

# 時系列画像からの顔面神経麻痺の 40 点法に基づく定量評価 Quantitative Scoring of Facial Paralysis with Image Sequence based on Yanagihara Method

西田 武司† 浦西 友樹† 松代 直樹†† 池田 聖†  
山本 豪志朗† 宮崎 純† 加藤 博一† 千原 國宏†††  
Takeshi Nishida, Yuki Uranishi, Naoki Matsushiro, Sei Ikeda  
Goshiro Yamamoto, Jun Miyazaki, Hirokazu Kato, Kunihiro Chihara

## 1. はじめに

顔面神経の発病率は人口 10 万人当たり 20 人～30 人と報告されている[1][2]。顔面神経が麻痺すると、顔が歪み、顔の半分が動かなくなる。額のしわが消え、眉毛が下がり、目が閉じられなくなる。口が下がり、パ、ピ、プ、ペ、ポと発音すると口から空気もれてはつきりせず、口笛が吹けず、頬を膨らますことが出来なくなる。笑うと顔が大きく歪む。また食べたり、飲んだりすると食べ物や飲み物が口の角からもれるなど、日常の活動にもいろいろな支障が起こる。この顔面神経麻痺を治療するためには、顔面神経麻痺の度合いを評価する必要がある。麻痺度合いを評価する手法として 40 点法[3]が提案されている。この評価方法は簡便かつ短時間で検査を行えるという利点があるが、その一方で、顔面神経麻痺治療の専門家と比べて、とくに専門家ではない医師間においてスコアのバラつきが大きいという問題がある。この麻痺スコアは顔面神経麻痺の治療過程に大きく影響するため、麻痺スコアのばらつきが原因で本来ならば治せるはずだった顔面神経麻痺が手遅れになってしまい、障がいが残ってしまう患者がいる。

そこで本研究では、顔面神経麻痺度合いを定量的に評価するために、40 点法の顔面運動と顔面神経麻痺専門家の麻痺スコアの関係性を定量化することを目的とする。提案する定量化手法は、まず顔面神経麻痺患者および健常者が 40 点法における表情項目の運動を行っている様子を動画像として記録する。その動画像において、顔面上の特徴点を抽出し、特徴点の動きを特徴ベクトルとして主成分分析を行う。このようにして得られた主成分から、40 点法の顔面運動と顔面神経麻痺専門家の麻痺スコアの関係性を定量化することを試みる。

## 2. 40 点法

40 点法は柳原が提唱した顔面神経麻痺の部位評価法で、10 項目の顔面表情運動を評価している[2]。1 つの項目について、それぞれ 0 点・2 点・4 点の 3 段階の採点を行い、10 項目の合計得点で麻痺の程度の評価を行う方法である。36 点以上が正常、8 点以下が完全麻痺と定められている。評価対象となる顔面運動を図1に示す。



図 1: 40 点法において評価対象となる顔面運動

40点法は簡便かつ短時間で検査を行える利点がある。一方で、評価基準が定量的に規定されていないため、麻痺スコアが検査者の主観に影響される。結果として、検査者間で評価点数が大きく異なる問題が生じる。10の症例に対する、47名の医師と、顔面神経麻痺治療の専門家9名の麻痺スコア分布を図2に示す[4]。縦軸に麻痺スコア、横軸に症例を示す。また◆は外れ値、●は顔面神経麻痺患者の専門家9名を表す。円の大きさが人数に比例している。

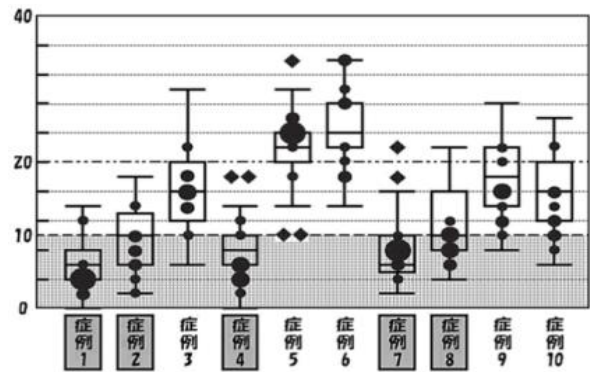


図2: 麻痺スコア分布図

同図より、顔面神経麻痺治療の専門医ではない 47 名の医師において、とくに症例 6 は 20 点の差が生じているなど、専門家ではない医師によるスコアのばらつきが大きいことがわかる。このスコアは治療に大きく影響するため、スコアのばらつきが原因で本来ならば治せるはずだった顔面神経麻痺が手遅れになってしまい、障がいが残る患者も少なくない。

