



2019年6月14日

## HiSORの放射光により、毛髪構成タンパク質の高精度な観測に成功

### ～アルカリダメージによる毛髪構成タンパク質の変性過程とダメージ抑制成分を発見～

株式会社ミルボン(代表取締役社長・佐藤龍二)は、広島大学放射光科学研究センター(HiSOR)<sup>※1</sup>の松尾光一准教授らと共同で、用いた研究を通じて、毛髪構成タンパク質のアルカリによる変性過程を、HiSORの放射光を用いて詳細に捉えることに成功しました。

ヘアカラー、ブリーチ等の美容施術によってヘアダメージが生じる際に、毛髪内タンパク質の好ましくない構造変化(タンパク質変性)が起こることが知られています。これまで我々は、近紫外線<sup>※2</sup>を利用した技術によって、ダメージによる毛髪内タンパク質の構造変化を捉えてきました(2017年6月29日「ダメージによるヒト毛髪内タンパク質の構造変化を解析する新技術を開発」)。

今回我々は放射光の真空紫外線<sup>※3</sup>と呼ばれる光領域を利用し、毛髪構成タンパク質の構造変化をより詳細に調べること、効果成分のスクリーニングをより高精度にできることが可能になり、ダメージを抑制する成分を発見いたしました。

これらの知見は、全国発売予定のヘアケア製品に応用しています。本研究成果は以下の外部発表にて報告予定です。

#### 【外部発表】

発表会 : 第19回 日本蛋白質科学学会年会

発表タイトル : 放射光真空紫外円二色性を用いた毛髪内蛋白質の構造変化の詳細な解析

口頭発表者 : 安富諒<sup>1</sup>、古田桃子<sup>1</sup>、小林翔<sup>1</sup>、鈴木和之<sup>1</sup>、泉雄大<sup>2</sup>、松尾光一<sup>2</sup>、伊藤廉<sup>1</sup>

1 株式会社ミルボン

2 広島大学放射光科学研究センター (HiSOR)

発表日 : 2019年6月25日

#### 【研究の背景】

ヘアデザインを楽しむうえで必要な美容施術である、ヘアカラーやブリーチ、パーマ等の製剤中にはアルカリが含まれています。このアルカリはタンパク質の構造を変化(タンパク質変性)させることが知られており、80%以上がタンパク質から構成される毛髪にとって、アルカリによる影響は非常に大きいと考えられます。タンパク質は $\alpha$ ヘリックス構造<sup>※4</sup>や $\beta$ シート構造<sup>※5</sup>などと呼ばれる様々な二次構造を有しており、これまで我々は、それらの構造を近紫外領域の波長範囲でのCDスペクトルを用いて、測定を行ってきました。しかしこれまで用いていた方法では、近紫外領域までに限られていたスペクトルのため、二次構造の存在量を精度よく算出する点において限界がありました。

今回我々は、真空紫外線領域の放射光を利用できるHiSORにおいて、これらの課題をクリアするために研究を行いました。



## 【研究の成果】

これまでも 200～190nm の波長範囲での測定は行えていましたが、HiSOR の放射光を用いることで、従来と比べて短波長側に測定範囲を拡大してスペクトルを取得することができるため、二次構造由来のピークの形状を正確に、そして複数箇所で見ることが可能になりました。またこの結果、より正確にピークの強度とその形状を利用した解析を行うことができ、 $\alpha$ ヘリックス構造だけでなく $\beta$ シート構造の存在量を精度よく算出できるようになりました(図 1)。

この測定解析手法を利用し、タンパク質濃度や曝露するアルカリ成分の量、放射光の照射条件等などの検討を重ねた結果、毛髪構成タンパク質中の $\alpha$ ヘリックス構造は減少する一方で、 $\beta$ シート構造は時間経過とともに増加している様子を明らかにしました(図 2)。

