

肌透明感の要因追求のための多次元可視化

—肌画像解析と官能評価からなるデータ解析—

栃木 彩実 (指導教員：伊藤 貴之)

1 はじめに

肌の印象や状態をあらわす典型的な単語の一つに「透明感」がある。「肌の透明感」の要因を解明することで、新たな化粧品の開発や、CGを用いたリアルな肌の再現、肌を美しく見せるための肌画像加工技術などへの適用が期待できる。しかし、「肌の透明感」という表現には感覚的な要素が含まれており、客観的な評価が難しいとされるだけでなく、未解明な点が多い。一方で、このような客観評価が難しい問題には、官能評価を交えた感性情報処理の適用や、可視化によって探索的にデータを観察する手法の適用が有用であると考えられる。そこで本研究では、肌の測定結果と官能評価結果を多次元可視化によって比較することで、「肌の透明感」の要因を解明することを試みる。

2 関連研究

本章では、肌の透明感に影響する要因について報告された内容を簡単に紹介する。

西牟田ら [1] は肌の反射特性を画像から計測している。その結果、平均輝度が高いほど透明感が高いと評価される傾向が報告されている。この実験では肌画像からでも信頼性の高い結果を得ることが確認されていることから、本研究でもこれに類似したアプローチをとっている。また、征矢ら [2] は肌の透明感の言語的構造に注目した実験結果を発表している。具体的には、透明感についての意識内容を言語的に分析し、肌のキメ、色、潤いの三つの要素を基本要件とする複合概念であることを示した。本研究では、複合概念である透明感と肌特徴を表す表現の関係に注目し、官能評価を行うことでより「肌の透明感」を具体化することを目指す。

3 肌特徴量と官能評価結果の可視化

3.1 肌撮影

透明感を肌画像から評価するのに際して、環境光がその印象に影響を与えることから、環境光を排除した撮影環境が必要であると考えた。そこで本報告では、暗室を設置し、その中で肌を撮影することで、撮影用に設置した光源以外の光の影響を排除した。本研究では20代の女性15人の肌(左右頬)を被写体とし、化粧や日焼け止め等をつけていないすっぴんの状態で、デジタル一眼レフカメラで各被験者の両頬を撮影した。その際に光源と被写体との向きを固定した。

3.2 肌画像の解析による特徴量の抽出

肌の透明感は肌の色と反射特性に大きく関与していることがわかっている [1][3][4]。本研究は、実際の肌を測定するのではなく、肌画像から得ることのできる以下のような特徴量を抽出する。

- ① 拡散反射, 鏡面反射
- ② 色相, 彩度, 明度, 赤み, 黄み, 輝度
- ③ ヘモグロビン, メラニン

このうち①については、偏光フィルタを用いて撮影した偏光画像から、偏光性の違いを利用して拡散反射画像と鏡面反射画像を生成可能である [5]。また、各鏡面反射画像に対して閾値を設定して2値化を行い、一定以上の強さの鏡面反射が見られる部位の面積を算出する。

次に②は、肌画像の各画素から得られるRGBの値をそれぞれHSV, $L^*a^*b^*$, グレースケールに変換することで算出する。このとき画像ごとに、各特徴量の平均値, 標準偏差を算出する。

また③に関しては、光沢等を排除するために、拡散反射画像を用いる。肌内部には表皮層にメラニン, 真皮層にヘモグロビンが多く存在する。そのため、2つの色素がもたらす光反射は独立であると考えられる。そこで、肌画像に対して独立成分分析(ICA: Independent Component Analysis)を適用することで、2つの色素による光反射を分離することが可能である [6]。本報告では、②と同様に各色素量の平均値と標準偏差を算出する。

3.3 官能評価

肌特徴量が肌の透明感に及ぼす影響を調べるために官能評価を実施した。3.1節に示した手順で撮影した肌画像29枚(1枚は評価するのに不適だったため除外した)を評価対象とし、10代~20代の女性91人を評価者とした。

本研究では官能評価にSD法(Semantic Differential)を採用した。評価項目は図1の通りである。評価者全員的环境を統一するために、特定の部屋、PCディスプレイを使用し、画面の明るさ、部屋の照明も統一した上で評価を実施した。



図1: 評価項目

3.4 多次元可視化

3.2節, 3.3節に示した手順で得たデータをHidden[7]という高次元データ可視化ツールを用いて可視化する。Hiddenは複数の平行座標法による低次元部分空間群を対話操作によって表示し、次元散布図がその操作をサポートするといった仕組みである。使用するデータは全て実数型変数とし、官能評価結果は各画像の評価結果の平均値とする。

4 可視化結果

本章では Hidden で可視化した結果をもとに得られる知見について述べる。Hidden が搭載する平行座標法では、多次元データを可視化する際に、何種類かのカテゴリで色分けすることで視認性を向上することができる。そこで透明感の評価結果の数値範囲を3等分することによって、画像群をカテゴリ分類する。この3つのカテゴリをそれぞれ透明感の高い肌(赤), 普通の肌(緑), 低い肌(青)とする。全ての変数を可視化した状態から次元を選択した結果を図2, 図3に示す。

