研究開始当初の背景

顔の表情は、社会生活において感情や思考の伝達を行う上で非言語コミュニケーションの手段として重要な役割(機能)を果たす。高齢者における安静時の顔面軟組織形態については、「しわ」や「たるみ」が生じ、また皮膚の弾性が低くなることが報告されている [1]。安静時の顔表面形態の加齢に伴う変化に加え、高齢者では表情筋の筋力の低下により表情表出(安静時と表情表出時の顔面形態の差分)が小さくなることが推測される。さらに、表情筋と皮膚の間の皮下組織の結合が疎になることで、表情筋の動きは皮膚表面に伝わりにくくなり、また皮膚の弾性が低くなることでも表情表出が小さくなると考えられる。しかし、これらの加齢に伴う顔面軟組織の表情表出の変化についてはこれまでに定量計測されておらず、その様相については不明な点が多い。我々はこれまでに、顔の形態を定量的に評価し数学的に評価する手法を開発し報告している。この手法は、専門家の知識に基づいて計測値(特徴変量)を抽出し、抽出された計測値を多変量として同時に扱うことを特徴としている。[3] 同手法を用いることで、専門家が注目する僅かな形態の差異を最大化した上で、口唇と鼻の形態を分類することに成功した。[2][3] さらに最近、我々は口唇口蓋裂を有する患者を対象として、同手法を三次元の顔画像に適用し、安静時の口唇部形態および鼻部形態を三次元的に計測し客観的に分類するシステムを開発した。[4][5] また、専門家の知識に基づいて特徴ベクトル表現を生成して、「自然な笑い」と「作り笑い」における表情の微妙な違いを識別する数理モデルの開発に成功した。[6] 以上の結果を踏まえ、加齢の程度を予測できる表情表出時の顔の3次元トポグラフィの定量評価手法(数理モデル)を構築することが可能であるという着想に至った。

[1] Sainthillier, J.M., Mac-Mary, S., Monnier, D., Mermet, P., Tarrit, C., Mudry, C., Humbert, P. (2012): Exploratory study of the typology of various grades of mature skin. *Skin Res Technol.* Oct 9.[2] Tanikawa, C., Kakiuchi, Y., Miyata, K., Yagi, M. and Takada, K. (2007): Knowledge-dependent pattern classification of human nasal profiles, *Angle Orthod.*, 77: 821-830.[3] Tanikawa, C., Nakamura, K., Yagi, M., and Takada, K. (2009): Lip Vermilion Profile Patterns and Corresponding Dentoskeletal Forms in Female Adults. *Angle Orthod.*, 79: 849-858.[4] Tanikawa, C., Takada, K. and Trotman, C-A. (2010): Objective 3D assessment of lip form in patients with repaired cleft lip, the *Cleft Palate-craniofacial Journal*, 47:611-622. ;[5] Tanikawa, C., Zere, E., Iida, C., Trotman, C.A.,

Takada, K. (2011): Three-dimensional facial soft tissue surface changes during smiling in patients with a unilateral repaired cleft lip/palate, *European Orthodontic Society (EOS)*, 19-23, Istanbul, Turkey, Jun. ;[6] Okamoto, H., Haraguchi, S. and Takada, K. (2010): Laterality of Asymmetry in Movements of the Corners of the Mouth during Voluntary Smile. *Angle Orthod.* 80(2):223-9.

### 2. 研究の目的

本研究では表情運動のうち笑顔表出を対象を絞り、ヒトの3次元顔データと皮膚の物理性状データを用いて、2群(Preadolescent群, Young adult群, Elderly群)の識別に有効な要素(特徴変量)を明らかにする。また、前記の特徴変量を用いて、笑顔表出を指標として加齢の程度を判別する数理モデルを構築する。

### 3. 研究の方法

本研究では表情を「安静時と表情表出時の顔面軟組織形態の差分」と定義する。Young adult群(n=50), Elderly群(n=50)の表情の差異を最大化するような、特徴変量  $v_n$  および重み係数  $w_n$  を決定し、それらを組み合わせた特徴ベクトル  $V$  を決定する。2群のそれぞれの被験者から、前記特徴ベクトル  $V$  を抽出し、システムにベクトル群  $\{V_1, V_2, \dots, V_{150}\}$  として蓄積する。新しい被験者の表情から抽出された特徴ベクトル入力  $V_{new}$  について、システムに蓄積されたベクトル群とのマッチングを行い、特徴ベクトル空間内で2群のどちらに近いかを類似度で計算することで、表情の加齢の程度を評価値として出力する。

### 4. 研究成果

- (1) 非接触型 3D デジタルカメラを用いた、顔軟組織形態の記録について得られた画像を用いて安静時および笑顔表出時の軟組織形態の変化を評価した。
- (2) 安静時の顔軟組織の粘弾性、水分量、水分蒸散量について Elder 群では、頬部、鼻下部、咬筋部において、弾性が低いことが明らかとなった(図1)。水分量については、すべての部位で有意の差を認めなかったものの、水分蒸散量については、眼窩下部において、Elder 群で大きいことが明らかとなった。

