

平成23年5月28日現在

機関番号：32650

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2008年～2010年

課題番号：20592108

研究課題名（和文）：ビデオ画像の3次元的表情解析による顔表情運動障害の  
診断・治療支援システムの開発研究課題名（英文）：Development of an assisting system for diagnosis, treatment and  
surgical planning of disorder of facial movement utilizing computerized three  
dimensional analysis of facial expression based on video images

研究代表者

田中 一郎（TANAKA ICHIRO）

東京歯科大学・歯学部・准教授

研究者番号：10171737

研究成果の概要（和文）：

顔面神経麻痺などを原因とした顔表情運動障害に対し、麻痺診断、治療方針や形成再建治療などの手術計画の決定、治療経過や術後評価などの支援などを目的として、「ビデオ画像からのコンピュータ解析による3次元的表情解析に基づく顔表情運動障害の診断・治療並びに手術計画支援システム」を構築して、この支援システムを臨床に応用し、システムの有効性の検証と改良を行ない、さらには標準的な評価システムとして国内外への普及を行なった。

研究成果の概要（英文）：

We developed an assisting system for diagnosis, treatment and surgical planning of disorder of facial movement utilizing computerized three dimensional quantitative analysis of facial expression by optical flow on image sequences with a digital video camera. Clinical application of the system was performed for diagnosis of facial palsy, decision making of therapeutic and reconstructive surgical planning, assessment of clinical course after treatment, and evaluation of effectiveness after operations. Based on the clinical application we investigated usefulness of the system and improved the system. And we also tried to introduce and spread the system nationally and internationally as a standard assessment system for disorder of facial movement.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	1,700,000	510,000	2,210,000
2009年度	900,000	270,000	1,170,000
2010年度	900,000	270,000	1,170,000
年度			
年度			
総計	3,500,000	1,050,000	4,550,000

研究分野：医歯薬学（形成外科学）

科研費の分科・細目：外科系臨床医学・形成外科学

キーワード：顔面表情運動解析、診断・治療支援システム、コンピュータ解析、顔面神経麻痺  
オプティカルフロー、ビデオ撮影画像、定量的評価法、3次元的表情解析

## 1. 研究開始当初の背景

主に陳旧性顔面神経麻痺による顔表情運動障害や顔面変形に対して、形成外科手技を駆使して行なう静的・動的な再建手術は、形成外科が従来対象としてきた治療領域であるが、治療効果には多くの問題点を残してきた。しかし、最近この顔面神経麻痺治療に、端側吻合を利用した顔面神経再建などの新たな展開が起りつつあり、今後の治療の発展が期待されている。それと共にこれらの治療の評価法が、医療の標準化という観点からも重要な課題となっている。

顔表情運動障害の評価法としては、重症度を視診による点数評価で表すHB法、柳原法などの主観的評価法が現在広く用いられているが、検者による評価のばらつきや再現性に問題があり、かつ高得点が得られた患者でも患者の愁訴となる細かな表情運動に関しては評価されず、また形成再建外科治療における特定領域の微細な変化の評価には適していない点が問題であった。

我々はこれらの問題を解決するために、ビデオ撮影画像を基にしたコンピュータ利用による客観的評価法の開発を行なってきた。1999年よりオプティカルフロー（動画像中における運動物体の移動ベクトル）を使った顔面表情運動解析を始め、まずUNIXマシンの用いたシステム開発を行い、その後臨床の現場での容易使用と適用領域の拡大をはかるためWindowsベースの改良普及型を開発した。この臨床応用として、顔面神経麻痺患者の治療・形成再建手術例の術前・術後のデータを取得・解析し、治療・手術評価支援システムとしての本システムの有効性の検証や改良を行ない、また頭部の両側に設置した鏡への鏡像を同時に撮影して顔面側面の表情データを取得する3次元表情運動

