

2026 年 10 月 20 日

2,500 人以上の大規模解析により、 加齢に伴う毛髪内部のナノ構造変化と内部空洞発生との関係を解明

美容室向けヘアケア・化粧品メーカーの株式会社ミルボン（本社：東京都中央区、代表取締役社長執行役員：坂下秀憲、以下ミルボン）は、20～60 代の女性 2,558 名の毛髪を大型放射光施設 SPring-8^{*1} で解析し、加齢に伴い、毛髪内部のナノ構造を構成するマイクロフィブリル^{*2} の半径が増大することを明らかにしました。さらに、この変化が、加齢した毛髪でみられる内部空洞の発生と密接に関係していることを見出しました。なお、本研究の成果は、以下の学会にて発表しました。

【外部発表】

発表学会：The 36th IFSCC Congress 2026 Australia Perth

発表タイトル：Large-Scale Synchrotron Analysis of 2,500 Individuals Reveals How IF/IFAP Structural Changes Drive Internal Void Formation in Human Hair

発表日：2026 年 9 月 28 日～10 月 1 日

【研究の背景】

年齢を重ねると、髪ツヤや弾力が低下するなど、見た目や手触りにさまざまな変化が生じます(図 1)。こうした変化には毛髪内部の変化が関与していることが知られています。特に、毛髪内部に生じる空洞は加齢に伴い増加することが知られており、毛髪の弾力や強度の低下との関連が示唆されていますが、その発生要因については十分に明らかになっていませんでした。

毛髪内部(図 2)には、繊維状のマイクロフィブリルと、その周囲を取り囲むマトリックス^{*3} からなる約 10 nm のナノ構造が存在し、毛髪の弾力や強度に重要な役割を果たしています。そのため、このナノ構造の変化は、加齢に伴う毛髪性状の変化や内部空洞の発生に関与している可能性があります。しかし、このナノ構造には大きな個人差が存在するため、加齢による変化の傾向を捉えることは困難でした。

そこで本研究では、20～60 代女性 2,558 名の毛髪を対象とした大規模解析を行い、マイクロフィブリルとマトリックスからなるナノ構造の加齢変化を調査しました。さらに、同一毛髪について内部空洞を解析することで、毛髪内部のナノ構造変化と内部空洞発生との関係を検証しました。



図 1 頭髪の加齢変化

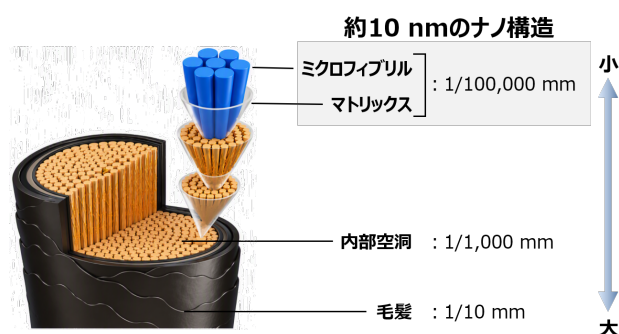


図 2 毛髪内部の構造

生成 AI (Microsoft Copilot)により作成

【研究の成果】

1. 加齢に伴いマイクロフィブリル半径が増大することを発見

20～60代の女性2,558人の毛髪について、大型放射光施設 SPring-8 にて、小角 X 線散乱測定^{*4}を行い、マイクロフィブリルとマトリックスからなる毛髪内部のナノ構造を解析しました。その結果、加齢に伴いマイクロフィブリル半径が増大することがわかりました(図 3)。一方で、同年代であってもマイクロフィブリル半径には個人差が認められ、加齢に伴うナノ構造変化の程度は個人によって異なることもわかりました。

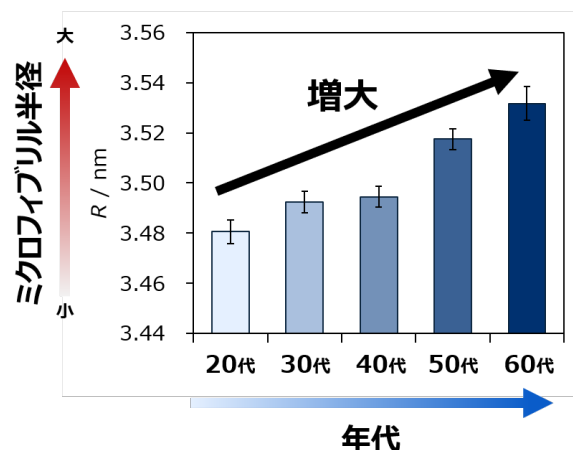


図 3 小角 X 線散乱測定の結果

2. 加齢に伴うマイクロフィブリル半径増大と内部空洞の発生との関係を確認

次に、マイクロフィブリル半径と内部空洞との関係を明らかにするため、SPring-8 において X 線 CT 測定^{*5}を行いました。その結果、年代が高くなるほど内部空洞が増加する傾向が確認されました(図 4a 青矢印)。さらに、同年代の毛髪を比較した場合でも、マイクロフィブリル半径が大きい毛髪ほど内部空洞が多いことが確認されました(図 4b 赤矢印)。

