顔面神経麻痺に対する重症度診断 AI ソフトを用いたより効果的なメイクアップ法の開発

国立病院機構東京医療センター臨床研究センター聴覚平衡覚研究部聴覚障害研究室／東海大学医学部耳鼻咽喉科・頭頸部外科
和佐野　浩一郎

We developed artificial intelligence software for facial palsy severity diagnosis using segmentation analysis and wrinkle analysis. We used facial movement movies of 20 patients and 5 normal volunteers on the Yanagihara facial nerve grading system. Then we tried to develop a make-up method for facial palsy patients using the artificial intelligence software, but due to the Covid-19 situation, we experienced only preliminary make-up for three facial palsy patients and could not develop the standardized method. As the three patients were very satisfied with the make-up, we will continue to develop the method.

1．緒　言

顔面神経麻痺とは、表情筋の運動を司る顔面神経の機能が低下することにより、発症前と比べて表情筋の動きが急激に低下する疾患であり、大部分が末梢神経由来だが、まれに脳梗塞などを原因とする中枢性由来も含まれている。末梢性麻痺の中では、特発性と呼ばれる誘因なく発症するものが最も多く、頭蓋骨骨折に伴う外傷性のものがそれに続き、それ以外にも頭頸部の腫瘍、サルコイドーシス、ギランバレー症候群など様々な疾患に引き続いて発症することがある[1)]。

最も多くの患者が受診する特発性顔面神経麻痺は、Bell麻痺とRamsay Hunt症候群に大きく分かれ、以前感染し治癒した後に神経の中で潜伏しながら生存していた水痘帯状疱疹ウィルスや単純ヘルペスウィルスが、何らかの原因で再活性化することによって発症するとされている。初期治療としては神経の炎症を抑える目的でステロイド剤の投与を行うとともに、原因となるウィルスに対する抗ヘルペスウィルス剤を投与する。また、筋肉のこわばりや異常な動きを抑制するためにマッサージを中心としたリハビリテーションも発症早期から開始する。大多数の患者において麻痺からの回復は、3～6カ月程度と比較的長い期間が必要である。治癒率は、Bell麻痺は9割程度、Ramsay Hunt症候群は6～7割とされており、残念ながら治癒に至らなかった場合は麻痺残存や異常共同運動などの後遺症が残存する[2)]。

顔面神経麻痺の重症度評価は、柳原法・House-Brackmann法、Sunnybrook法といった方法で行われているが、いずれの評価法でも医師などの医療者により、安静時の左右差および運動時の左右差を評価することで点数化を行うもので、医療者による主観的な評価であるため検者により点数のばらつきがあることが知られている。なかでも日本国内で最も用いられている柳原法では40点満点の評価のなかで、検者により10点以上の差があることが報告されている[3)]。

そこで後遺症残存によりQoLの低下が継続している患者をサポートするため、メイクアップを用いたQoLの改善を指導する試みを開始した。顔面神経麻痺診療のなかにコスメトロジー（化粧品学）を取り入れることにより、一段ステップアップすることを目指す。患者さんが日常生活のなかで顔面神経麻痺メイクを実践していくためにはセルフメイクアップが必要であるが、安静時だけでなく様々な表情の際の自然さを求めるのは鏡を見て行うだけでは難しいことが予測される。そこで我々が開発中の人工知能（AI）を用いた顔面神経麻痺の重症度診断ソフトを活用することにより、安静時に加え様々な表情を作った際の左右差を客観的かつ定量的に評価し、より効果的なメイクアップ方法を探索するものである。

Development of a make-up method for facial palsy patients using artificial intelligence software for severity diagnosis
Koichiro Wasano, MD, PhD
National Hospital Organization Tokyo Medical Center, Tokai University School of Medicine

2．方　法

2．1．人工知能ソフトウェアの開発

国立病院機構東京医療センター耳鼻咽喉科に受診した顔面神経麻痺の患者に対して、柳原法評価を行う際に、患者の正面からOsmo pocket（DJI JAPAN株式会社）により動画撮影を行った。柳原法は安静時、額のしわよせ、弱閉眼、強閉眼、片目つぶり、鼻根しわ寄せ、頬膨らませ、口笛、イー、への字口の際の動きを評価するものである。

