

摩擦試験

得られる情報：毛の手触り感（滑らかさ）

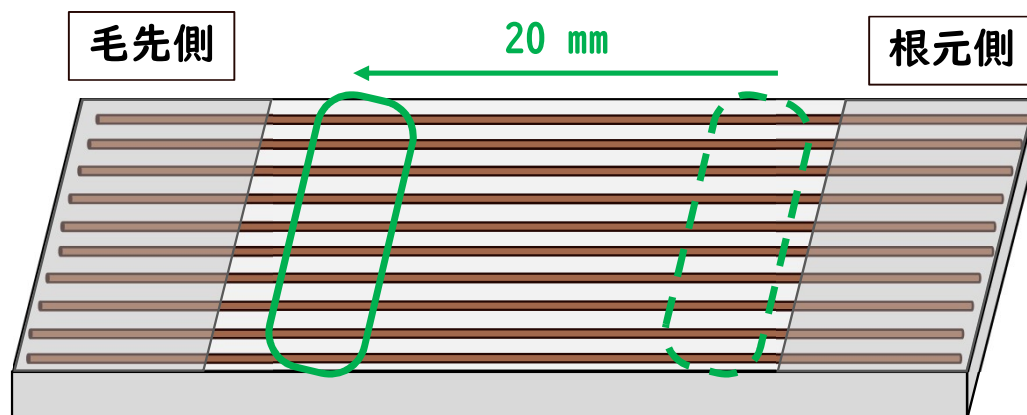
関係する要素：表面コーティング、キューティクルの浮き具合、毛髪形状の一樣さ（うねり、ねじれ、太さ など）

測定概要：プローブ（下図の緑色）が毛髪表面をなぞる際に必要な力の測定により、

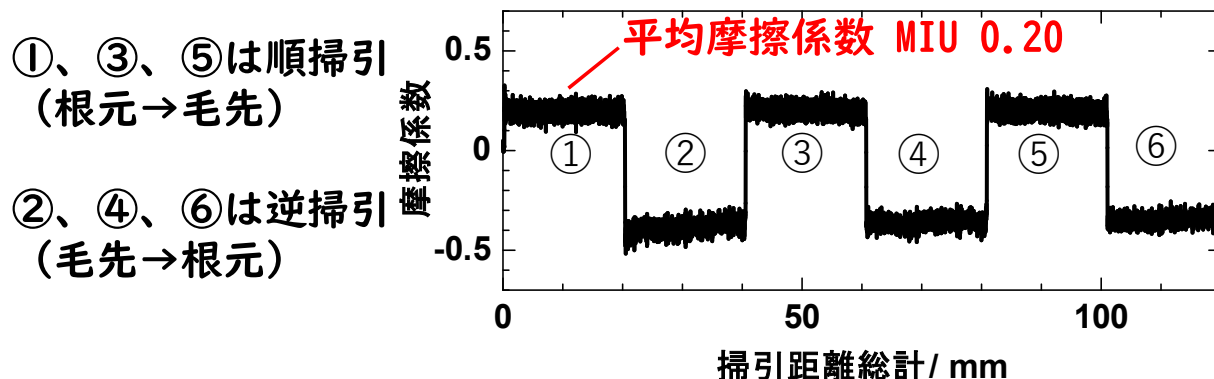
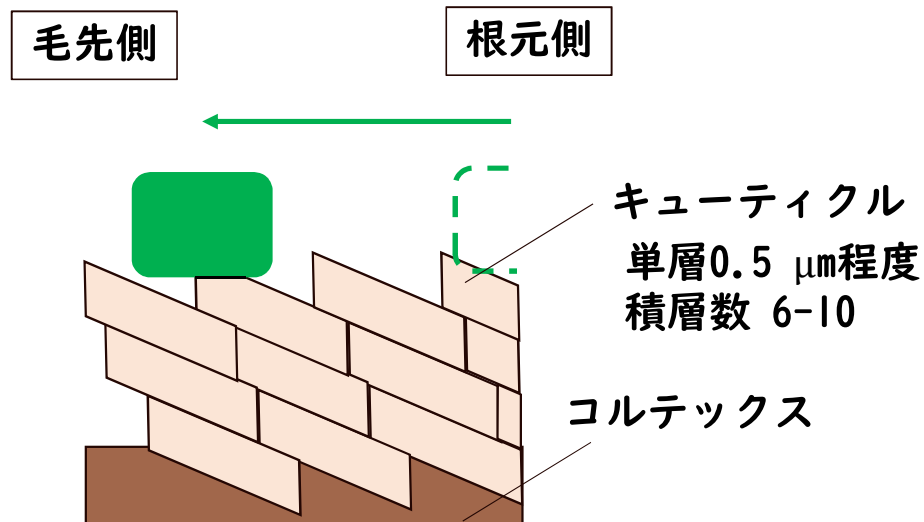
平均摩擦係数 及び 摩擦係数の局所的ばらつき を評価