この結果を元に、このような現象を抑制する成分を探索した結果、pH の緩衝性に関係なくポリエチレングリコール(平均分子量 1000)、グリシン、タウリンの 3 つの成分が特に有効であることを見出しました。前述の成分存在下による、毛髪構成タンパク質の二次構造の保存率を算出したところ、アルカリによる $\alpha$ ヘリックス構造の減少と、 $\beta$ シート構造の増加の両方が抑制されていることが明らかになりました。(図 3)。

ミルボンは今回の新たな知見・技術を用いて、より毛髪の本質的なダメージ現象の解明と、その予防やケア技術の開発に取り組んでいきます。



《参考資料》

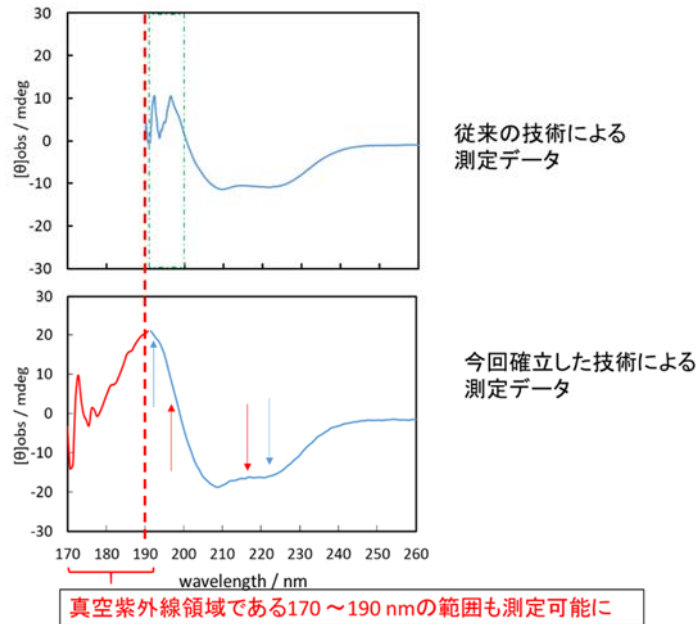


図1 毛髪構成タンパク質のCDスペクトル

(上段：従来の測定方法 下段：今回確立した技術での測定方法)

上段グラフの190～200 nm 範囲のスペクトル情報(緑色点線で囲まれた部分範囲)を下段グラフではより正確に取得できるようになりました。

222nm 付近のショルダー(青色の下向き矢印)と、190nm 付近のピーク(青色上向き矢印)は、どちらもαヘリックス構造に由来しています。

217 nm 付近と(赤色下向き矢印)と、197nm 付近(赤色上向き矢印)は、βシート構造の存在がスペクトルの形状に影響を与えています。

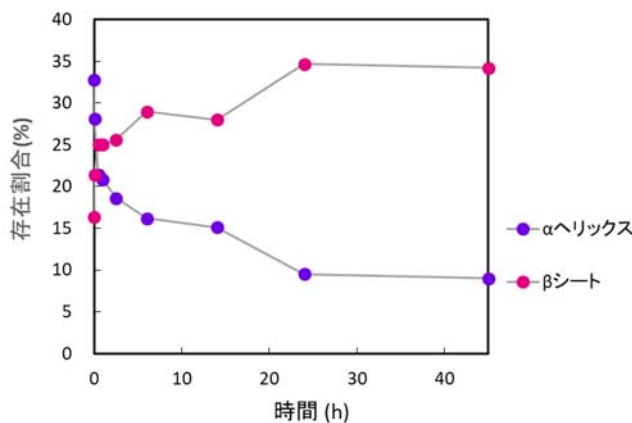


図2 アルカリ成分に曝したことによる毛髪構成タンパク質の二次構造存在量の時間変化  
αヘリックス構造は時間経過とともに減少し、代わりにβシート構造が増加している。

