

2006年3月1日

新技術：高速光干渉断層計「波長走査型OCT」を応用
「構造認識アルゴリズム（計算手法）」の開発により
皮膚を傷つせずに「皮膚内部立体構造の画像化」と「部位の分離、定量解析」を実現

株式会社カネボウ化粧品

当社・基盤技術研究所は、筑波大学・計算光学グループとの共同研究により、高速光干渉断層計「波長走査型OCT」を用い、皮膚内部の構造を実用レベルで3次元画像化すると同時に、新しい構造を認識する計算手法により、皮膚を部位ごとに分離して定量的に解析することに成功しました。これにより、人の皮膚を傷つけることなく内部の立体構造を解析することが可能になるため、皮膚表面の形態と内部構造との関わりについての研究や、スキンケア化粧品使用前後における皮膚内部の変化などの評価を、メスを使わずに実際に人を対象としてできるようになります。

この研究結果は、これまでの皮膚表面における変化を中心とした化粧品の有用性評価研究に加え、同時に皮膚内部の変化の評価が可能になることを意味し、今後の化粧品や有用成分の開発に大きく貢献できると考えています。

皮膚表面の形状と皮膚内部構造の関わり

皮膚は角層、表皮、真皮、血管、皮脂腺、汗腺などからなる、非常に複雑な構造物であり（図1）、皮膚表面にできるシワやたるみ、毛穴の開きなどは、表皮、真皮、皮脂腺など皮膚内部の構造変化によって引き起こされると考えられています。皮膚表面の形状変化と内部の構造変化を同時に見ることは、皮膚科学、化粧品科学において非常に重要なテーマです。医学分野では、内部の構造を見るために組織を取り出して観察する方法（組織切片、図2）がこれまでよく用いられました。しかし、この方法はメス等で皮膚を切り出すことから、化粧品科学に応用する場合、化粧品の効果を経時的に調べられないだけでなく、切り出すことによって皮膚表面や内部の形状が変化してしまうという問題点がありました。

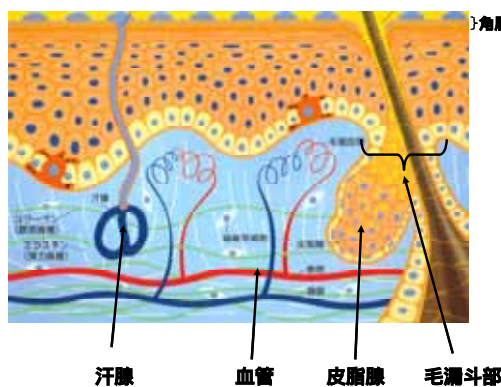


図1．皮膚の模式図

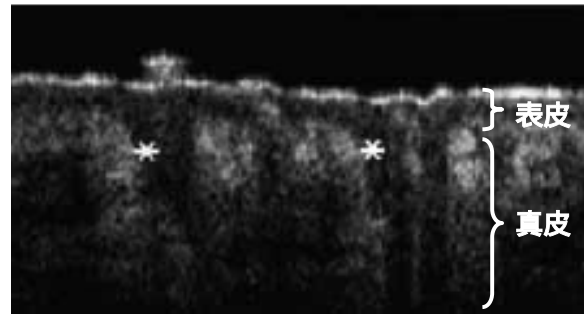


図2．皮膚の組織切片

画期的技術：高速光干渉断層計「波長走査型 OCT」による皮膚構造の観察

メスを使わずに皮膚の内部を見るためには、超音波画像や共焦点顕微鏡による観察方法があります。しかし、直接接触することで皮膚表面を変形させてしまったり、解像度が悪い、皮膚深部の観察ができないなどの課題がありました。

一方、光干渉断層法(OCT:Optical Coherence Tomography)は、光を測定対象に当て、戻ってきた光の干渉を解析することによってレントゲンのような2次元の画像(図3)を構築する方法です。きわめて安全で痛みは一切なく、眼科領域では目の内部構造を調べる有力な方法として知られています。しかし、化粧品科学においては、2次元の画像、つまり皮膚組織の断層像1枚では、皮膚表面の形状との関連を調べることは不可能でした。そこで当社は、筑波大学(計算光学グループ)が開発中の次世代OCT、「波長走査型OCT」に着目。筑波大学との共同研究を進め、「波長走査型OCT」による皮膚構造の観察を試みました。