1測定（N=3）合計1-2時間程度（サンプル作成を含む）

向きをそろえて1 mm間隔で10本並べた毛髪試料

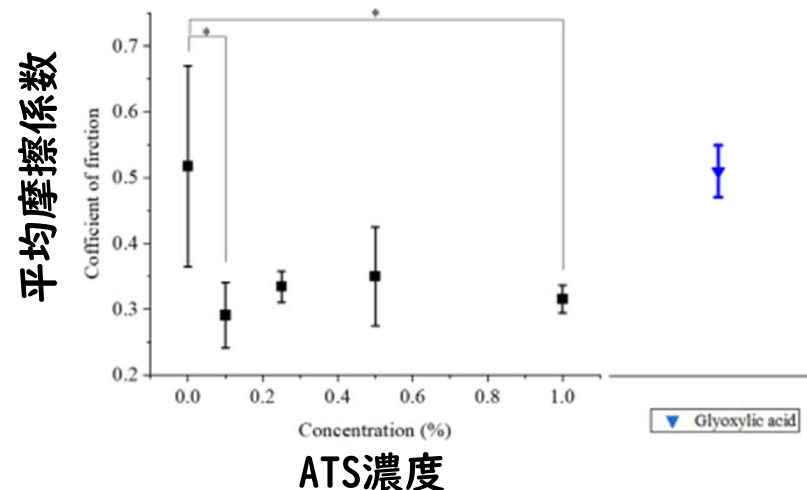


横から見た拡大図



Synthesis of a new amino acid derivative with long-lasting hair shape control effects and elucidation of its mechanisms

Sotaro Sato¹ | Hinako Tabuchi¹ | Kohtaro Katayama¹ | Kenji Matsumoto² |
Hiroyuki Miyamoto¹ | Sorai Kanno¹ | Hiroshi Sekiguchi³ | Yoshinobu Tanaka⁴ |
Mari Inoue⁵ | Choji Murata⁵ | Hiroki Hotta^{1,2} | Yoshio Tsujino²



短評：ATS（トステア®の有効成分）を用いると毛の滑りが良くなった

手法：ブリーチ毛をチオグリコール酸アンモニウム（パーマ1剤）に浸漬
→ATS（or グリオキシル酸）に浸漬、乾燥、120℃アイロン→過酸化水素（パーマ2剤）
に浸漬の処理を行った。その後、乾いた処理毛の摩擦試験を実施した

結果：従来の酸熱トリートメントに用いられるグリオキシル酸には、0.1%を配合した時に
考察 毛の表面を滑らかにする効果はなかったが、ATSでは0.1%を配合することで平均摩擦係数が低減した。
また、標準偏差も小さくなった。これらは、ブリーチによるダメージにより、様々な傷み具合だった毛が、
ダメージケアされつつ一様な髪質になったことを示している。