†奈良先端科学技術大学院大学, Nara Institute of Science and Technology

††大阪警察病院 耳鼻咽喉科, Osaka Police Hospital Department of Otolaryngology

†††大阪電気通信大学, Osaka Electro-Communication University

### 3. 提案手法

顔面神経麻痺患者および健常者の両方を含む集合に対し、顔面運動を画像上で計測し、その動きを主成分分析を用いて解析することで顔面神経麻痺度合いを定量化することを試みる。提案する手法ではまず、顔画像上の特徴点の位置座標ベクトルを取得する。時系列画像のそれぞれの時刻において同様に位置座標ベクトルを求め、各時刻の間の位置座標ベクトルの差を移動ベクトルとする。最後に、移動ベクトルに主成分分析を用いて解析することで顔面神経麻痺度合いを定量化することを試みる。

#### 3.1 特徴点の決定

顔面神経麻痺患者と健常者を含む複数の顔画像に対して、25点の特徴点の座標値を取得する。安静時における、取得する特徴点の位置の例を図3に示す。

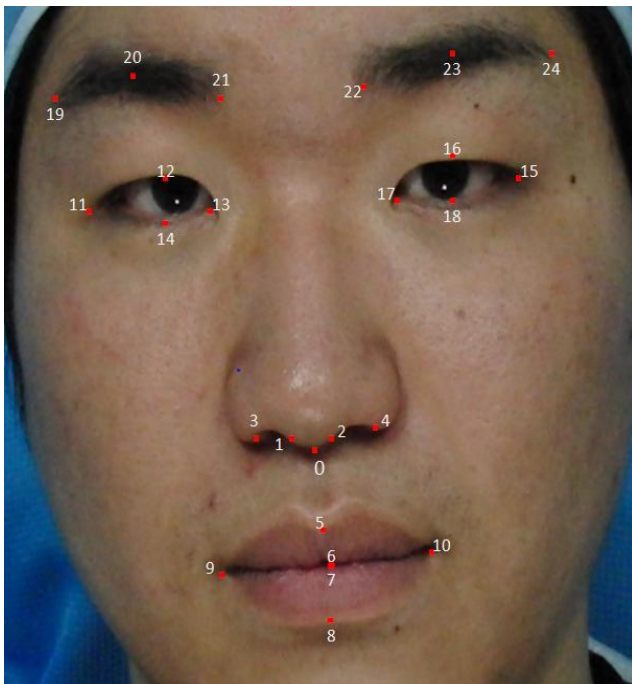


図3: 特徴点の位置

#### 3.2 移動ベクトルの取得

位置座標ベクトルおよび移動ベクトルの取得方法を示す。まず、位置座標ベクトルを取得する。図3における特徴点0は人中と呼ばれ、表情を変化させた際に移動量が少ないという知見が観測により得られている。そこで特徴点0を原点とし、残りの24点それぞれの特徴点へ向かうそれぞれのベクトルを位置座標ベクトルとして取得する。安静時において、特徴点16に対応する位置座標ベクトルの例を図4に示す。

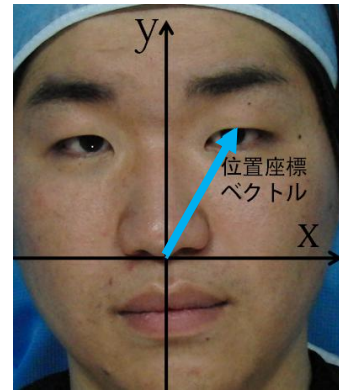


図4: 安静時における位置座標ベクトルの例

次に移動ベクトルの取得方法を説明する。提案手法では、40点法における項目1(安静時)とそれ以外の項目におけるそれぞれの特徴点の移動量を評価する。図5に、40点法における項目4(強閉眼)における特徴点16の移動ベクトル $\gamma$ を取得する例を示す。まず、特徴点番号*i*における安静時の位置ベクトル $\alpha_i$ を式(1)で定義する。

$$\alpha_i = (x_i, y_i) \quad (1)$$

同様に、特徴点番号*i*における他の表情項目*j*での位置座標ベクトル $\beta_{ij}$ を式(2)で定義する。

$$\beta_{ij} = (x_{ij}, y_{ij}) \quad (2)$$

特徴点番号*i*、表情項目*j*における移動ベクトル $\gamma_{ij}$ を式(3)で定義する。

$$\gamma_{ij} = \beta_{ij} - \alpha_i \quad (3)$$

安静時における特徴点16の位置座標ベクトル $\alpha_{16}$ を下図5の(1)に示す。強閉眼時(40点法における表情項目4)の位置座標ベクトル $\beta_{16,4}$ を図5の(2)に示す。このとき、強閉眼時の特徴点番号16の移動ベクトル $\gamma_{16,4}$ が図5で示した通りに得られる。