Welzel, Skin.Res.Tech.(2001)

図3 . 皮膚の2次元 OCT 像

皮膚内部の3次元画像を、コンピューター上に素早く映し出すことに成功

従来の2次元画像でも、部位を少しずつずらして撮影し、それらを順に重ねれば3次元画像が得られることとなります。しかし、例えば四方4mm幅の3次元画像をつくるためには、2次元画像が200枚必要になります。これまでのOCT(時間領域型OCT)では、2次元画像1枚を撮影するのに約2秒かかっていたため、撮影中对象物が動いたりすると安定した3次元画像を組み立てることが不可能という問題点がありました。

「波長走査型OCT」には、この2次元データ収集速度が著しく速い、という特長があります。スキャナー

のように皮膚をスキャンする撮影方法で、1秒間で100枚もの連続した2次元画像データを収集することができます。この膨大なデータをもとに皮膚表面と内部構造を同時に観察できる3次元データを再構築します。つまり、コンピューターの中で皮膚の3次元画像を映し出すことができるようになるのです。(図4)

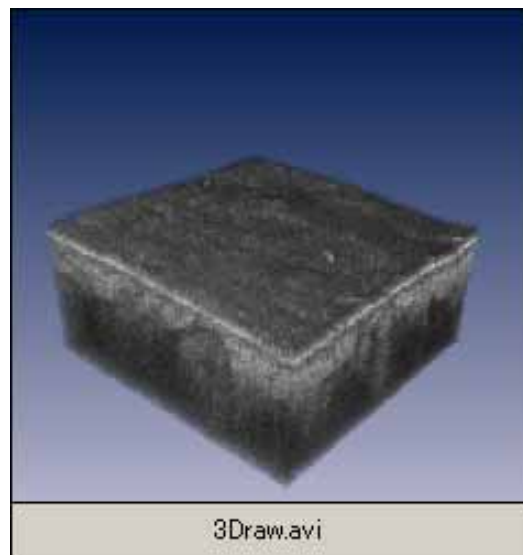


図4 . 「波長走査型 OCT」で得られた皮膚3次元画像

皮膚内の部位をコンピューター上で自由に抽出、定量解析にも成功

この3次元画像データに特定のアルゴリズム（計算手法）を与えると、各部位がコンピューター上で自由に取り出せるようになります。その試みとして、当社は、光の情報を皮膚内部構造の情報に変えるアルゴリズムを筑波大学と開発し、このアルゴリズムによってコンピューター上で内部構造の一つである表皮部分を自動的に取り出し、真皮と分離させることに成功しました。これは、表皮、真皮といった構造物に対する光の通りやすさ等の性質がそれぞれ異なることを利用したものです。これにより、分離した表皮を用いて表皮の厚さの分布の様子を調べるといった、定量解析もできるようになります。

また、自動的に毛漏斗部の分離を行うアルゴリズムも提案しました。毛漏斗部とは毛穴を構成している毛包器官の一部で、表皮が真皮に陥入した部分です。この陥入部分は皮脂腺へとつながっており、毛穴、皮脂分泌、ニキビの発生などに関係がある非常に重要な部位です。この部位の光の散乱性質を利用して、真皮部分から毛漏斗部分だけを分離することにも成功しました。これにより毛漏斗部の皮膚での存在密度、占有度を詳しく調べることができるようになるため（表1）例えば、皮脂分泌と毛漏斗部密度や大きさとの関わりがわかるようになります。

表1．額毛漏斗部の密度と占有度

	毛漏斗部密度 (個/cm ²)	毛漏斗占有度 (%)
パネルー1	225	20.9
パネルー2	194	19.9
パネルー3	181	21.6
パネルー4	181	20.3
パネルー5	188	22.4
平均値	194	21.0