これらの結果から、加齢に伴うマイクロフィブリル半径の増大と内部空洞の発生との間には密接な関係があることが明らかとなりました。

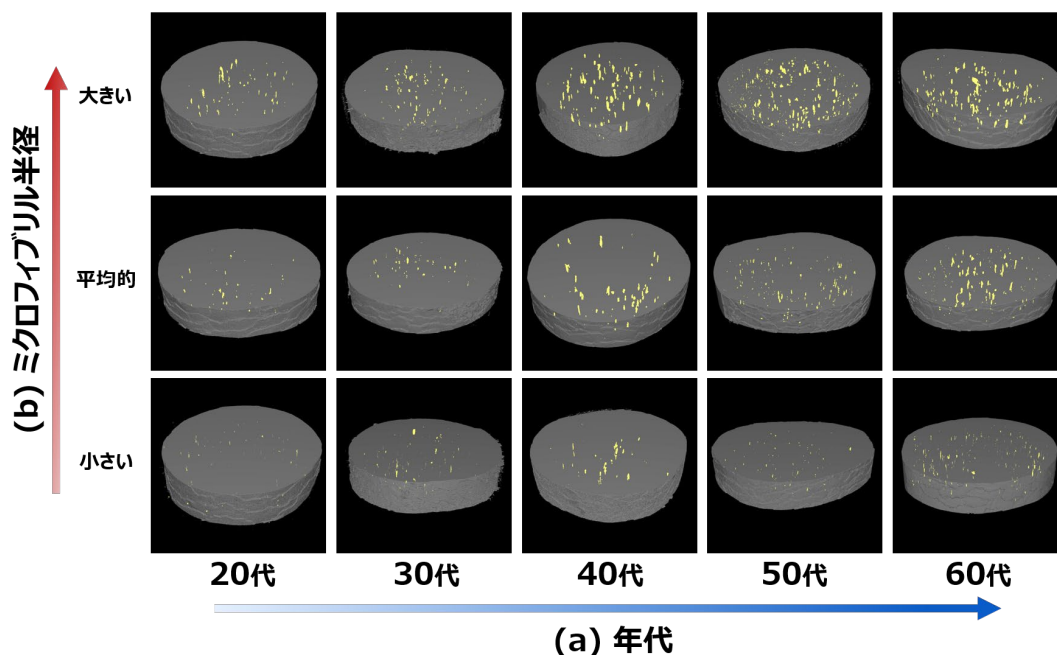


図 4 X 線 CT 測定により得られた毛髪の 3D 撮影画像 (黄色が内部空洞)

【今後の展望】

ミルボンでは今後、毛髪内部構造の加齢変化や内部空洞発生のメカニズム解明をさらに進め、その知見を活用して、年齢を重ねても髪の美しさやしなやかさを保つことができるヘアケア製品の開発につなげてまいります。

《用語解説》

* 1 大型放射光施設 SPring-8

兵庫県の播磨科学公園都市にある世界最高性能の放射光を生み出すことができる理化学研究所の施設。SPring-8の名前は Super Photon ring-8 GeV(80 億電子ボルト)に由来。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たときに発生する強力な電磁波のこと。SPring-8 では、この放射光を用いてナノテクノロジー・バイオテクノロジー・産業利用まで幅広い研究が行われている。

SPring-8 ホームページを参照 (<http://www.spring8.or.jp/ja/>)

* 2 ミクロフィブリル

毛髪のミクロ構造を形つくる組織のひとつ。毛髪内部の組織である毛皮質(コルテックス)はマクロフィブリルという構造の集合体で構成されており、そのマクロフィブリルを構成する結晶性の構造体がミクロフィブリルである。

* 3 マトリックス

毛髪のミクロ構造を形つくる組織のひとつ。毛髪内部の組織である毛皮質(コルテックス)はマクロフィブリルという構造の集合体で構成されており、そのマクロフィブリルを構成する非晶性の構造体がマトリックスである。

* 4 小角X線散乱測定

物体に照射したX線はその物体内で様々な方向に散乱する。このうち散乱角が小さいX線を測定することにより、数nm～数十nmの構造情報を得る手法が小角X線散乱法である。本研究においては、SPring-8のBL24XUビームラインにて、世界最高性能の放射光による小角X線散乱測定を行った。本研究の一部は、(公財)高輝度科学研究所の産業利用一般課題 2020A3264 として行われた研究成果である。

* 5 X線CT測定

物体の内部の状態を、非破壊で捉えることができる技術。本研究においては、SPring-8のBL47XUビームラインにて、世界最高性能の放射光によるX線CT測定を行った。本研究の一部は、(公財)高輝度科学研究所の成果公開優先利用課題 2025B0213 として行われた研究成果である。

■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：坂下秀憲、証券コード：4919（東証プライム）