DTG測定（水分量測定）



得られる情報：毛髪中の水分量（自由水、結合水）

関係する要素：親水性官能基の量、質や、キューティクルによる水分バリア機能による環境（低湿度・標準湿度・高湿度）に対する恒常性など

測定概要：DTG測定（熱重量測定）では、試料を加熱しながら重量変化を測定することで、水分の脱離量を定量できます。水分は加熱により蒸発・脱離するため、その温度帯でTG曲線に減量として現れるのが基本原理。

前日から馴化が必要、1測定（N=3）合計6時間程度（サンプル作成を含む）

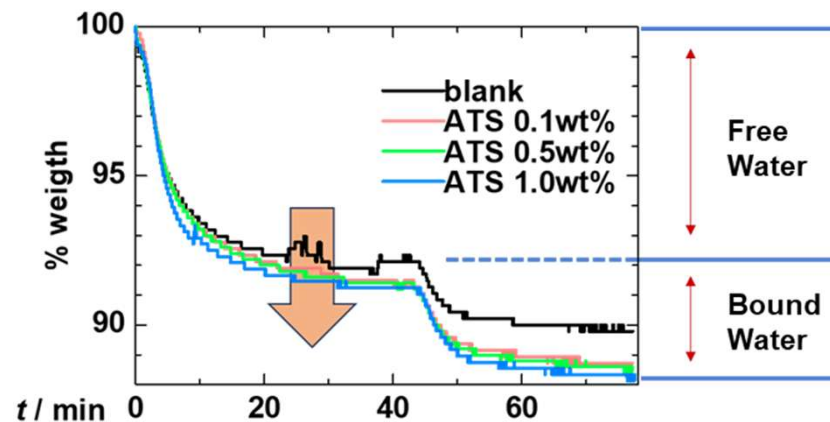
	Free Water(%)	Bound Water(%)	Amount of Water(%)
Blank	8.08	2.13	10.21
ATS 0.1wt%	8.51	2.76	11.27
ATS 0.5wt%	8.60	3.00	11.60
ATS 1.0wt%	8.75	3.12	11.87

解析結果：ブリーチ毛髪重量に対する水分量



測定サンプル

水分量上昇
ATS処理により保水力の上昇



取得データ：昇温による毛髪重量変化

毛髪曲げ試験

得られる情報：毛髪のハリ、コシ感、しなやかさ、毛髪の回復性

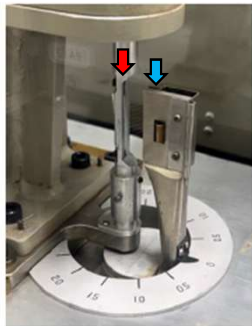
関係する要素：毛髪内部のダメージ度、キューティクル層数

測定概要：試料を両端で固定し、中央部を一定曲率で曲げることで 純粋な曲げモーメントを検出

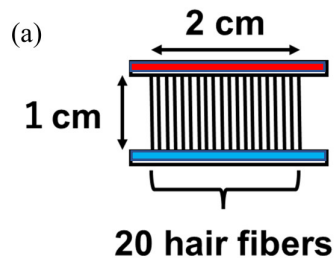
曲げ動作に必要なモーメントから曲げ剛性(B)、

往路と復路のモーメントの差から曲げヒステリシスを評価

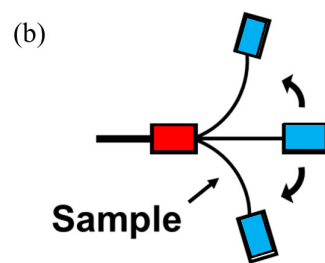
1測定 (N=3) 合計6時間程度 (サンプル作成を含む)



