

赤色 LED-OCT を用いた化粧剤塗膜特性の解析

Optical measurement of foundation films using a red-LED optical coherence tomographic technique

東京農工大学工学部¹, 東京農工大学 BASE², 花王(株)³ ○宮本 汐里¹, 次田哲也³, 岩井俊昭²

Tokyo Univ. of Agri. and Tech., Fac. of Eng., Tokyo Univ. of Agri. and Tech., BASE

Kao Corp., Inst. of Beauty Creation Beauty Research Center, ○Shiori Miyamoto¹, Tetsuya Tsugita³, Toshiaki Iwai²

E-mail: tiwai@cc.tuat.ac.jp

1. はじめに

Optical Coherence Tomography(OCT)とは、低コヒーレンス光源を有するマイケルソン干渉計を利用し、生体組織の断層像を非破壊、非接触で撮像する手法である。我々は、可視域 LED を光源とする OCT システムの構築を行ってきた。本研究では、その性能実証として、人工皮膚レプリカに施した化粧剤塗膜の評価を行なった。

2. LED 光源 Full-Field OCT の原理

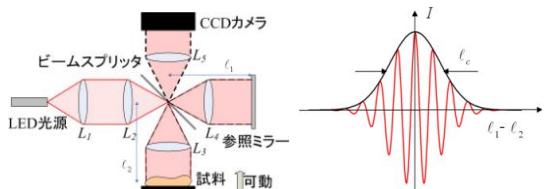


図 1 Full-Field OCT 構成図

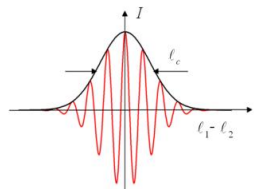


図 2 干渉信号

図 1 に Full-Field OCT (FF-OCT) 実験系の構成図を示す。LED 光源から出射された光は、ビームスプリッタで二分割され、試料と参照鏡に平行照射される。それぞれからの反射光は、ビームスプリッタで再結合され、CCD カメラで干渉強度として検出される。ここで、参照光と信号光の光路差は $|2(l_1 - l_2)|$ となる。図 2 に示すように、ガウス型パワースペクトルを有する光源のコヒーレンス長を l_c とすると、光路差が $|2(l_1 - l_2)| < l_c$ の条件を満たすとき、ガウス型の包絡線をもつ干渉信号が観測され、 $l_1 = l_2$ で最大振幅となる。この原理に基づいて、試料ステージを光軸方向に走査させることによって、局在する干渉信号を検出し、試料の深さ方向の三次元断層画像を得る。

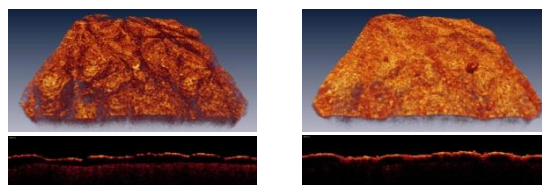
3. 実験

図 1 に示す FF-OCT 実験系に、光源として中心波長 640nm の赤色 LED を用いて三次元イメージングを行う。本実験で用いた皮膚レプリカは、試料にヒト皮膚表面の微細な凹凸を転写した透明な薄いウレタンと肌色のシリコンの 2 層で構成される。この表面に、化粧剤を塗布する前後ならびに塗布回数を変化させた場合について、光侵達分布と塗膜厚と表面の平坦性について検討する。

図 3 には、計測された三次元 OCT 像と二次元 OCT 像

を示す。計測範囲は $1\text{mm} \times 1\text{mm} \times 200\mu\text{m}$ である。

図 3 をみると、化粧剤を塗布することにより、表面付近の拡散反射光の増大と内部組織から戻ってくる拡散光の減少が見られる。このような光の伝播特性の変化は、皮膚表面付近の明るさを増大させることとメラニン等皮膚内部組織を見えなくするマスク効果を実現していることを示しており、本測定法によって塗膜と皮膚における光の伝播特性を計測できることを示す。



(a)未塗布

(b)2 回塗布

図 3 皮膚レプリカの三次元、二次元 OCT 像

図 4 は同位置の化粧剤未塗布と塗布皮膚レプリカ OCT 像から、表面形状を抽出したものである。化粧剤がどこに、どのように塗布されているかを評価できる。

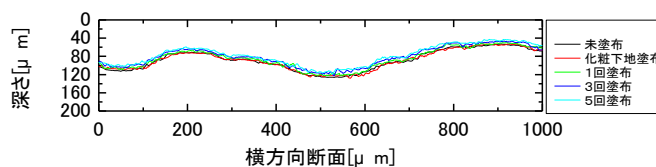
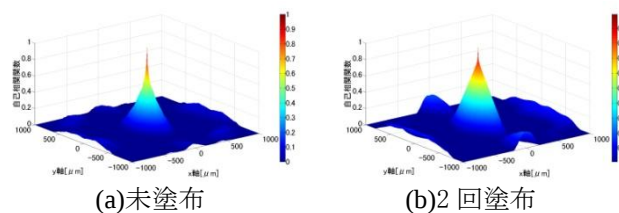


図 4 化粧剤未塗布、塗布皮膚レプリカの表面形状

表面形状の定量的評価の一つとして、空間的自己相関関数を用いる。図 5 を見ると、化粧剤を塗布することにより、空間的自己相関関数の相関長が長くなっており、平坦性が向上したことを示している。



(a)未塗布

(b)2 回塗布

図 5 三次元空間的自己相関関数

以上により、赤色 LED-OCT により、光侵達分布と表面形状を評価できることを示した。講演では、定量的な詳細報告を行う。