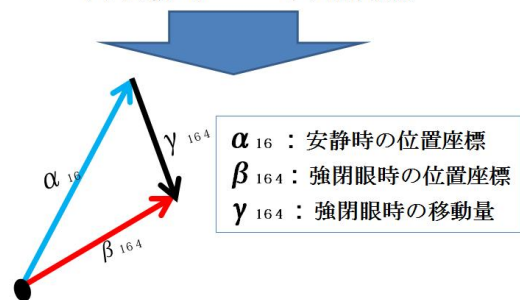
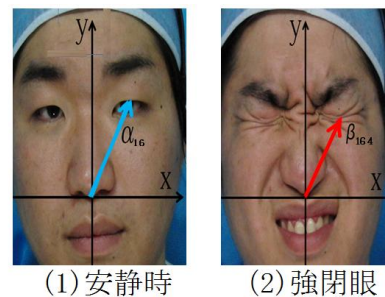


図5: 移動ベクトル計測取得の例(強閉眼時)

### 3.3 主成分分析による基底変換と特徴量抽出

主成分分析(Principal Component Analysis)とは、多変量の値をできるだけ情報の損失なしに、1個または少数個の総合的指標(主成分)で代表させる方法である[5]。移動ベクトルに対して主成分分析を行うことで、複数の特徴点の移動ベクトルを基底とする空間の共分散を少数の合成変数で説明する。そして共分散行列の固有値問題の解として得ることで次元圧縮を行い、分散の大きな基底を、麻痺特有の動きを定量化するために特徴量として用いる。

計測点 24 点の各々の移動ベクトルの要素  $y_x$  と  $y_y$  を列とした 48 次元のベクトル  $a_{kj}$  を式(4)に示す。これを  $k$  名の被験者ぶんだけ行として並べた 48 行  $k$  列を入力行列として主成分分析を行う。

$$a_{kj} = [y_{x1j} \ \dots \ y_{x24j} \ y_{y1j} \ \dots \ y_{y24j}] \quad (4)$$

$$A_j = \begin{bmatrix} a_{1j} \\ \vdots \\ a_{kj} \end{bmatrix} \quad (5)$$

## 4. 実験

提案手法の評価として、顔面神経麻痺患者と健常者を含む 8 名の被験者に対して主成分分析を用いた麻痺スコアの定量化を試み、提案手法の有効性を評価する。

### 4.1 実験方法

顔画像データ撮影には、図 6 に示す多視点同期撮影システム (Synchronous Multi-Angle High-speed Capture System: SMAHCS) を用いて顔画像を撮影した。なお、本実験では図 6 中の赤丸で示す正面カメラのみを使用した。被験者とカメラの距離は 700mm とした。SMAHCS のカメラ設定を表 1 に示す。



図 6: Synchronous Multi-Angle High-speed Capture System : SMAHCS

表 1: SMAHCS のカメラ設定

フォーマット	JPEG
解像度	2816×2112 pixel
絞り値	f/2.7
露出時間	1/100 秒
ISO 感度	ISO-400
焦点距離	7mm

### 4.2 被験者情報

本実験では顔面神経麻痺患者 4 名・健常者 4 名の計 8 名を被験者とした。顔面神経麻痺患者に関する詳細を表 2 に、健常者に関する詳細を表 3 に示す。

表 2: 顔面神経麻痺患者 サンプル情報

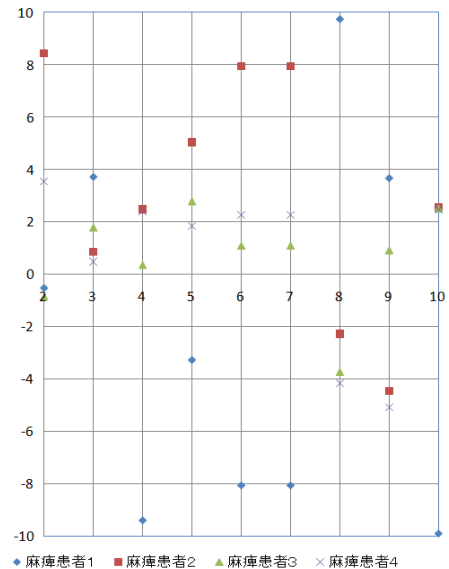
表情	40 点法における 10 表情項目
年齢	20~40 歳
性別	男性 2 名・女性 2 名
麻痺側	左側

