

**肌を傷つけることなく、ヒトの肌内部をカラーで可視化
紫外線が当たりやすい頬の肌の真皮が、相対的に黄色化していることを確認
ワンショットで肌内部を観察できる断層画像解析システムを新開発**

平成 28 年 11 月 7 日

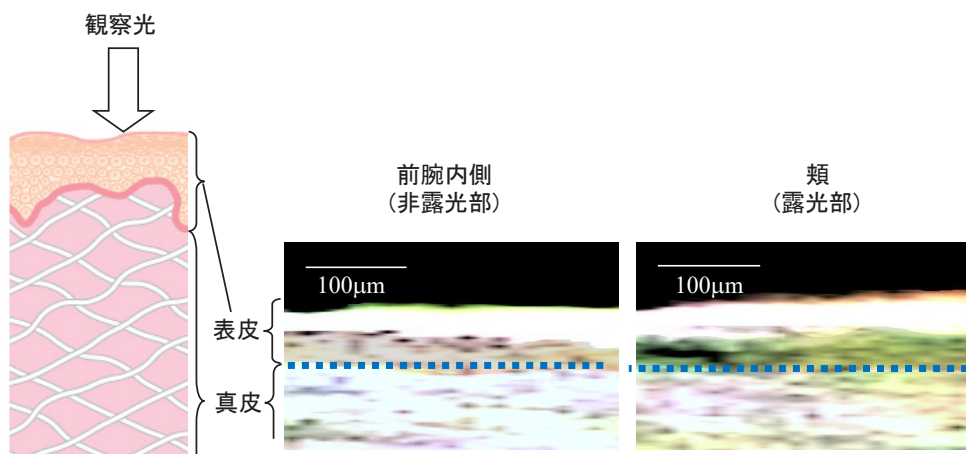
富士フイルム株式会社（社長：助野 健児）は、これまでに培ってきた光学解析技術を応用した断層画像解析システム「ワンショットフルカラー SD-OCT」（以下、本システム）を開発し、肌を傷つけることなく、ヒトの肌内部をカラーの断層画像で可視化することに成功しました。また、本システムで19名の女性の肌を観察し、紫外線が当たりやすい頬の肌の真皮の色味が、紫外線が当たりにくい前腕内側のそれと比べて、黄色化していることを確認しました。今後、当社は本システムを、透明感のある肌へと導く美白化粧品などスキンケア化粧品の開発に活用していきます。なお、本システムについて平成28年11月17日から国立大学法人東京工業大学で開催される「3rd International Workshop on Image Sensors and Imaging Systems」にて発表いたします。

■研究の背景

近年、肌の黄色化やくすみの一因として、肌内部、特に真皮の色味の変化に注目が集まっています。ヒトの肌は、呼吸や拍動などによる動きがあり、また表皮、真皮など複数の層から構成されています。そのため、肌内部の色味を観察するには、層ごとの色情報を瞬時に、きめ細かく取得する必要があります。その困難さゆえに、これまでの真皮の色味に関する研究は、主に外科的手法を用いて切除した皮膚の観察や、光学シミュレーションによる色味の推定に限られていました。

当社は、これまでにインクなどの高濃度分散液に配合されている粒子に光を当て、単散乱光^{*1}だけを解析して粒子径を測定したり、高性能フィルムの表面にある分子の向きを光で測定するといった光学解析技術を培ってきました。当社は、これらの技術を応用し、特定波長の可視光や紫外光を用いて、肌を傷つけることなく、ヒトの肌内部をモノクロの断層画像として可視化する当社独自の解析システム「ワンショット紫外-可視分光SD-OCT」^{*2}を開発。紫外線の肌内部への進達状況や、肌内部の構造と肌の見え方の関係を明らかにしてきました。そして今回、同システムを応用し、肌内部をカラーで可視化するシステムの開発に取り組みました。

【図 1】 前腕内側と頬の肌のカラー断層画像（20～50代女性の代表例）



本システムで撮影した肌のカラー断層画像。紫外線が当たりにくい前腕内側（左、非露光部）と、紫外線が当たりやすい頬（右、露光部）の画像を比べると、後者の真皮の方が黄色味かかっていることが分かる。

■研究成果

1. 「ワンショットフルカラー SD-OCT」を開発し、肌を傷つけることなく、肌内部をカラーで可視化することに成功
ヒトの肌は、場所によって表皮の厚みや真皮のコラーゲンの状態が異なります。このような不均一な構造体の内部構造をカラーの断層画像として可視化するためには、光の三原色（青、緑、赤）の情報を同一箇所ですべて1回の撮影で取得する必要があります。