この柳原法動画から各表情を抽出し、静止画へ切り出した。片目つぶりの評価には、左右対称性を評価するために麻痺側の片目つぶりに加え、非麻痺側の片目つぶりを記録し、静止画への切り出しを行った。

今回画像認識に用いた機械学習システムを構築するにあたり、プログラミング言語はPythonを使用し、Googleが開発したオープンソースソフトウェアライブラリ

TensorFlow を実装した。そして畳み込みニューラルネットワーク（Convolution Neural Network: CNN）技術を応用した Semantic Segmentation の一手法である Changqian Yu らが 2018 年に報告した BiSeNet[4] を用い、顔面のパーツを眉、眼、鼻、口唇と領域別に抽出した（図 1）。

各静止画に対し、上記画像認識により得た各顔面パーツに関して、以下の変数を算出した。

①安静時：眉、眼、口唇の面積の左右重ね合わせの一致率
②額のしわ寄せ：眉の重心点と眼の重心点の距離の左右比（図 2）
③弱閉眼：眼の面積の左右比
④強閉眼：眼の面積の左右比および眉の重心点と眼の重心点の距離の左右比
⑤片目つぶり：麻痺側片目つぶりと非麻痺側片目つぶりそれぞれにおける眉の重心点と眼の重心点の距離の左右差の比
⑥鼻根しわよせ：鼻と口唇の面積の左右重ね合わせの一致率
⑦頬膨らませ：唇の面積の左右重ね合わせの一致率
⑧口笛：唇の面積の左右重ね合わせの一致率
⑨イー：唇の面積の左右重ね合わせの一致率（図 3）
⑩への字口：唇の面積の左右重ね合わせの一致率

複数の耳鼻咽喉科専門医が、上記と同一の静止画を採点して得られた柳原法評価点数の平均を「教師データ」とし、上記変数を用いた回帰分析を行い、点数を目的変数とする回帰式（一次式）を算出した。

また、位置および面積だけではなく「表情しわ」を認識させるために線状の画像解析にも取り組んだ。額のしわの解析を行い、輪郭抽出フィルターを用いて表情画像のしわを含む輪郭線を抽出。セグメンテーションを用いて顔面における皮膚領域を眉毛・目・鼻・口以外の領域として抽出。重ね合わせることで、皮膚領域における表情しわを抽出した。抽出された線要素からさらに方向により絞り込みを行い、関心領域（今回は前額部に設定）のしわのみを抽出しグ