解析法を開発し、撮影方法や解析ソフトの改良も行なっており、新たな3次元表情運動解析システムを完成させた。本研究では、この新システムを利用した臨床応用とシステムの検証・改良を行い、さらに臨床現場で簡便に使用できるより高精度、定量性、簡便操作性、即時性を有するシステムを開発していく。

## 2. 研究の目的

顔面神経麻痺などを原因とした顔表情運動障害に対し、麻痺診断、治療方針や形成再建治療などの手術計画の決定、治療経過や術後評価などの支援などを目的として、「ビデオ画像からのコンピュータ解析による3次元表情解析に基づく顔表情運動障害の診断・治療並びに手術計画支援システム」を構築して、この支援システムを臨床に応用し、システムの有効性の検証と改良を行ない、さらには標準的な評価システムとして国内外への普及を目指すことを目的とする。

### (1) 支援システムの構築と改良

①より高い精度と再現性を目指した撮影方法の改良：3次元撮影頭部固定装置や表情撮影法の検討・改良②解析ソフトの改良：システム表示法の改良（現行の日本語表示より全英語表示へ）、新解析ソフトの検証と改良③3次元表情運動解析の改良：開発した3次元表情運動解析のアルゴリズムのシステム実装、移動量測定のキャリブレーション機能の検証④撮影時の体動による測定誤差対策：解析ソフトでの体動移動量の処理⑤鏡利用以外の3次元撮影法の開発：複数台のビデオカメラによる3次元撮影法とその3次元表情運動解析のアルゴリズムの作成

(2) 支援システムの臨床応用と有効性の評価、それに基づいた改良

改良した新システム（新3次元撮影装置・頭部固定装置、ソフト改良版）を用いた顔面神

経麻痺および表情運動障害の重症度診断と治療、術後の評価、並びに手術計画支援を行なう。また、患者アンケートや顔面運動の機能的検討、筋電図検査、視診による他評価法と解析結果を比較・検討し、開発したシステムの精度・有効性につき評価する。それに基づいてシステム改良を行なう。

(3) システムの臨床応用領域の拡大

(4) 治療・手術支援システムの標準化と普及

### 3. 研究の方法

研究方法は、支援システムの構築（設計・試作・実装・システム実験）とシステムの運用・臨床応用・評価・普及の大きく2つに分けられる。

(1) 支援システムの構築（設計・試作・実装）とシステム実験

①より高い精度と再現性を目指した撮影方法の改良：改良作成した鏡利用の3次元撮影装置・頭部固定装置の試用・検証（鏡の位置・角度・サイズ、顔とビデオの距離などの再検討）を行い、さらに新固定装置を作成する。表情撮影法の検討・改良や被験者への撮影表情指導のビデオ作成を行なう。②システム実験と解析ソフトの改良：現行の日本語表示より全英語表示へシステム表示言語を改良する。改良版ソフトの健常者での試用・検証とこれに基づいた改良を行なう。③3次元表情運動解析の改良：開発した3次元表情運動解析のアルゴリズムのシステム実装を行なう。移動量測定のカリブレーション機能の検証を行なう。④撮影時の体動による測定誤差対策：解析ソフトでの体動移動量の処理法を検討する。⑤鏡利用以外の3次元撮影法の開発：複数台のビデオカメラによる3次元撮影法とその3次元表情運動解析のアルゴリズムの検討を行なう。

(2) 支援システムの運用・臨床応用・評価・

普及

改良したシステム（新3次元撮影装置・頭部固定装置、ソフト改良版）を用いて表情運動障害の重症度診断と治療・術後の評価、手術計画の支援を行い、またシステムの普及を行なう。