まず図2に注目すると透明感の高い肌は以下のような2パターンに分けることができる。

パターン① 彩度が低く, 黄みの少ない肌

パターン② 彩度が平均的で黄み寄りだが, 色白の肌
透明感の高い肌は彩度が低いことが分かっており [8], 多くの場合はこの条件に当てはまる①のパターンである。しかし, 一部は②のような黄み寄りの肌である。これは透明感が低い肌にも多く見られる特徴であるが, 透明感が低い場合②のような色白で輝度が高いという結果とは真逆であることが読み取れる。したがって, 黄み寄りの肌でも色白だと知覚される場合, 透明感が高くなるということがわかった。肌の平均色度がピンク色から遠ざかるほど透明感が低くなるという知見があるが [4], 本研究では肌がピンク色でなくても透明感が高い場合があるということが判明した。

次に図3に注目すると, 図2と同様に透明感の高い肌には以下のような2パターンがあることが読み取れる。

パターン③ 平均輝度が高く, 標準偏差の低い色白の肌

パターン④ 輝度, 白さ共に平均的だがツヤのある肌
ここで③のように, 輝度の標準偏差が低い場合, 肌の明るさのムラが少ないと考えられる。これは, 肌の凹凸が少なく光反射が一樣である, または肌の色が白く光源色に近いといった理由が挙げられる。また④のような, 輝度や白さが平均的な肌は透明感が高い肌のみでなく, 透明感が普通だと判断された肌も多い。しかし, 両者ともテカリの評価はあまり変わらないが, 透明感が高い肌の方がツヤがあることが図3から読み取れる。したがって, 肌のパターンによってツヤが透明感の要因であることがわかった。このツヤとは肌表面の反射である鏡面反射によるものである。先行研究では, 拡散反射に比べ鏡面反射は透明感との相関があまりないため, 重要視されていなかった [3][4]。しかし, 本研究では鏡面反射も透明感の要因になり得ることが判明した。

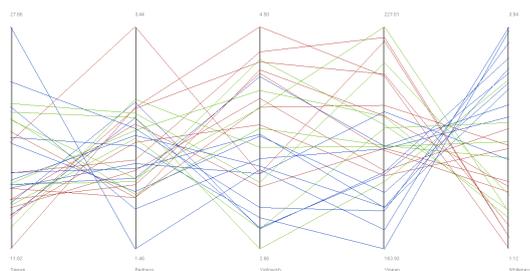


図2: 可視化結果 (左から, 彩度の平均値, 赤み, 黄み, 輝度の平均値, 白さの軸を表す)

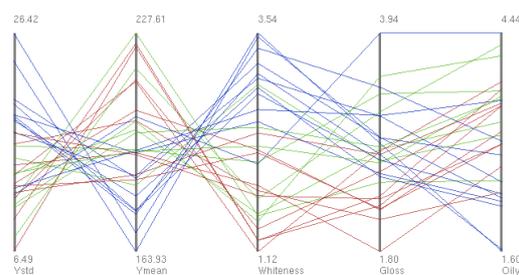


図3: 可視化結果 (左から, 輝度の標準偏差, 輝度の平均値, 白さ, 透明感, テカリ, ツヤの軸を表す)

5 まとめ

本報告では, 肌特徴量と官能評価との関係を多次元可視化によって観察することで, 肌の透明感の要因を追求した。その結果, 透明感があると感じられる肌には単一の定型的なパターンがあるわけではなく, 複数のパターンが観察されることがわかった。このことから, 多次元可視化を用いて多くの肌特徴量を比較する本手法が透明感の要因を追求するのに有用であることがわかった。また今後の課題として, 化粧を施した肌でも同様の実験を適用し, すっぴんと化粧肌の透明感の要因における違いを追求したいと考えている。

参考文献

- [1] 西牟田大, 五十嵐崇訓, 岡嶋克典, "肌の透明感における輝度と色の影響", 映像情報メディア学会誌, Vol. 68, No. 12, pp. J543-J545, 2014.
- [2] 征矢智美, 野村美佳, 林照次, 長谷川敬, "肌の透明感の意識構造と皮膚生理特性-若年層と中年層の比較-", 日本化粧品技術者会誌, Vol. 38, No. 2, pp. 115-124, 2004.
- [3] 舛田勇二, 國澤直美, 高橋元次, "肌の透明感測定とその対応化粧品の有用性評価", 日本化粧品技術者会誌, Vol. 39, No. 3, pp. 201-208, 2005.
- [4] 中西ゆな, 五十嵐崇訓, 岡嶋克典, "肌透明感と画像統計量・測定値の定量的関係", 日本色彩学会誌, Vol. 41, No. 6, pp. 29-30, 2017.
- [5] 小島伸俊, 羽石秀昭, 三宅洋一, "化粧の質感測定 (II)(肌の凹凸情報の定量化)", 日本写真学会誌, Vol. 56, No. 4, pp. 264-269, 1993.
- [6] N. Tsumura, H. Haneishi, Y. Miyake, "Independent Component Analysis of Skin Color Image", Journal of the Optical Society of America A, Vol. 16, No. 9, pp. 2169-2176, 1999.
- [7] T. Itoh, A. Kumar, K. Klein, J. Kim, "High-Dimensional Data Visualization by Interactive Construction of Low-Dimensional Parallel Coordinate Plots", Journal of Visual Languages and Computing, Vol. 43, pp. 1-13, 2017.
- [8] 高松操, 石上桂子, 乾宏子, 丸山真澄, 市場丈規, 高橋晋也, "物理速度と肌印象視感評価からわかる肌の色特有の見え", 日本色彩学会誌, Vol. 41, No. 3, pp. 102-105, 2017.