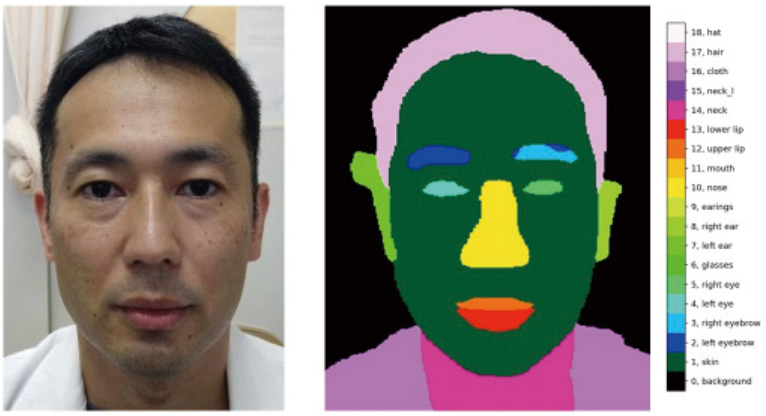
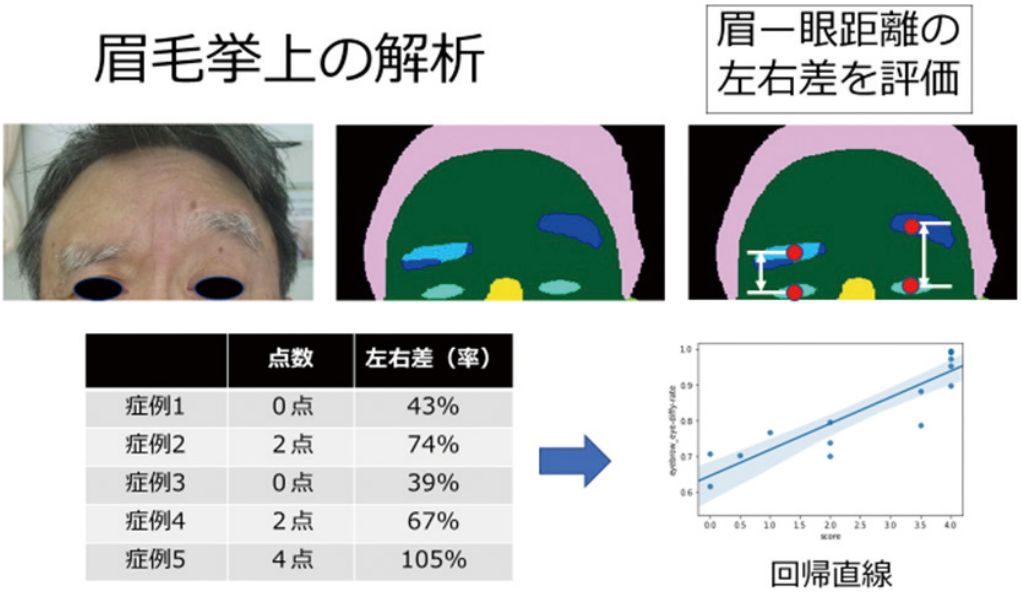


図1　顔面各パーツのセグメンテーション（筆者）



	点数	左右差（率）
症例1	0点	43%
症例2	2点	74%
症例3	0点	39%
症例4	2点	67%
症例5	4点	105%

図2　額のしわ寄せの評価のための眉毛挙上の解析

ラフ化したうえで積分し絶対値を提示、その数値の左右比を算出した(図4)。

メイクアップ指導の対象は顔面神経麻痺により顔面の静止時および運動時に左右不均等が生じた患者である。自宅でも継続できるセルフメイクアップ法の指導を行うことから女性が主たる対象となるが、希望する場合は男性も対象とする。

まず、鏡を用いて患者の主観的に左右差が減るようなメイクを助言する(用いるメイク道具に関しては、患者持参のものを活用する)。一方、生活の様々な場面の中で出現する表情や、特に閉眼時の左右差は鏡でのセルフメイクアップでは十分にカバーできない可能性があるため、我々が開発中の人工知能(AI)を用いた顔面神経麻痺の重症度診断ソフトを活用することにより、安静時に加え様々な表情を作った際の左右差を客観的かつ定量的に評価することとする。本AI診断ソフトは顔認識技術をベースとして多くの顔面神経麻痺患者および正常者の11通りの表情(閉眼、鼻根部しわ寄せ、いー、うーなど)を対象とした顔面神経

