

肌の新しい測定法の開発と肌の現象の解明

著者	舩田 勇二
学位名	博士（工学）
学位の種類	論文博士
報告番号	乙第80号
学位授与年月日	2016-03-23
URL	http://doi.org/10.15118/00008933

		マスダ ユウジ	
氏名		舛田 勇二	
学位論文題目		肌の新しい測定法の開発と肌の現象の解明	
論文審査委員	主査	教授 相津 佳永	
		教授 宮永 滋己	
		教授 酒井 彰	
		教授 長谷川 靖	
		教授 花島 直彦	

論文内容の要旨

2000年を境に化粧品産業において、化粧品の確かな効果効果を求め、その効果を計測による皮膚の客観的な評価法にて証明する機能性化粧品の開発が盛んになっている。このような背景を受け、これまで計測することのできなかった肌特徴の新しい測定法を開発し、開発した機器による肌の計測によりこれまで解明されていなかった肌の現象を明らかにした。また、得られた肌の知見による新しい分野の化粧料開発を行い、その客観的な有効性の確認を行った。

初めに、**Lambert-Beer** 法則を皮膚の光学モデルに適用し、皮膚分光反射率曲線の逆数の対数を吸収曲線とみなし、メラニンおよびヘモグロビンの各吸光度で重回帰分析することで皮膚内の色素成分であるメラニン・ヘモグロビンの量を推定する方法を開発した。これまでは皮膚色の変化を解析する場合、明るくなった、赤くなったなどの色彩学的な観点での解析しか行えなかったが、本手法により皮膚色の変化を、メラニン量、ヘモグロビン量、ヘモグロビン酸素飽和度といった皮膚生理パラメーターで論じられるようになり、後述する肌の透明感、目周りのくまを解明する際に、大変有益であった。

共焦点顕微鏡を用いて皮膚を転写したレプリカを計測することで皮膚表面の三次元形状を取得し、解析することで皮溝、皮丘の形態変化を精密に計測する方法を開発した。開発した解析法を用いて、キメや毛穴の形態的特徴の加齢による変化を明らかにした。本手法は化粧品によるキメ改善効果の解析に大変有益であった。

肌の透明感の解明研究においては、透明感を計測する手法を研究することで、透明感が肌内部からの光の強さに起因することを明らかにした。また、これまで述べてきた開発した手法を活用して、透明感が生まれる肌の皮膚生理現象を解明することで美白効果、キメ改善効果、保湿効果を合わせ持つ化粧料が透明感の向上に有効で

あることを実証した。

目周りのくまの解明研究においては、目のくま部位を対象に開発した皮膚のスペクトル解析を実施することで、くまの主要因が「鬱血」と「メラニンの色素沈着」であることを明らかにした。また、くまの要因に対応して「血行促進剤」「美白剤」「保湿剤」を配合した美容液に高いくま改善効果があることを実証し、くま対応化粧品と言った分野を確立した。

ABSTRACT

In the 21st century, development of functional cosmetics that have a definite effect and are proved by evaluation method objectively becomes popular. Thus, we developed the new measurement method of skin characteristics and made clear a phenomenon of the skin which was not elucidated by the developed measurement method. In addition, we performed a new field cosmetics development by the knowledge of provided skin and confirmed the objective effectiveness.

It is crucial to develop accurate measuring method for skin pigmentation in preparation of effective whitening agents or cosmetics. We have developed the method to calculate the concentration of melanin and hemoglobin from skin reflection spectrum using multiple regression analysis, assuming that Lambert-Beer's law is applicable to skin reflection spectrum among 500-700nm and that the absorption spectra of skin is expressed as linear summation of melanin in epidermis, hemoglobin in vessel blood and absorption in dermis. This method can estimate skin pigmentation quantitatively without influence of pimples and reddish face. So, it seems to be very useful in the efficacy test of depigmentation products.