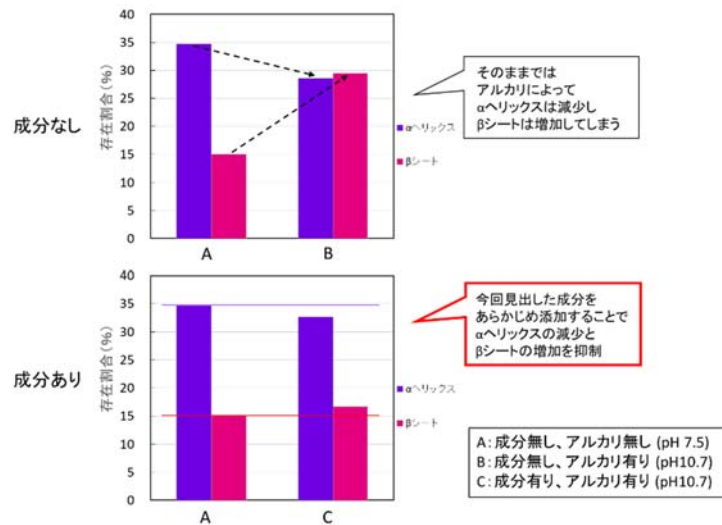


図3 毛髪構成タンパク質のアルカリ変性による構造変化と、成分による変性抑制

毛髪構成タンパク質の二次構造はアルカリ変性によって崩れ、αヘリックスが減少しβシートが増加する(A→B)が、あらかじめポリエチレングリコール、グリシン、タウリンを適用しておくことで、効果的に抑制される(A→C)。

#### 《用語解説》

※1 広島大学放射光科学研究センター (HiSOR : ハイソール <http://www.hsrb.hiroshima-u.ac.jp/>)

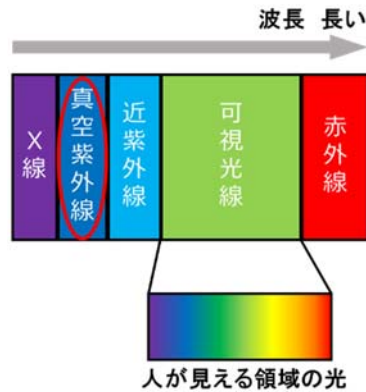
広島大学(広島県東広島市)にある放射光実験施設です。放射光とは、電子を光とほぼ等しい速度まで加速し、電磁石によって進行方向を曲げる時に発生する強力な電磁波のこと。HiSOR では、真空紫外線・軟 X 線領域の放射光を用いた実験を得意としており、生体物質の構造解析手法などの研究を行っています。

※2 近紫外線

可視領域の外側の、より波長の短い紫外領域の電磁波であり、その中でも可視領域に比較的近い波長をもつ光です。メラニン生成や皮膚のタンパク質変性に関与し、日焼けの原因となることが知られています。

※3 真空紫外線

紫外領域の中でも波長が短く、空気中の酸素や窒素に吸収されやすく、真空中でなければ長い距離を通過できない光です。



※4 αヘリックス構造

βシート構造とともに、二次構造と呼ばれるタンパク質の立体構造の代表的な様式のひとつ。タンパク質はペプチド結合と呼ばれる形式によりアミノ酸が鎖のように連なってできています。このアミノ酸の鎖がらせん状に巻いている構造のこと。

※5 βシート構造

αヘリックス構造とともに、二次構造と呼ばれるタンパク質の立体構造の代表的な様式のひとつ。まっすぐに伸びたアミノ酸の鎖が平行または逆平行の関係に並び、平面を形成している構造のこと。

※6 CD スペクトル測定

さまざまな波長の光を用いて、タンパク質などの生体分子の構造に関する情報を得る手法。

■リリースに関するお問い合わせ先

株式会社ミルボン

広報室 東京都中央区京橋 2-2-1 京橋エドグラン  
TEL 03-3517-3915 FAX 03-3273-3211

株式会社ミルボン／本社：東京都中央区、社長：佐藤龍二、証券コード：4919（東証1部）