

肌の透明感における輝度と色の影響

Effects of Color and Luminance on Perceptual Translucency of Human Skin

西牟田 大[†], 五十嵐崇訓^{††}, 正会員 岡嶋克典[†]
Dai Nishimuta[†], Takanori Igarashi^{††} and Katsunori Okajima[†]

あらまし 肌の輝度と色度が肌の透明感にどのように影響するかを、主観評価実験によって調べた。その結果、肌の平均輝度が高いほど透明感が高いことが示された。また、高い透明感を与える最適な平均色度は個人差が大きいことが示された。

キーワード：肌, 透明感, 輝度, 色度

1. ま え が き

肌の「透明感」は、今日の化粧業界における商品開発において重要なキーワードである。元来、肌の透明感という言葉は肌の質感を表現する際に常用されているが、実際は個人の主観や経験に左右される指標であり、非常にあいまいな表現であることが問題となっている。また、肌の透明感を決定する視覚的要因も解明されておらず、客観的な定義も不明確である。そのため、肌の透明感という質感表現を客観的に評価する技術が現在求められている¹⁾。言語的な意味合いで言えば、征矢らによる、女性の「透明感のある肌」に対する意識についての言語的概念からの分析を試みた調査から、「透明感のある肌」と高い相関関係にあるのは「にぎりない肌」、「きめの整った肌」という表現であることが報告されている²⁾。この調査におけるクラスター分析の結果から、若年層では「色・形態の均一、にきび」、「うるおい」、「きめ、生まれたての肌」の複合表現である一方、中高年層では「きめ、うるおい」、「色、形態の均一」、「乾燥、にきび」の複合表現であるとの見方もある。これらの結果から、肌の透明感の認知特性には年齢差があることが示唆される。また、肌の透明感日本では常用されている概念であるが、中国や一部の東南アジアを除くと、世界的には概念自体、未だ存在しない地域も存在する²⁾³⁾。

ヒトの肌は表皮、真皮、皮下組織という複数の層で構成される複雑な構造を有している。光学的側面に焦点を当てれば、表皮から入射した光は、それぞれの層で反射、減衰、吸収を繰り返し、その結果として複雑な拡散反射成分と鏡面反射成分の混合光が肌から出てくるため、肌の反射特性

は肌の見え方に大きく影響する⁴⁾。ここで、反射光のうち拡散反射成分の割合が高いほど、すなわち入射光に対する透過光量が多いほど(皮膚内部から多くの光が戻ってくるほど)肌の透明感が高いことが示唆されている³⁾。光は、視覚的に色や輝度で表現されるため、肌の透明感と色や輝度の関係が定量化できれば、肌の透明感の知覚メカニズム解明だけでなく、化粧品等の開発応用にもつながる。そこで本研究では、肌の透明感における色と輝度の影響を調べるために、主観評価実験を実施し、結果を解析した。

2. 実 験

2.1 目 的

ヒトが肌を見るときには、色度、明度、輝度のような測色のパラメータが肌の透明感に関係している。しかし、具体的に何がどのように寄与しているかは明らかではない。本研究では、輝度情報と色度情報が肌の透明感にどのような影響を与えるかを、色情報を定量的に制御した主観評価実験を行うことで調べた。

2.2 実験1：肌の透明感における輝度の影響

肌の輝度分布は肌年齢知覚に影響する⁵⁾が、肌の輝度情報が透明感にどのように影響するかは不明である。そこで、輝度情報が肌の透明感に及ぼす影響を調べるために、100枚の日本人女性の肌の画像から最も一様な色分布をしていた肌を選び、頬のパッチを切出した。肌パッチは正方形で、一辺の長さは200 [pixel] (視角0.34°)であった。液晶モニタ(ColorEdge CG245 W : EIZO)のキャリブレーションデータを用いて画像の三刺激RGB値をXYZ値に変換した。画像パッチの全画素のXYZ値に4種類のゲイン(0.5, 0.75, 1.0, 1.25)を乗じ、xy色度値を一定に保ったまま20.3, 30.4, 40.6, 50.7 [cd/m²]の4段階(Level 1~4)の輝度値を有する画像刺激を作成した(図1)。元画像の撮影環境の照度は598 [lx]だったことから、各輝度レベルの刺激は179, 449,

2014年7月25日受付, 2014年10月3日再受付, 2014年10月30日採録

[†] 横浜国立大学

(〒240-8501 横浜市保土ヶ谷区常盤台79-7, TEL 045-339-4432)

^{††} 花王株式会社 スキンケア研究所

(〒131-8501 墨田区文花2-1-3, TEL 03-5630-9829)