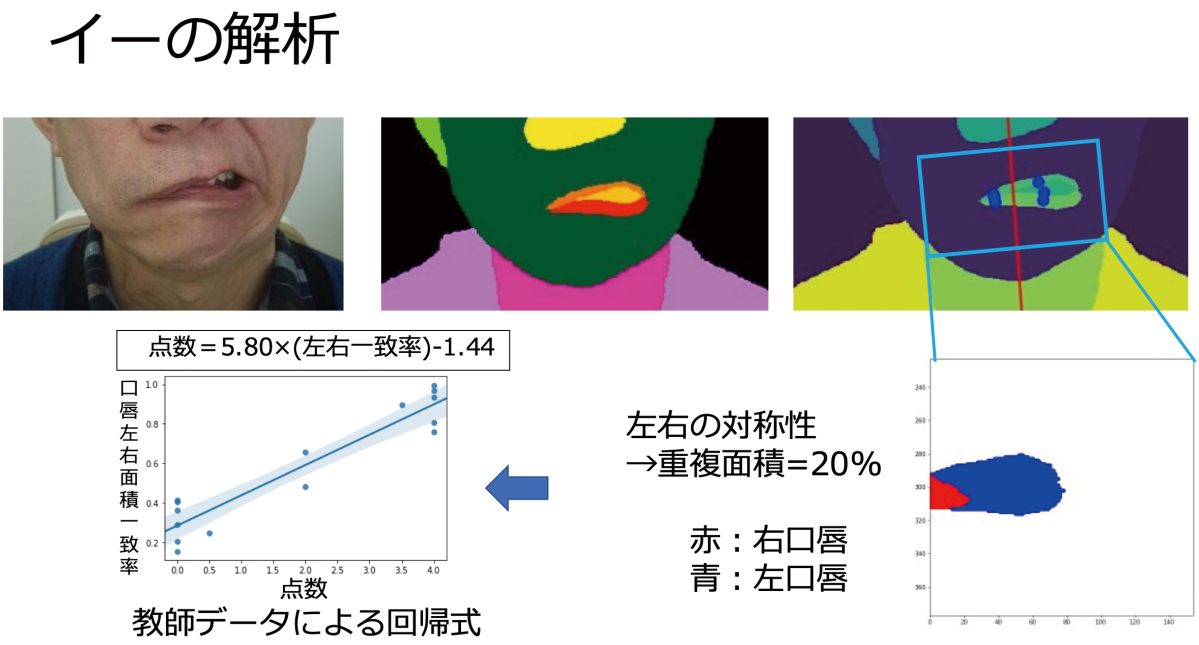


図3　イー時の口角の動きの解析

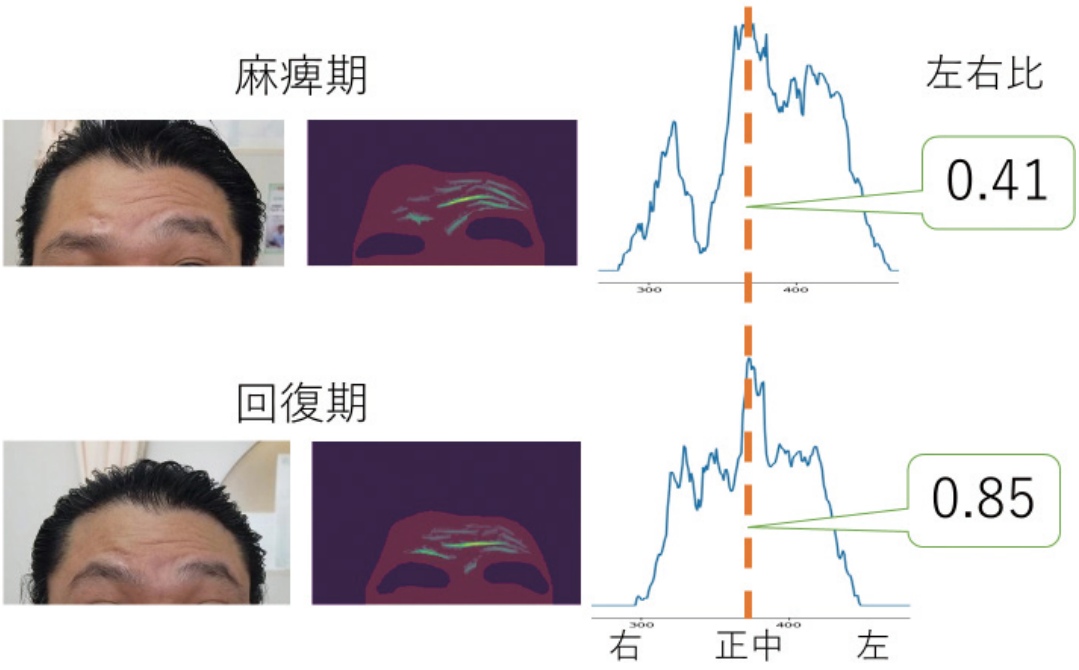


図4　額のしわ寄せの評価のための表情しわ解析

診療を専門とする耳鼻咽喉科医による重症度診断（柳原法やHouse-Brackmann 法など）の結果を機械学習によって覚えこませたものである。

アウトカムの評価法としては、QoL 調査票、自記式満足度調査票、および AI 診断ソフトによる左右差とする。メイクアップ指導の介入前と介入中、介入終了後の変化量を検討する予定であった。

