最新表面科学講座（第XIX講）
J. Jpn. Soc. Colour Mater., **87**〔1〕，25–30（2014）

# 毛髪の表面科学
# ～AFM（QFM）による摩擦特性解析～

定家惠実*,†

*ライオン㈱分析技術センター　東京都江戸川区平井7-2-1（〒132-0035）
† Corresponding Author, E-mail: msadaie@lion.co.jp

（2012年12月28日受付，2013年7月11日受理）

**要　　旨**

毛髪外層はキューティクルという厚さ0.5 μmほどの板状細胞が5～10層ほど積層しており，さらにその表面はタンパク質にチオエステル結合した18-メチルエイコサン酸（18-MEA）の単分子膜層で覆われている。分子レベルの摩擦力を検出できる摩擦力顕微鏡（FFM）から定量的摩擦力マップ（QFM）を作成し，毛髪本来の構造が保持されている根元部及び損傷を受けている毛先部の摩擦特性を調べた結果，さまざまな摩擦特性の違いが明らかになった。摩擦特性の違いから考察される毛髪表面の微細形状や化学構造について述べる。

キーワード：毛髪表面，摩擦，18-メチルエイコサン酸，摩擦力顕微鏡

## 1. はじめに

毛髪は頭を外部の刺激から保護するのが生物学的意義である。一方，文明社会を生きる人間にとっては，ファッションの一部として思いどおりのカラーに染めたり，TPOに合わせてウエットにしたりサラサラにしたりといった容姿の重要因子としての意味合いのほうがむしろ強いのかもしれない。また，高齢化社会を迎え，若々しさを保ったイメージを与えるために毛髪を黒く染めたい，毛髪にハリとコシを与えたいといった訴求が高まっている。毛髪を思いどおりにコントロールするためには，毛髪とは何であるかを理解することが重要である。

毛髪は外側から鱗状のキューティクル，コルテックス，メデュラで構成される独特な形態をしており，タンパク質が複雑な階層構造を形成していること，毛根で細胞の角化が進み最終的に死細胞の集合体となる独特な発生と成長など，さまざまな科学的特徴をもつことから，生化学，高分子化学，分析化学，医学等多くの分野の研究者によって興味深い対象として研究が行われてきた[1)]。本稿のテーマである毛髪の表面は，物理的，化学的刺激から毛髪内部を守るという役割としてはもちろんのこと，シャンプーやコンディショナーの作用する部位であること，指どおりなどの感触に大きくかかわる部位であることなど産業的な側面からも重要である。毛髪表面の研究において，1993年にNegriら[2)]によって，毛髪表面に存在する特徴的な結合脂質層が同定されたことは大きな進展であった。また1986年の原子間力顕微鏡（Atomic Force Microscopy：AFM）の登場[3)]以降，ナノオーダーの微細な表面構造や物性に関する知見も得られるようになってきている[4-7)]。本稿では，毛髪表面の特徴的な形態，化学構造と摩擦特性とのかかわりについて述べる。

〔氏名〕さだいえ　めぐみ
〔現職〕ライオン㈱分析技術センター
〔趣味〕Blues & Soulバンド，テニス
〔経歴〕1996年千葉大学大学院園芸学研究科農芸化学専攻修士課程修了。同年ライオン㈱入社。2007年東京工業大学大学院総合理工学研究科物質電子化学専攻博士課程修了，博士（工学）取得。ライオン㈱では製品開発や応用研究において生じる課題を解決するための分析業務を担当。

## 2. AFMによる表面解析法

本稿で述べる解析に用いたAFMの基礎的事項について，まず概説する。AFMは試料表面のÅ～μmオーダーの凹凸を，大気中や液中などのさまざまな環境下において，試料の導電性の制限なく画像化できる装置である。**Fig. 1**にAFMの基本構成を示す。AFMはカンチレバー（cantilever）先端の微小なプローブ（probe）を試料表面に近づけ，プローブと試料間に働く原子間力を一定に保ちながら試料表面を走査する。プローブと試料間に働く原子間力を一定に保つことはAFM装置としてはフォトディテクター（photo detector）を用いた光てこ法[8)]によって検出されるカンチレバーの反り（bend）を一定に保つことである。試料表面の凹凸によって生じるカンチレバーの反りの変化は，フィードバック電圧印加による圧電体（piezo）の伸縮によって

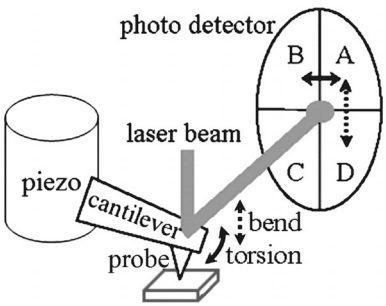


**Fig. 1**　Schematic diagram of the AFM (FFM) system.


© 2014 Journal of the Japan Society of Colour Material