①術前・術後の患者データの取得および手術治療：顔面神経麻痺患者における再建手術やボツリヌストキシン治療の患者を対象とする。再建手術は、顔面神経麻痺の症状である眉毛下垂、兎眼、眼瞼下垂、鼻翼・口角下垂、などに対する各種の静的あるいは動的再建を行い、1患者に対して単独の手術のみならず、必要に応じて複数の手術術式を同時に行う。患者症例数の目標としては眉毛、眼瞼、口角に対する手術やボツリヌストキシン治療の患者を、年間各々10例とする。これらの患者を対象として、術前および術後（原則として1・3・6・9・12・18・24ヶ月後）に、形成外科外来にて各種表情運動のビデオ撮影を行う。撮影には新3次元撮影装置・頭部固定装置を利用して行う。②ビデオ撮影データのコンピュータによる解析：ビデオ撮影データを取り込んで、改良したシステムにより表情運動を解析する。③解析データの検討および臨床応用とシステムの改良：解析結果の臨床的意味付けおよびこれに基づいた手術・治療計画を検討する。また、患者アンケートや顔面運動の機能的検討（兎眼の程度、食事のもれ・会話などでの口唇機能）、および柳原法など他の評価法による評価と解析結果を比較・検討し、開発したシステムの有効性につき検討する。また、神経血管柄つき筋移植例については筋電図（誘発電位や干渉波形）検査を行い、筋電図検査による経過観察と比較・検討する。これらの結果に基づいたシステム改良を行なう。④システムの臨床応用領域の拡大：病的共同

運動（診断・経過観察・治療評価）、顔面神経麻痺のリハビリテーション（Feedback療法での試用や効果評価）、顔面痙攣（診断・治療評価）、美容外科手術（術後評価）などでの臨床応用を進める。皺などの解剖生理（皺と表情運動の関連につき、高齢者での撮影画像を検討）、表情の心理学的解析への応用を探る。⑤治療・手術支援システムの標準化と普及：解析ソフトの公開やインターネット配信法を検討し、システムの標準化と普及による社会還元を目指す。

#### 4. 研究成果

##### （1）治療・手術支援システムの改良とシステム実験

①より高い精度と再現性を目指した撮影方法の改良：作成した鏡利用の3次元撮影装置・頭部固定装置の検証を行い、また表情撮影法の検討として被験者への撮影表情指導のビデオ作成を進めた。②解析ソフトの改良：現行の日本語表示より全英語表示へのシステム表示法の改良と、表情解析を行なうエリア設定法をより実地的なものに変更し、その検証を行なった。解析ソフトのシステムを、デスクトップ型パソコンよりスペースを取らないノートパソコンに変更し、診療室での解析も可能とした。③開発した3次元表情運動解析のアルゴリズムのシステム実装を検討し、移動量測定のカリブレーション機能の検証を行なった④撮影時の体動による測定誤差対策として、解析ソフトでの体動移動量の処理法を検討した。⑤利用以外の3次元撮影法の開発として、3台のビデオカメラによる3次元撮影法と、その3次元表情運動解析のアルゴリズムの検討を行なった。⑥異なる手法でビデオ画像からのコンピュータ解析による表情解析を行なっているウイーン大のシステムと、実際の臨床使用に優れる我々のシステムとの統合につき検討した。

#### 2. 治療・手術支援システムの臨床応用と評価、改良、普及

顔面神経麻痺の保存治療や再建手術（神経移植などによる神経再建、筋移植などによる動的再建）、顔面神経麻痺による病的共同運動や眼瞼痙攣に対するやボツリヌストキシン治療の患者を対象として、治療や手術前後に各種表情運動のビデオ撮影を新3次元撮影装置・頭部固定装置を利用して計68名に行なった。これらのビデオ撮影データからシステムにより表情運動を解析し、解析結果の臨床的意味付けおよびこれに基づいた手術・治療計画を検討した。また、顔面運動の機能的検討（兎眼の程度、食事のもれ・会話などでの口唇機能）、および柳原法やHB法による評価と解析結果を比較・検討し、開発したシステムの有効性につき検討した。神経血管柄つき筋移植例については筋電図（誘発電位や干渉波形）検査を行い、筋電図波形から計算された運動量とシステム解析による運動量の比較検討を行なった。また、病的共同運動の診断・経過観察や顔面痙攣の診断・治療評価への臨床試用を行なった。中国での国際学会（西安）・大学訪問（上海）を利用し、中国へシステムを紹介してシステムの共同利用を検討した。

