

論 文 要 旨

2017 年 3 月 10 日

※報告番号	第 号	氏 名	河野 貴裕
<p>主論文題名</p> <p>人の皮膚の光物性計測装置の開発</p>			
<p>内容の要旨</p> <p>人の皮膚における光の伝播に関する研究は、化粧、映像（CG）技術、医療分野など様々な分野での応用に向けて、盛んに進められている。</p> <p>化粧品業界では、特にスキンケア商品の宣伝において、「透明感」「みずみずしさ」など、決められた定義のない言葉によってその効果が表現されている。そのため、その商品の効果が具体的には分からないまま、ブランドのイメージや広告の言葉を信じることしかできない。これは、未だ、人の皮膚の見た目と決定づける物理量による標準的な指標がないことが原因の一つである。従って、この問題を解決するためには、見た目を評価可能な指標および、それが容易に計測可能な装置の開発が必要とされる。人の皮膚に光が入射した時、そのエネルギーの大部分（93～96%）は皮膚内部に浸透し、吸収されるか散乱を繰り返し再び皮膚の外に出て行く。この皮膚内部での光伝播を特徴付けるのが光物性である。しかしながら、大部分のエネルギーを持つ皮膚内部に関する光物性と見た目との研究はほとんど無い。これは、化粧品業界で使用できる、容易な皮膚内部の光物性を計測可能な装置が無いことが原因である。</p> <p>また、医療業界においては、皮膚に対する光線力学的治療（シミやホクロの除去、美容整形、様々な皮膚疾患の治療など）が急速に進歩しており、家庭用の治療機器も販売されるようになってきている。しかしながら、皮膚に対するそれらの治療のメカニズムは、未だ十分に明らかになっておらず、治療成果が得られないだけでなく、医療トラブルを生じることも少なくない現状にある。この治療のメカニズムや光を利用した病気の診断や治療のために、多くの研究者が皮膚内部の光物性に関する研究を進めてきた。</p> <p>本研究では、多くの分野で需要を持つ、皮膚内部の光物性を、容易に、かつ迅速に計測可能になる装置開発を第一の目的とした。この研究の中で、計測装置の光学システムが計測制度に与える影響を明らかにするとともに、高精度な計測を可能にする光物性の計測装置の開発に成功した。本研究で開発した装置は、高精度だけでなく、容易かつ短時間での計測が可能にした。計測は、縞状の光を皮膚に照射し、その反射光の分布をカメラによって撮影するという単</p>			

純な構造をしており、写真撮影に1秒、光物性値の推定に約5秒と短時間に物性推定まで行える。また、装置の持ち運びも容易で、様々な目的に応じて場所や対象を変えて、計測を行える特徴も持つ。これにより、様々な分野での応用が期待出来る。

本研究では、この計測装置の開発だけでなく、応用の例として、幾つかの計測を行った。その一つとして、皮膚の水分量を変えた際の、光物性の変化を計測した。一般的に、風呂上がりなど、水分を含み潤っている皮膚は綺麗に見えると言われる。本計測装置の皮膚の見た目を評価する上での有用性を示す一例として、この水分量の変化を光物性の変化として捉えられるか試みた。計測の結果、皮膚の水分量の違いで生じるわずかな見た目の違いを光物性の違いとして、本計測装置を用いることにより捉えられることが示された。

また、年齢や性別、体の部位、人種などで皮膚の光物性がどのような違いを持つかといった、応用をする上で基礎となるデータが未だ足りていない現状にある。そこで、本研究では、今後の応用へ向けたデータベースとなりうる、日本人の皮膚の標準的な光物性値を知るためにも、計198名の日本人の皮膚の光物性を①手を軽く握った時の親指と人差し指の間、②手の甲、③頬、④前腕内側、の4か所の異なる部位で計測を行った。これは、化粧品分野での皮膚の見た目と関連した応用と、医療分野での光線力学的治療の基礎データとして、これまでに報告されていない、重要なデータとなる。これにより、部位の違いや性別、年齢によって光物性がどのように異なってくるかを明らかにした。結果として、一般的に、肌が美しく見えると言われる女性・若い年齢に着目すると、吸収係数がより低く・散乱係数がより高いほど、肌が美しく見えるということが示唆される結果が得られた。

さらに、本計測手法の応用として、皮膚の層構造の光物性を捉える、新たな計測手法の検討も行った。皮膚は、多数の複雑な層構造を持っており、どの部位に、光学的な特徴を持つのかを知ることは、特に医療分野では重要なデータとなる。計測手法としては、縞状の光を照射する方法は、上記の計測装置と同じだが、本研究により、照射する縞状の光の明暗の間隔を変えることで光物性の計測に関わる深さを変更可能であること明らかにした。また、一例ではあるが、実際に皮膚の表皮層と真皮層の光物性の違いを計測にも成功した。計測装置の開発が必要なことが課題であるが、この成果により、さらなる応用への発展も期待出来る。