表 3: 健常者 サンプル情報

表情	40 点法における 10 表情項目
年齢	20~40 歳
性別	男性 4 名

### 4.3 実験結果

40 点法における評価項目ごとの第一主成分の寄与率を顔面神経麻痺患者を図 7(a) に、健常者を図 7(b) に示す。グラフ横軸に評価項目を、縦軸に第一主成分の寄与率を示す。



(a) 顔面神経麻痺患者

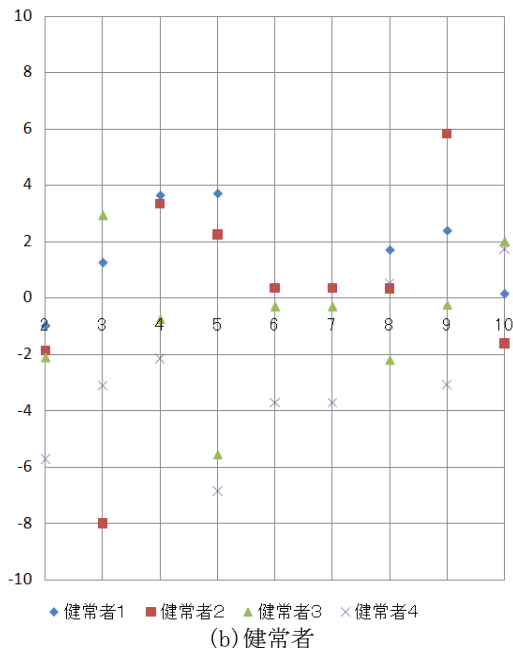


図 7: 評価項目ごとの第一主成分の寄与率

#### 4.4 考察

顔面神経麻痺患者と健常者の顔画像から特徴点を取得し、主成分分析を用いて、特徴量の抽出を試みた。しかし、図7(a)と図7(b)に示すように、健常者と麻痺患者それぞれについて第一主成分の累積寄与率を調べたが、両者の間に有意な差を確認することができなかった。この原因の一つに、特徴点の位置の問題があると考えられる。例えば、本稿で述べた特徴点では頬の動きを取得していないため、頬の筋肉が麻痺している際に本手法ではこの麻痺の特徴量を抽出できない。そのため、麻痺の特徴を正しく抽出できるような特徴点の位置について、更なる考察を行う必要があると考えられる。

また、その他に顔画像の正規化の必要性がある。本手法では被験者の顔画像に対して、何の正規化も行わずに特徴量を抽出している。このため、求めた特徴量に顔面運動以外の原因、例えば顔面全体の動きなどが影響を及ぼしていると考えられる。そのため、より顔面運動の特徴量を適切に抽出するためには正規化を行う必要があると考えられるが、その際には顔面神経麻痺の特徴を排除しない正規化手法について検討する必要がある。

#### 5. おわりに

本研究では、顔面運動と顔面神経麻痺専門家の麻痺スコアの関係性を定量化することを目的として、主成分分析を用いた定量化を試みた。本稿では、画像上の特徴点の動きを基に主成分分析を用いて特徴量を抽出する手法について示した。しかし提案手法を用いて抽出した特徴量により麻痺

スコアを定量化するためには、特徴点の与え方や正規化の手法など、被験者を増やして実験を進める中で最適な手法を決定する必要がある。そこで今後は被験者の数を増やして更なる実験を行い、上記の点について考察することを予定している。

#### 参考文献

- [1] 日本神経治療学会治療指針作成委員会, "標準的神経治療: Bell麻痺", 日本神経治療学会, 2008.
- [2] Adour KK, Byl FM, Hilsinger RL Jr et al "The true nature of Bell's palsy", analysis of 1000 consecutive patients. *Laryngoscope* 88: 787-801, 1978.
- [3] 柳原尚明, 他, "顔面神経麻痺程度の判定基準に関する研究", 日本耳鼻咽喉科学会会報, Vol.80, No.8, pp.799-805, 1977.
- [4] 松代直樹, "麻痺スコア(40点法)の検者による差異: 大阪大学耳鼻咽喉科勤務医52人での検討", *Facial N Res Jpn*, Vol.29, pp.60-62, 2010.
- [5] 上田尚一, "主成分分析—講座 情報をよむ統計学 8) (講座情報をよむ統計学 8)", 2003.