#### 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕（計9件）

1. 田中一郎、佐久間恒:Moebius症候群における両側顔面遊離筋移植術による言語機能の改善, Facial Nerve Research Jpn 2010:30:91-93, 査読有り
2. 田中一郎:形成外科—研究と診療の最前線—, 歯科学報, 2010:110(2):90-91, 査読無し
3. 田中一郎:顔面神経麻痺による眉毛下垂に対する整容的改善治療, Facial Nerve Research Jpn 2010:30:1-3, 査読有り
4. Ichiro Tanaka, Tsuyoshi Sakuma, Jyunpei Miyamoto, Shigeki Sakai,

- Mayuka Miura : Facial reanimation with free muscle transfer innervated by the Masseter motor nerve, J International Advanced Otolaryngology 5, 57-58, 2009, 査読無し
5. Ichiro Tanaka, Tsuyoshi Sakuma : Functional Facial Reanimation with Thin Serratus Anterior Muscle Subslips Transfer in Consideration of Different Force Vectors , J International Advanced Otolaryngology 5, 57, 2009, 査読無し
  6. 田中一郎、佐久間恒 : 咬筋神経を利用した遊離筋移植による笑いの表情再建、Facial Nerve Research Jpn 29, 111-113, 2009 , 査読有り
  7. 佐久間恒、田中一郎 : 陳旧性顔面神経麻痺に対する神経血管柄付き薄層前鋸筋移植 —より自然な笑いの再建—、Facial Nerve Research Jpn 29, 114-116, 2009 , 査読有り
  8. 田中一郎、佐久間恒、中島龍夫、南谷晴之 : 陳旧性顔面神経麻痺に対する各種治療法・術式の検討とビデオ画像からのコンピュータ解析による表情運動の定量的評価法、頭頸部癌 34(3) 280-286, 2008 , 査読有り
  9. 田中一郎、中島龍夫 : 麻痺性兔眼に対する耳介軟骨移植術による治療—耳甲介軟骨移植と対耳輪軟骨移植の比較—、Facial Nerve Research Jpn 28, 110-113, 2008, 査読有り
- [学会発表] (計20件)
1. 田中一郎、浅野和海、佐久間恒、宮本純平 : Moebius 症候群に対する両側顔面遊離筋移植術による言語機能改善の検討、第33回日本顔面神経研究会、2010年5月28日、福岡市
  2. Ichiro Tanaka, Tsuyoshi Sakuma : Improvement of speech function with free muscle transfer to the bilateral face in the patient with Moebius syndrome, 10th Korea-Japan Congress of Plastic and Reconstructive Surgery, 2010年6月18日、釜山 (韓国)
  3. 田中一郎、佐久間恒、中島龍夫 : 多方向ベクトルを考慮した、複数の筋移植による機能的口唇再建、第52回日本形成外科学会総会、パネルディスカッション、2009年4月22日、東京
  4. 田中一郎、佐久間恒、宮本純平、酒井成貴、三浦麻由佳 : 両側及び片側顔面神経麻痺における、咬筋神経を利用した遊離筋移植による笑いの表情再建、第52回日本形成外科学会総会、2009年4月22日、東京
  5. Ichiro Tanaka, Tsuyoshi Sakuma, Jyunpei Miyamoto, Shigeki Sakai, Mayuka Miura : Facial reanimation with free muscle transfer innervated by the Masseter motor nerve, 11<sup>th</sup> International Facial Nerve Symposium, Apr 28, 2009, Rome (Italy)
  6. Ichiro Tanaka, Tsuyoshi Sakuma : Functional Facial Reanimation with Thin Serratus Anterior Muscle Subslips Transfer in Consideration of Different Force Vectors , 11<sup>th</sup> International Facial Nerve Symposium, Apr 28, 2009, Rome (Italy)
  7. Ichiro Tanaka, Tsuyoshi Sakuma, Jyunpei Miyamoto , Shigeki Sakai, Mayuka Miura : Facial reanimation with free muscle transfer innervated by the Masseter motor nerve, 5<sup>th</sup> Congress of the World Society for Reconstructive Microsurgery - WSRM, June 25-27, 2007, Okinawa, Japan
  8. Ichiro Tanaka, Tsuyoshi Sakuma, Tatsuo Nakajima : Facial reanimation with multiple muscles transfer in consideration of different force vectors, 5<sup>th</sup> Congress of the World Society for Reconstructive Microsurgery - WSRM, June 25-27, 2007, Okinawa, Japan
  9. Tsuyoshi Sakuma, Ichiro Tanaka : Functional facial reanimation using multivector superficial subslips of the serratus anterior muscle flap, 5<sup>th</sup> Congress of the World Society for Reconstructive Microsurgery - WSRM, June 25-27, 2007, Okinawa, Japan