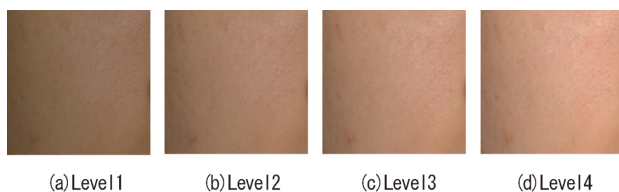


図1 刺激画像

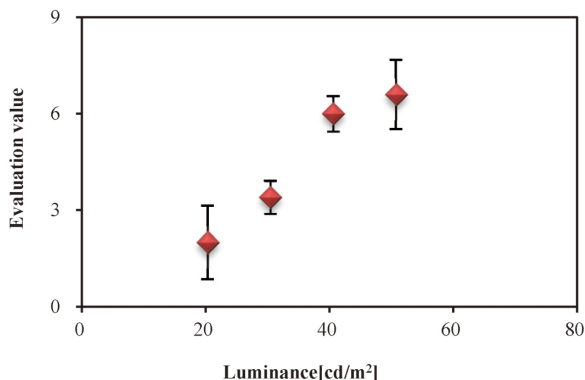


図2 実験1の結果

598, 748 [lx] (Level 1~4) の照度下の肌に対応する。

これらの刺激を用いて透明感に関する主観評価実験を行った。5人の日本人大学生 (21~29歳) が実験に参加した。液晶モニタに呈示される二つの刺激のうち、透明感が高い肌の方を選ぶよう被験者に指示し (一対比較法), 各被験者とも3試行実施した。被験者の構成は, 2型2色覚者1名を含む男性3名, 女性2名の計5名であった。実験は暗室内で行い, ディスプレイ (ColorEdge CG245 W : EIZO) から90cm離れた位置に被験者の顔を顎台に固定した状態でを行い, ディスプレイに刺激を呈示した。実験結果を図2に示す。

図2の結果は, 輝度が高くなるほど被験者が評価する肌の透明感も高くなるという傾向を示した。色覚異常の被験者の結果も, 他の (3色覚) 被験者と差は見られなかった。輝度レベルを要因とし, 1要因被験者内で分散分析を行った。その結果, 輝度レベル間に有意差があった。 ($F(3, 12) = 4.68, p < 0.05$)。これは, 輝度情報が肌の透明感に強く影響を及ぼすことを示している。すなわち, 色度とパターン情報が同一の肌の場合には, 高い拡散反射成分を含む肌, あるいは高い照度で照らされた肌の方が, 相対的に肌の透明感が高いと感じられることが定量的に示された。実際, 肌の視感反射率の個人差は $748/179 = 4.2$ 倍もないため, 刺激の違いのほとんどは照度変化として認識されていたと考えられる。しかし, 今回の輝度レベルの違いがすべて照度レベルの違いとして被験者に認識されていたのかは不明であり, 肌の反射率の違いとして認識されていた可能性もある。今後は肌知覚における照度と反射率の認識特性を含めて検討していく必要があると考えられる。

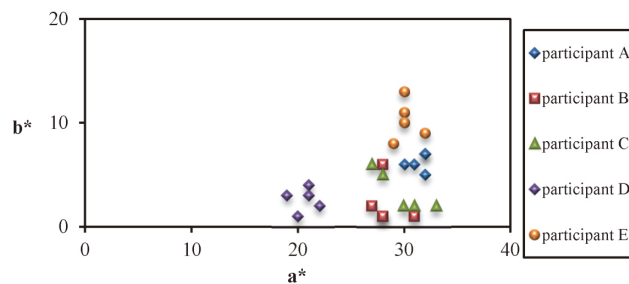


図3 透明感を与える最適色度値 (トライアル毎)

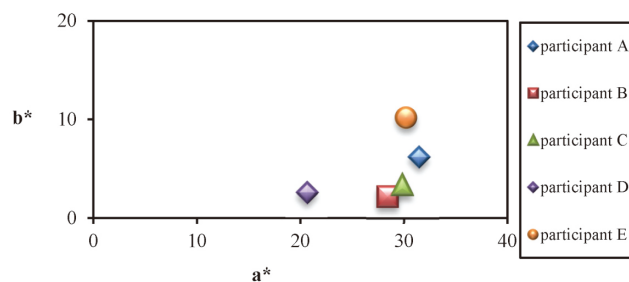


図4 透明感を与える最適色度値 (被験者毎に平均)