パネルー: 男性額部

皮膚表面と皮膚内部構造を同時に観察することが可能に

さらに、表皮や毛漏斗の部分の色分けして観察すると、それらの関わりがよりわかりやすくなります（図5）。

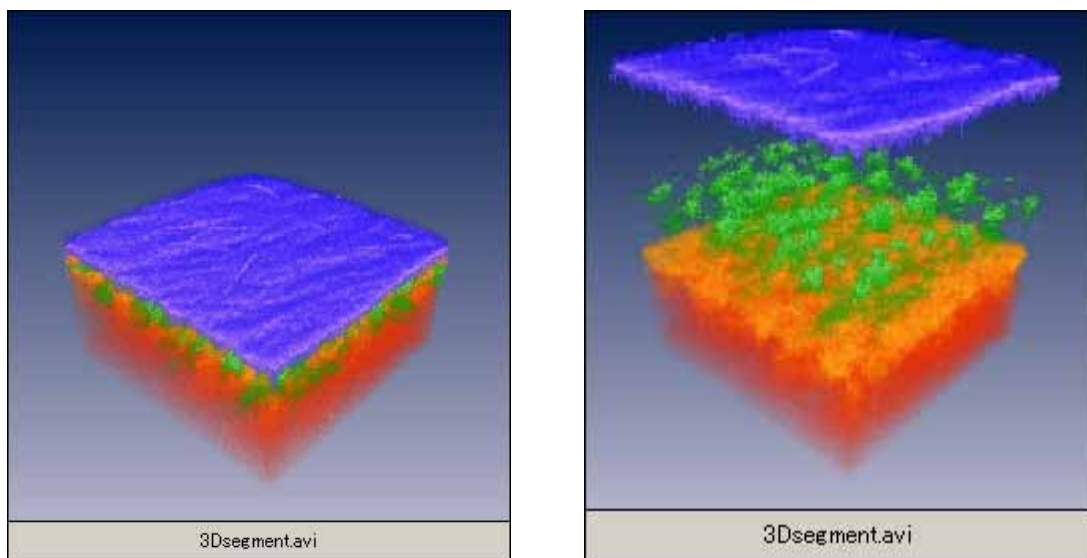
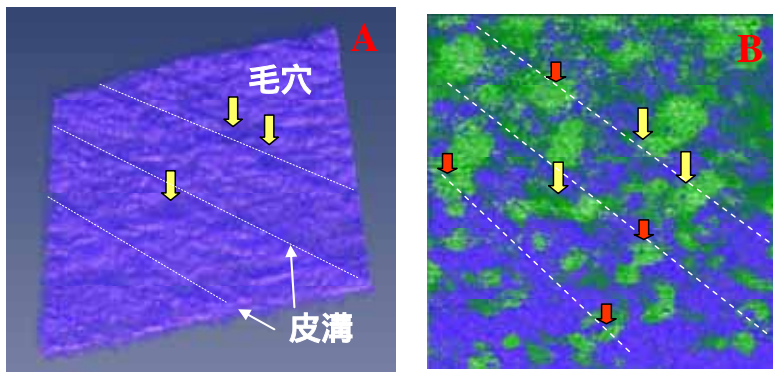


図5．左：表皮（青）、毛漏斗部（緑）、真皮（赤）を色分けした図
右：色分けした表皮、毛漏斗部、真皮を分離した図

また、例えば、分離した表皮と毛漏斗部を重ねてみることもできます。それにより皮溝と毛穴など皮膚表面の形状と毛漏斗部の分布や大きさとの関わりが明確になります（図6）。



A：分離表皮

B：表皮と毛漏斗部を重ねて真上から観察。毛漏斗部（緑）と毛穴、皮溝の位置関係がわかります。

図6．分離した表皮と毛漏斗部を重ねあわせた図

黄色矢印：毛穴にともなった毛漏斗部

赤色矢印：皮溝にともなった毛漏斗部

解析技術のさらなる向上を目指す

今回、当社は皮膚に傷をつけずに皮膚表面と皮膚内部構造を同時観察、計測するアルゴリズムを世界で初めて提案することができました。今後も、アルゴリズムの工夫や照射する光の性質を変えることによって、さらに多くの皮膚内部構造の様々な情報を画像化、計測することを筑波大学との共同研究テーマとして掲げていきます。これらの技術により、いままで困難であった「皮膚表面と内部構造との関係の研究」や、「化粧品の新しい効果効能評価」に道が開かれることが期待できます。

以上

对外発表予定

(1) Biomedical Optics Topical Meeting 2006 (Optical society of America) March 19-23, 2006
Fort Lauderdale Marina Marriott ,Fort Lauderdale, Florida, USA

(2) 日本研究皮膚科学会 2006.5.31-6.2 国立京都国際会館