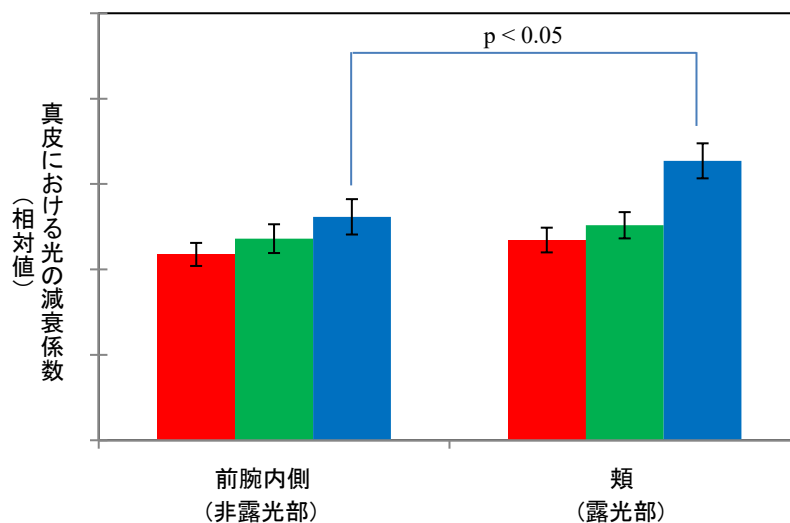
今回開発した本システムは、当社独自の光学設計技術を活用しており、肌内部での光の挙動を3色同時に捉えることが可能です。ワンショットで瞬時にカラーの断層画像が得られるため、対象物を長時間固定する必要がありません。さらに、皮膚上層の散乱や吸収で減衰してしまう光の影響を補正する画像処理法を独自開発することで、肌を傷つけることなく、肌内部をカラーで可視化することに成功しました。

2. 紫外線が当たりやすい頬の真皮が、相対的に黄色化していることを確認

本システムを用いて、日常的に紫外線に当たりやすい頬（露光部）と、当たりにくい前腕内側（非露光部）の肌内部のカラー断層画像を取得しました（【図1】参照）。さらに、20～50代の女性被験者19名について、取得したカラー断層画像から真皮の色味の指標となる減衰係数^{*3}を計測したところ、前腕内側に比べて、頬では三原色のうち青色の光に対応する減衰係数だけが有意に大きくなっていることが分かりました。一般的に、黄色い物体は、緑色や赤色の光に比べて青色の光を強く減衰させることから、頬の真皮は前腕内側に比べて相対的に黄色味が強くなっていることを確認しました（【図2】参照）。この結果から、紫外線は肌の深層にある真皮にまで届き、20～50代と幅広い年代の女性の真皮を黄色化させる一因である可能性が示唆されます。これを踏まえ、当社は紫外線による真皮の黄色化を抑制し、透明感のある肌へと導く美白化粧品を開発を進めていきます。

また、本システムにより、同一被験者の肌の経年観察や、多数の被験者データを統計的に扱うことができるようになりました。当社は、本システムを新たなスキンケア化粧品の開発にも役立てていきます。

【図2】 前腕内側（非露光部）と頬（露光部）の真皮における光の減衰係数（20～50代女性，n=19）



本システムで撮影した肌のカラー断層画像の各色のデータから計測した真皮の減衰係数。赤色および緑色の光に対応する減衰係数には、測定部位間で差が無かった。これに対し、頬における青色の光に対応する減衰係数は、前腕内側に比べて有意に大きい値を示すことが分かった。