本研究は国立病院機構東京医療センターの倫理委員会の承認（承認番号 R19-055）を得た上で、患者の文書による同意を得て行った。

3．結　果

人工知能ソフトウェアの開発に関しては顔面神経麻痺のない正常者 5 例と顔面神経麻痺患者 20 例のデータを用いてソフトウェアを開発した。4 名の耳鼻咽喉科専門医の採点結果を教師データとして構築し、0.0 から 4.0 点の小数にてソフトウェアから点数が算出される形となった。柳原法は 0 点、2 点、4 点の 3 段階で評価されることから、小数をどのように 3 段階に置き換えるかに関しては顔面神経学会パネルディスカッションの中で会員から投票を行うことにより、0 点（0-1.4）、2 点（1.5-3.0）、4 点（3.1-4.0）が採用された。

しわの解析に関しては、図の通り解析は可能となったが、前髪の影響による光の当たり方により大きな誤差が生まれることが示され、今後も改修が必要な結果であった（図 5）。

最後にメイクアップ法の開発に関しては、新型コロナウイルス感染症の拡大に伴い、医療機関において近接した状態での指導やマスクを外した状態での指導が禁止され、症例集積が 3 例に留まったため、効果的なメイクアップ法の開発には至らなかった。研究期間終了後、新型コロナウイルス感染症が鎮静化した後に再開の予定である。

4．考　察

顔面神経麻痺患者は耳鼻咽喉科、神経内科、総合内科、一般内科など様々な診療科を受診する。麻痺の重症度が専門診療科や診療経験の差の影響なく判定できるようになれば、適切に重症度を評価することにより適切な治療法の選択が可能となる。さらに、治療による効果判定も一定の基準により行うことが可能となり、臨床試験の立案にも寄与できる。標準化された基準を作成するには点数のばらつきを軽減することが重要であり、そのためにできるだけ多くの顔面神経麻痺患者の画像データおよび、その評価に精通した医師の判定を蓄積する必要がある。本研究では顔面神経麻痺患者 20 名、正常者 5 名にとどまったが、今後さらに症例を蓄積することで精度の高い人工知能ソフトウェアの開発を継続する。また、メイクアップ法に関してはプレリミナルな 3 例にとどまったが、いずれも非常に高い満足度であり、患者ニーズが高いことから研究期間終了後も再開時期を模索する。

5．総　括

新型コロナウイルス感染症の拡大に伴いメイクアップ法の開発は果たせなかったため、感染症の鎮静化を待って再開を模索する。人工知能ソフトウェアの開発は順調に進捗したものの、さらなる精度向上が必要であるため引き続き開発を継続する。

（引用文献）

1）和佐野浩一郎：本当はこわい耳疾患　顔面神経麻痺 Bell 麻痺 / Ramsay Hunt 症候群 / 腫瘍性疾患 / 炎症性神経疾患 / 脳血管障害．耳鼻咽喉科・頭頸部外科（0914-3491）94 巻 9 号 Page720-723（2022.08）

2）松代直樹：麻痺スコア（40 点法）の検者による差異　顔面神経麻痺の専門家 9 人と全国の一般耳鼻咽喉科勤務医 47 人での検討．Facial N Res Jpn 2010；29：63-65.

3）日本顔面神経研究会編：顔面神経麻痺診療の手引 -Bell 麻痺と Hunt 症候群 -．東京：金原出版，2011 年.

4）Yu C, et al: BiSeNet: Bilateral Segmentation Network for Real-Time Semantic Segmentation. In: Ferrari V, et al., eds. Computer Vision – ECCV 2018. ECCV 2018. Lecture Notes in Computer Science, 2018；vol. 11217.

図 5　しわ解析において前髪の影響により左右差があるように算出された正常症例