Skin surface micro-topography (SSMT), consisting of pores, ridges and furrows, reflects the skin condition and is an important factor determining the aesthetics of the skin. To improve the accuracy of SSMT analysis, we established a three-dimensional analysis method and developed various parameters including the skin ridge number, and applied the method to study the age-dependent change in skin. The method proposed to analyze SSMT three-dimensionally is an effective tool with which the condition of the skin is characterized.

Transparency of the skin is an important factor for realizing beautiful skin, but it is unclear how skin physiological characteristics can give transparency. We developed an optical instrument that could independently measure a diffuse

reflection as well as a specular reflection and analyzed the relationship among skin transparency and reflection light. It was shown that there was a strong positive correlation between the skin transparency and the intensity of the diffuse reflection light. The results of analysis showed that a highly transparent skin has a fine skin surface texture with a high hydration of stratum corneum, a low melanin content and a low hemoglobin content. On the basis of these results, we developed an essence that can improve skin transparency.

We have examined dark eye circles dermatologically and made clear the factor related to it. An increased amount of hemoglobin and decreased hemoglobin oxygen saturation were observed at the site of dark eye circles. We also observed that the blood flow rate was slow at dark eye circles in comparison with cheek. On the basis of these results, we developed anti-dark eye circle cosmetics that can improve blood circulation, reduce melanin content and maintain high moisture retention in the skin. After three weeks usage of this product, it was confirmed that dark eye circles were improved, judging from the result of non-invasive instrumental measurements.

論文審査結果の要旨

化粧品産業において、化粧品に確かな効能効果を求め、その効果を計測による客観的な評価法にて証明する機能性化粧品の開発が盛んになっている。このような機能性化粧品の開発には、これまで計測することのできなかつた肌特徴の測定法の開発が不可欠である。このような現状から、様々な分野で活用されている計測法を肌の測定に応用することを目指した試みがなされてきたが、皮膚の特徴に十分適合した結果が得られていなかった。

本論文では、皮膚の光学・形状特性に基づいた解析を行うことでこれまで計測できなかつた皮膚の特徴の解析法を確立し、開発された評価法を皮膚測定に応用することで、これまで明らかにされていなかった皮膚の現象を解明、計測し、それらに対応する機能性化粧料の提案にまでつなげている。

新規な皮膚の評価法として、2つの評価法を提案している。1つは皮膚の反射スペクトルから皮膚内の成分量を算出する方法であり、Lambert-Beer法則を皮膚の光学モデルに適用することで、皮膚分光反射率曲線の逆数の対数を吸収曲線とみなし、メラニンおよびヘモグロビンの各吸光度で重回帰分析することにより、皮膚内の色素成分であるメラニン・ヘモグロビンの量を推定している。これまでは皮膚色の変化を解析する場合、明るくなった、赤くなったなどの色彩学的な観点での解析しか

行えなかったが、本手法により皮膚色の変化を、メラニン量、ヘモグロビン量、ヘモグロビン酸素飽和度といった皮膚内の色素に関する成分量の変化で論じられるようになり、後述する透明感、目の下のくまなどの肌の現象を解明する際に、大変有益である。

2つ目の評価法は、皮膚表面形態の特徴を数値化する方法である。共焦点顕微鏡を用いて皮膚を転写したレプリカを3D計測、解析することで皮溝、皮丘、毛穴の形態を精密に計測する方法である。本手法により様々な条件での皮膚表面の状態を解析できるようになった。

これらの成果の化粧品産業への応用として、開発した評価法を肌の測定に適用することで肌の透明感、目の下のくまといったこれまで明らかにされていなかった肌の現象を解明し、計測する手法を提案している。未解明な肌の現象を計測できる手段を実現することで、それらに対応する機能性化粧料の提案とその効果の実証を行っている。

以上、本研究で得られた成果は、光学及び画像計測法の肌測定、化粧品評価の分野への応用に大きく貢献するものであると考えられる。よって、本論文著者は博士(工学)の学位を授与される資格があるものと認める。