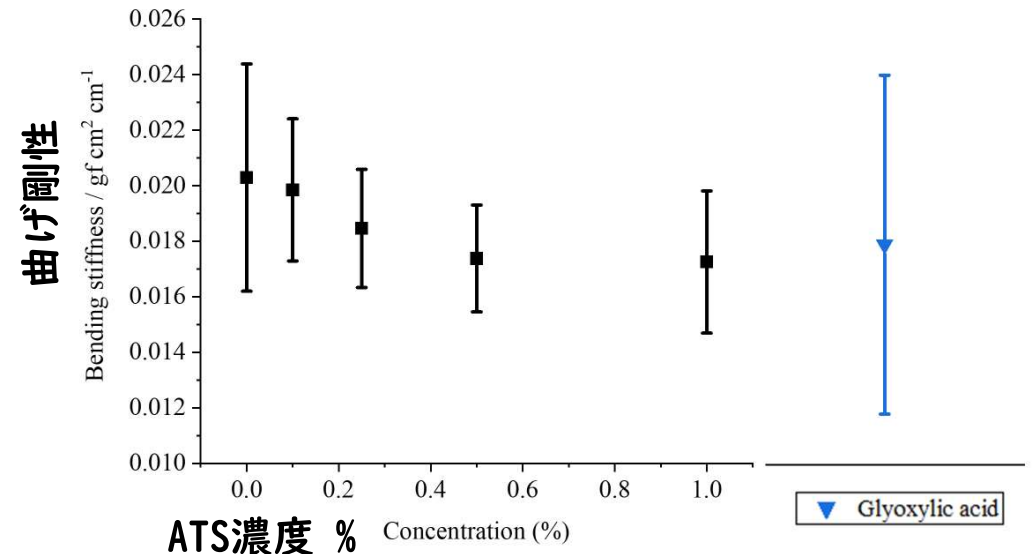
カトーテック製の
KES-FB2を使用
(最大曲率 ± 2.5
 cm^{-1} 変形速度 0.5
 $\text{cm}^{-1}/\text{sec}$)



(a) 作製サンプル



(b) 試験概略図



ATS処理によって曲げ剛性が低下する傾向
柔軟で弾力のある毛髪

Sato S, Tabuchi H, Katayama K, Matsumoto K, Miyamoto H, Kanno S, et al. Synthesis of a new amino acid derivative with long-lasting hair shape control effects and elucidation of its mechanisms. Int J Cosmet Sci. 2025;47:585-596.

毛髪径測定

得られる情報：毛髪の長径、短径、平均径、真円率（同一サンプルでのヘアケア前後の比較も可能）

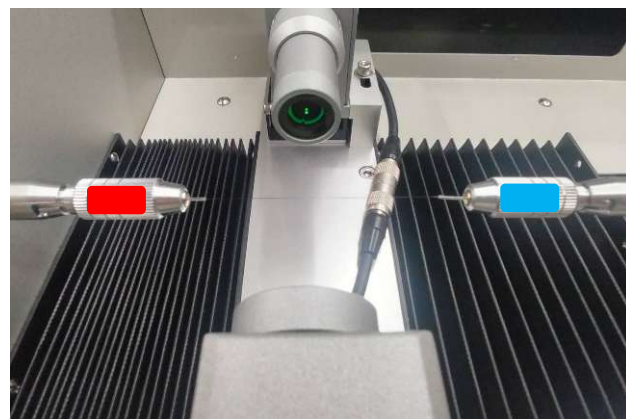
関係する要素：毛髪の太さ、毛髪表面のがたがた感（繊維軸方向の太さのばらつき）、毛髪のねじれ

測定概要：毛髪にレーザー光を照射し、生じた影を検出することで、物体の形状を測定。

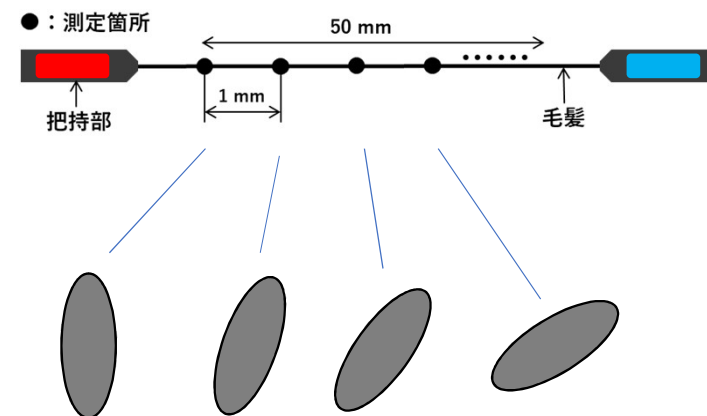
測定物を1°刻みで360°回転させて測定することができ、非破壊的に毛髪断面形状を取得可能