10. 田中一郎、佐久間恒、三浦麻由佳、今野恵理、越智ゆみ：口唇癌広範切除後の遊離広背筋皮弁による動的口唇再建術、第36日本マイクロサージャリー学会、2009年10月22日、徳島市
11. 田中一郎、佐久間恒、中島龍夫、南谷晴之：陳旧性顔面神経麻痺に対する各種治療法の検討、第32回日本頭頸部癌学会、シンポジウム、2008年6月11日、東京
12. Ichiro Tanaka, Haruyuki Minamitani, Tatsuo Nakajima : Diagnosis of facial nerve palsy using the facial motion diagnostic score calculated by the facial movement analyzing system, FEMAS-1、第16回日中形成外科学会、2008年9月6日、西安（中国）
13. Ichiro Tanaka, Haruyuki Minamitani, Tatsuo Nakajima : Three dimensional quantitative assessment of facial nerve palsy by using optical flow method and bilateral mirror system with immovable head position device、第16回日中形成外科学会、2008年9月6日、西安（中国）
14. 田中一郎、佐久間恒、宮本純平、酒井成貴、三浦麻由佳：三叉神経咬筋枝を運動神経として利用した、遊離筋移植による動的口唇再建術、第35日本マイクロサージャリー学会、2008年11月14日、新潟
15. 佐久間恒、田中一郎、酒井成貴、三浦麻由佳：薄層前鋸筋弁による機能的表情筋再建、第35日本マイクロサージャリー学会、2008年11月14日、新潟

〔図書〕（計2件）

- 1、田中一郎、佐久間恒：顔面神経麻痺の機能再建 薄層前鋸筋弁、全日本病院出版会、使える皮弁術一適応から挙上法まで 一 下巻、百束比古・中島龍夫 編、2010、140-149
- 2、田中一郎、佐久間恒：薄層前鋸筋移植術による顔面神経麻痺の機能的表情再建、中山書店、エキスパート形成再建外科手術 ひと目でわかる術式選択とテクニック、光嶋勲 編、2010、120-133

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

田中 一郎 (TANAKA ICHIRO)  
東京歯科大学・歯学部・准教授  
研究者番号：10171737

### (2) 研究分担者

南谷 晴之 (MINAMITANI HARUYUKI)  
千歳科学技術大学・総合光科学部・教授  
研究者番号：70051779

### (3) 連携研究者

中島 龍夫 (NAKAJIMA TATSUO)  
慶應義塾大学・医学部・名誉教授  
研究者番号：40095633  
小林 正弘 (KOBAYASHI MASAHIRO)  
慶應義塾大学・看護学部・教授  
研究者番号：30195812