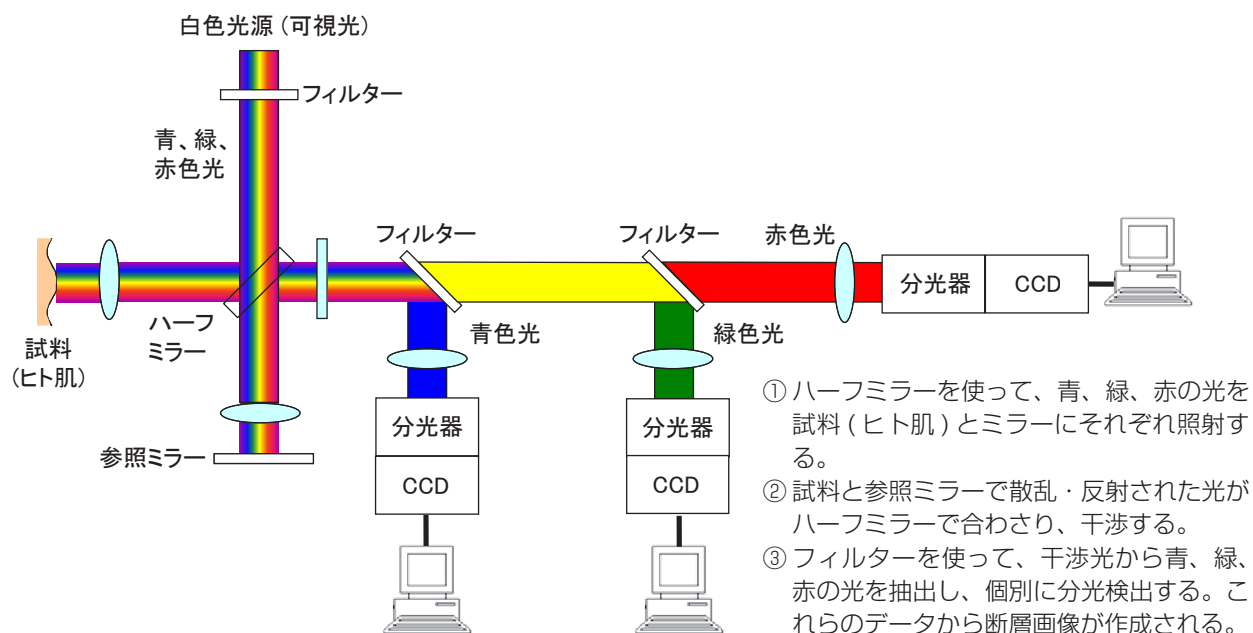
【ワンショットフルカラー SD-OCTの特長と仕組み】

可視光を光源として光の三原色の情報を同時に取得する OCT 装置（【図3】参照）。スペクトラルドメイン方式^{*4}を採用し、数十 ms^{*5}と極めて短い時間で対象物のカラー断層画像が得られる設計とすることで、長時間固定が難しいヒトの肌の観察を可能にしました。さらに、各色の情報を個別の分光器で分けて検出することで波長分解能が向上し、真皮までの深い領域の情報を得られるようになりました。本システムを用いて色標準のカラー断層画像を取得し、一定の範囲で色再現ができることを確認しました（【図4】参照）。

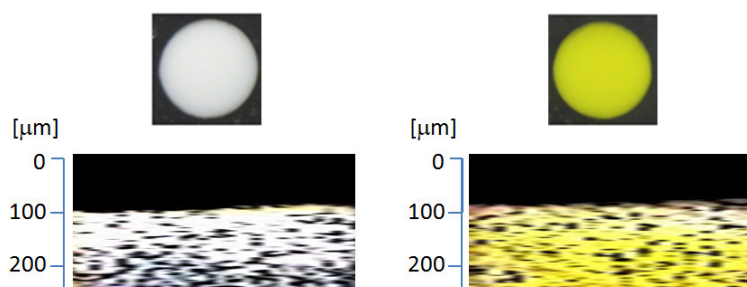
<主な特長>

1. カラー画像を構築するために必要な三原色（青、緑、赤）の情報をワンショットで撮影。
2. 一枚の断層画像の取得に必要な時間は数十 ms と短く、動きのある対象物に対応可能。
3. 肌表面から数百ミクロンの場所にある真皮の情報を、ミクロンオーダーの空間分解能で取得。

【図3】 ワンショットフルカラー SD-OCT の仕組み



【図4】 色標準サンプルの写真と断層画像



顔料を用いて数百ミクロン厚の均一な色標準サンプルを作成し、本システムで断層画像を撮影した。その結果、見た目の色味（上図）に対応する断層画像が得られることを確認した。

- ※1 粒子が高濃度に分散された液中に光を照射すると、光が単一の粒子だけでなく、複数の粒子により散乱される現象が起こる(多重散乱)。粒子径を測定するには、散乱光のうち、単一の粒子に散乱(単散乱)された光だけを検出する必要がある。
- ※2 光は重なり合った時に、お互いの強度(振幅)を強め合ったり打ち消し合ったりする「干渉」という性質を持つ。本装置は、参照ミラーを動かすことなく、波長固定光源と分光器を用いて光干渉を行うスペクトラルドメイン型で、肌の内部から戻ってきた測定光を参照光と干渉させることで、測定光の深さ方向の分布を計測し、肌を傷つけることなく生体組織深くの断層画像を得られる。参照ミラーを動かす必要がないので、数十msという瞬時の撮影ができ、当社独自の光学設計技術を活用することで、ワンショット(1回の撮影)で断層画像を得ることが可能。
- ※3 光が物質内部を一定距離進む際に、どの程度減衰するかを表す指標。数値が大きいほど、光が減衰していることを示している。
- ※4 参照ミラーを動かすことなく、波長固定光源と分光器を用いて光干渉を行う手法。参照ミラーを動かす必要がないので、数十msという短時間で測定が可能。
- ※5 ミリ秒。1msは、1000分の1秒。

本件に関するお問い合わせは、下記にお願いいたします。

<報道関係>

富士フイルム株式会社 コーポレートコミュニケーション部

TEL 03-6271-2000

<今回の研究に関するお問い合わせ>

株式会社 富士フイルム ヘルスケア ラボラトリー ブランドマネージメント部

☎ 0120-186-833