2.3 実験2：肌の透明感における色の影響

色度情報が肌の透明感に及ぼす影響を調べるために実験2を行った⁽⁶⁾⁽⁷⁾。2次元色彩計 (UA1000 : Topcon) を用いて, 日本人女性の素肌の顔の色彩情報を測定した。取得した測定データから, 頬の部分の部分を切り出し, 画像パッチを作成した。肌のパッチは正方形であり, 一辺の長さは160 [pixel] (視角 0.28°) であった。画像のXYZ値を $L^*a^*b^*$ 値に変換し, L^* は固定したまま変化させず, a^*, b^* をそれぞれ1ずつ増減させ, 合計2,601 (51×51) 枚の画像を作成した。次に, これらの画像の中から肌の透明感が最も高くなる最適な色度値をもつ画像を被験者に選択させた。被験者は, リアルタイムに肌パッチの色を変えながら最も透明感が高いと知覚する肌のパッチを選択した。各被験者とも5試行実施した。被験者の構成は, 全員視覚健常者で, 男性4名, 女性1名の計5名であった。実験は暗室内で行い, ディスプレイから90cm離れた位置に被験者の顔を顎台に固定した状態でを行い, ディスプレイに刺激を呈示した。

被験者がそれぞれのトライアルで選択した肌の透明感にとって最適な色度の結果を a^*b^* 平面にすべてプロットした (図3)。また, 被験者ごとに平均値を求め, a^*b^* 平面にプロットした (図4)。図3, 図4から, 最適色度はすべての被験者で a^*, b^* とともに正の値であり, 第一象限に分布する傾向がみられた。また, 結果の値は個人差は大きい, 被験者内でのばらつきは小さい。このことは, 被験者が肌の透明感において個々に理想的な色をもっていることを示唆している。さらに, 赤み (a^* 値) の大きい肌の方が, 透明感が高く見えやすい傾向があることが示唆された。

3. むすび

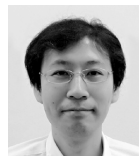
本研究では、肌の輝度情報と色度情報が肌の透明感にどのような影響を与えるかを、色情報を定量的に制御した肌画像を用いて主観評価実験を行った。その結果、肌の平均輝度が高いほど肌の透明感は高く知覚されることが明らかとなった。これは反射率が高い肌または照度が高い環境下で観察した方が、肌の透明感は高く知覚されることを示唆している。また、色度の影響については、透明感を与える色度（最適色度）は個人差が大きいが、個人内では安定していることから、被験者ごとに肌の透明感が高くなる最適色度が存在することが示唆された。この個人差の原因が観察者の視覚特性に依存するのか、好みに影響するのかは不明であるが、肌の透明感の定量化には個人ごとの特性を考慮する必要があることを意味している。この点については、より多くの被験者で同様なデータを取得し、色度情報の影響を多角的に検討する必要があると考えている。

〔文 献〕

- 1) T. Igarashi: "Development of Cosmetics for Controlling Skin Appearances", Kogaku (Japanese Journal of Optics), 43, 7, pp.318-324 (2014)
- 2) T. Seiya, M. Nomura, S. Hayashi, T. Hasegawa: "Facial Distribution of Subcutaneous Fat in Women", Journal of SCCJ, 38, 2, pp.115-124 (2004)
- 3) T. Kuwahara: "Measurement of Skin Translucency", Kogaku (Japanese Journal of Optics), 39, 11, pp.524-528 (2010)
- 4) A. Matsubara: "Differences in the Surface and Subsurface Reflection Characteristics of Facial Skin by Age Group", Skin Research and Technology, 18, 1, pp.29-35 (2011)
- 5) C.A.-Lopera, T. Igarashi, K. Nakao, K. Okajima: "Luminance Distribution Effects on the Visual Quality of Human Skin", Predicting Perceptions : Proceedings of the 3rd International Conference on Appearance, pp.13-16 (2012)
- 6) I.D. Stephen, M.J.L. Smith, M.R. Stirrat and D.I. Perrett: "Facial Skin Coloration Affects Perceived Health of Human Faces", International Journal of Primatology, 30, pp.845-857 (2009)
- 7) H. Zeng and R. Luo: "Modelling Skin Colours for Preferred Colour Reproduction", 17th Color Imaging Conference Final Program and Proceedings, pp.175-180 (2009)



にしむた だい
西牟田 大 2013年、横浜国立大学工学部生産工学科卒業。現在、横浜国立大学大学院環境情報学府情報メディア環境学専攻博士前期課程在学中。肌の見えに関する研究に従事。



い が ら し た か の り
五十嵐崇訓 1998年、早稲田大学大学院理工学研究科博士前期課程修了。同年、花王(株)入社。2003年～2004年、Department of Computer Science, Columbia University 客員研究員。現在、同社スキンケア研究所主任研究員。2012年より、立命館大学大学院情報理工学研究科博士後期課程在学中。現在、画像解析、光学を用いた化粧品製品の製品設計・評価に従事。



お か じ ま か つ の り
岡嶋 克典 1990年、東京工業大学大学院総合理工学研究科物理情報工学専攻博士課程修了。防衛大学校等勤務を経て、現在、横浜国立大学大学院環境情報研究院において、五感工学・質感色彩工学の研究に従事。正会員。