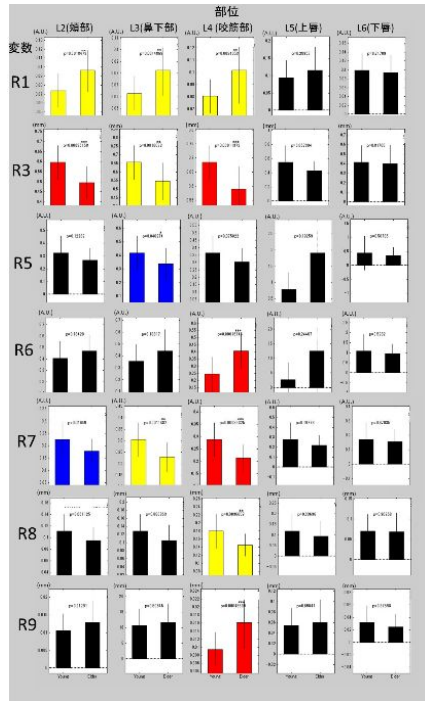


図1 皮膚の粘弾性を示す計測項目（左：Young adult群 右：Elderly群）学会発表10より引用

顔面皮膚の粘弾性，色彩，水分蒸散量，皮脂量について，Young 群と Elder 群の間で有意の差を認めた．これらの計測項目は顔の加齢変化を検討するための指標として有用であることが示唆された．今後，加齢の程度を予測できる表情表出時の顔の3次元トポグラフィの定量評価手法（数理モデル）の精度を発表する予定である．

#### 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 3 件)

1. Tanikawa C, Takada K: Test-retest reliability of smile tasks using three-dimensional facial topography, *Angle Orthod* (in press)
2. Takigawa Y, Tanikawa C, Yashiro K, Takada K: Improvement in three-dimensional facial configuration and jaw motion following surgical orthodontic treatment of a case with jaw deviation, *Orthod Waves*, 2017 (in press)
3. Kono K, Tanikawa C, Yanagita T, Kamioka H, Yamashiro T: A novel method to detect 3D mandibular changes related to soft-diet feeding, *Front. Physiol* 8: 567, 2017 (IF: 4.134)

〔学会発表〕(計 11 件)

1. 加藤弘樹，黒田嘉宏，谷川千尋，吉元俊

輔，大城 理，高田健治：皮膚性状の分布を考慮した表情表出シミュレーションを目的とした有限要素解析 第 16 回日本 VR 医学会学術大会，2016 年 9 月 3 日，神奈川

2. 築野喜和子，谷川千尋，岡本圭子，中村裕行，柏田紘明，高田定樹，高田健治：顔の皮膚および皮下組織の物理性状と血流動態の加齢による変化：方法論の検討 第 16 回 日本抗加齢医学会，2016 年 6 月 10，11，12 日，神奈川
3. 加藤弘樹，黒田嘉宏，谷川千尋，吉元俊輔，大城 理，高田健治：深度センサを用いた簡易な笑顔表出運動計測 第 40 回 日本口蓋裂学会総会・学術集会，2016 年 5 月 26，27 日，大阪
4. 谷川千尋，高田健治：片側性口唇裂を有する日本人患者の鼻の三次元的評価 第 40 回 日本口蓋裂学会総会・学術集会，2016 年 5 月 26，27 日，大阪
5. Lee Donghoon，谷川千尋，高田健治，古郷幹彦，山城 隆：片側性口唇裂を有する日本人男性患者における安静時および笑顔表出時の顔面軟組織形態の三次元的評価 第 40 回 日本口蓋裂学会総会学術集会，2016 年 5 月 26，27 日，大阪
6. Tanikawa C, Takada K. Reproducibility of the changes in facial topography associated with smiling and viscoelasticity of the face. IADR/APR General Session & Exhibition, Seoul, Republic of Korea. 22-25 June, 2016
7. Tanikawa C, Takada K, Kakuno E, Kanomi R. How do incisor inclination changes following orthodontic treatment influence the 3D configuration of the face?, *Europ Orthod Soc Meeting*, Stockholm, Sweden, June, 2016.
8. 谷川千尋：3次元画像解析の基礎と矯正歯科治療への応用（サテライトセミナー） 第 76 回日本矯正歯科学会学術大会 2017 年 10 月 18，19，20 日 北海道（招待講演）
9. 岡本圭子，谷川千尋，中村裕行，高田定樹，高田健治：咬筋および口唇に運動負荷を加えた場合の血流動態の変化 第 76 回日本矯正歯科学会学術大会 2017 年 10 月 18，19，20 日 北海道
10. 谷川千尋，岡本圭子，中村裕行，高田定樹，高田健治：異なる年齢群における顔面皮膚の粘弾性・色彩の違いについて 第 76 回日本矯正歯科学会学術大会 2017 年 10 月 18，19，20 日 北海道
11. 谷川千尋，岡本圭子，築野喜和子，中村裕行，柏田紘明，高田定樹，黒田嘉宏，大城理，和田成生，高田健治：顔面皮膚の粘弾性・色彩・水分量の加齢変化 第 22 回日本顔学会大会，2017 年 9 月 9 日～10 日，兵庫

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

○出願状況（計 0 件）

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
出願年月日：  
国内外の別：

○取得状況（計 0 件）

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
取得年月日：  
国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等

6. 研究組織

(1)研究代表者

高田 健治 (TAKADA, Kenji)  
大阪大学・国際医工情報センター・招へい  
教授  
研究者番号：50127247

(2)研究分担者

谷川 千尋 (TANIKAWA, Chihiro)  
大阪大学・歯学部附属病院・講師  
研究者番号：70423142

(3)連携研究者

( )

研究者番号：

(4)研究協力者