

# 個人の未来を予測するシワ予測モデルの開発 ：予防的なエイジングケアへの スマートフォンアプリによるアプローチ

中村 理恵\*1 / 末松 健\*1

## 1. はじめに

近年、パーソナライズされたサービスや商品の市場が拡大し、個人に合わせたエイジングケアへの期待が高まっている。顔面はシワ、シミ、タルミなど、老化とともに典型的なサインが現れ、中でもシワは人の見た目の若々しさに最も関与することが示唆されている<sup>1)</sup>。シワの進行には遺伝的要因だけでなく、紫外線曝露や喫煙といった生活習慣などが複合的に影響することが明らかになっている<sup>2~4)</sup>。そのため、シワの予防には、個人の要因に合わせた方法が必要となる。しかしながら、これまで、エイジングの進行状態を、個人の要因の違いを考慮し、評価する方法は開発されてこなかった。

そこで、我々は個人の将来のシワを正確に予測し、シワの促進因子を特定するシワ予測モデルを開発した<sup>5)</sup>。シワ予測モデルを開発するため、皮膚表面の状態を表す物理的特性とシワの進行度合いを7年間にわたって繰り返し測定し、得られた経時的なデータに基づき、シワ予測モデルを開発した。また、シワ予測モデルは、現在の肌状態が未来のシワの進行に顕著に寄与することを示唆した。そのため、開発したシワ予測モデルは消費者へパーソナライズされたシワ予防のための美容戦略を提供する強力なツールとなることが期待された。

今日、デジタル技術の進歩は、医療分野におけるパーソナライズされた予防策と介入の可能性を広げている<sup>6)</sup>。例えば、ウェブベースのアプリケーションは、個々の患者の疾患や状態に関する情報を容易に把握できるだけでなく、エビデンスに基づいて患者ごとに最適化した治療や生活指導の方針を提供している<sup>7)8)</sup>。加えて、非患者の自己管理、予防のための行動能力、及びモチベーションを向上できることが示されている<sup>9)</sup>。そこで、本研究では、シワ予測モデルに基づく、ユーザーツールの開発を試みた。消費者が容易に自身のシワの状態を把握し、パーソナライズされたシワ予防のための方法を獲得できることを目指す。

本論文の構成は始めに、女性を対象としたシワ予測モデルの開発に関して報告する。次に、このシワ予測モデルの男性のシワ評価と皮膚機器測定値からなるデータセットを用いた更新について報告する。続いて、シワ予測モデルに基づいて、特別な測定機器を使用せずたった1枚のユーザの顔画像から個々の予測されたシワのプロファイルと、シワ進行の危険因子と予防方法を提供するシワ予測アプリケーションを紹介する。最後に、開発したシワ予測アプリケーションの使用効果を報告する。

## 2. 方法

### 2.1 シワ予測モデルの開発

#### 2.1.1 シワ予測モデルの開発

2011年から2017年にかけて、健康な女性を対象とする皮膚状態の評価を目的とした観察研究を実施した。シワ予測モデルの開発には2011年から2013年の間に少なくとも1度、皮膚状態の観察を行った22歳から60歳までの計48名の女性のデータを対象とした。予測モデルのアウトカムは、訓練を受けた専門評価者が0.25刻みに、化粧品学会が定めたガイドラインに従って評価した0から7のシワグレードとした<sup>10)</sup>。次に、シワを予測するための変数の候補として、シワと比較的強い相関関係を持つ年齢に加え、皮膚状態を示す機器測定値として、右頬上部の角質層水分量、右頬上部の経皮水分蒸散量、額中央部の皮脂量、皮膚色を示す3つの指標として頬中央部のL\*値、a\*値、b\*値、さらに各測定値の研究期間中の平均値を選択した。予測モデルの開発には、個人ごとの繰り返し測定データの相関を適切にモデル化するために、切片に変量効果を導入した多変量線型混合効果モデルを採用した。またモデルの開発の予測因子の選択には、ステップワイズ法の変数減少法を採用し、AIC(赤池情報量基準)が最小となる変数の組み合わせを採用した。モデルの性能はR<sup>2</sup>値並びにRMSEを用いて評価した。

#### 2.1.2 シワ予測モデルの更新

することができるが、しばしば低い性能を示す。そのため、既存モデルを用いた統計学的な更新手法がHarrell<sup>11)</sup>、Steyerberg<sup>12)</sup>などにより、提案され、広く実用化されている。本研究では、最も汎用性が高い3つの更新方法を採用し、シワ予測モデルの更新と評価を実施した。方法1は、女性を対象としたシワ予測モデルにおける開発集団と新たな検証集団の母集団の間に変化がないことを仮定して更新をしない方法、方法2は、開発集団、及び検証集団のパラメーターに反映されない対象者の多様性を許容し、元のモデルの切片のみを調整した方法。方法3は、予測変数の相対効果が同様であることを仮定しつつ、モデルの予測変数の効果が検証集団で異なることを許容し、切片と勾配を調整する方法である。3つの更新手法において最も見掛けの性能が良好となるモデルを採用した。更新されたそれぞれの予測モデルの性能は、R<sup>2</sup>値並びにRMSEによる評価を行った。

#### 2.2 シワ予測アプリケーションの開発

開発したシワ予測モデルに基づき、消費者個人の将来のシワを予測することができる実用的な消費者向けアプリケーションの開発を試みた。アプリケーション開発にあたり、シワ予測に必要な情報である予測因子を取得するため、専門的な機器測定値である皮脂量、皮膚の明るさ、赤みの代替方法を検討した。皮脂量は先行研究において、脂性肌であることを自己認識している人はそうでな

これ以降の閲覧を希望の場合は、本誌をご購読ください。