繊維軸方向に1 mmずつずらして連続測定することで、非破壊的に毛髪3Dデータを取得可能

1測定（N=3）3時間程度、別途解析



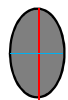
カトーテック社製SK2000毛髪直径測定機



得られるデータ

長径

短径



解析例

長径 90 μm
短径 51 μm
真円率 57% ($51/90 \times 100$)

上図から毛髪が

- ・扁平であること、
 - ・ねじれていること
- が分かる

SEM (走査電子顕微鏡) 測定

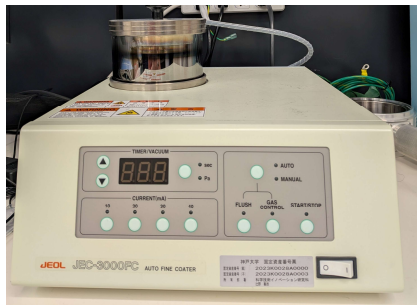
得られる情報: 毛髪の表面や断面の状態 (主にダメージ評価)

関係する要素: 毛髪のダメージ度、キューティクルの形状

測定概要: 試料台にカーボンテープで毛髪 (3 cm 長以下、断面も可能) を固定し、試料表面の帯電を防ぐ為にオートファインコーターによるスパッタリングで白金を一様に被覆 (nm オーダー) 後、SEM で観察

1 測定 (N=5) 合計 30 分程度

得られるデータ



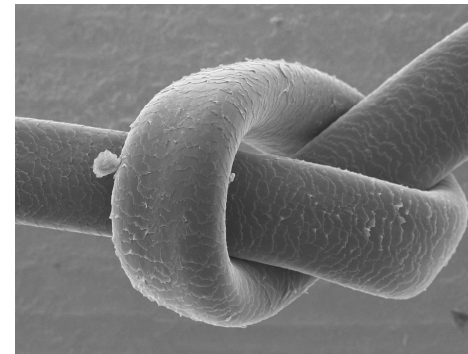
日本電子社製 JEC-3000FC
オートファインコーター



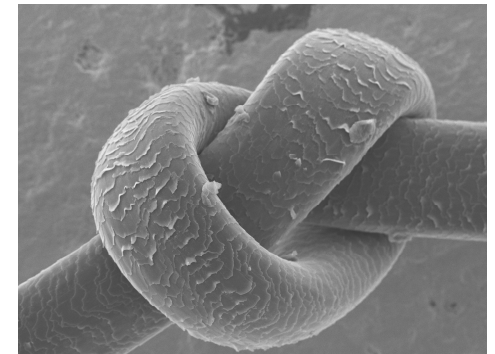
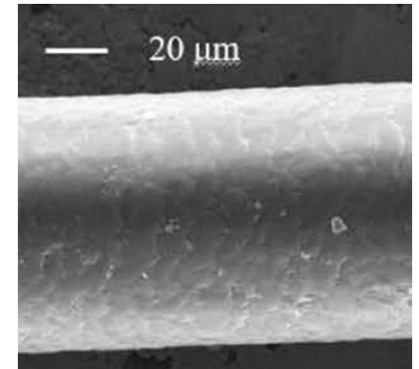
日本電子社製 JCM-7000
SEM

毛の表面の違い

キューティクルの形状¹⁾



健康毛



ダメージ毛

¹⁾ 佐藤聡太郎、宮本紘幸、片山拓哉、片山耕太郎、堀田弘樹、辻野義雄、アミノ酸誘導体を用いた毛髪脱色時のダメージ軽減手法、日本香粧品学会誌、2025;49:100-108.

毛髪断面の顕微鏡観察

得られる情報：製剤の浸透具合、キューティクルやコルテックスの化学構造

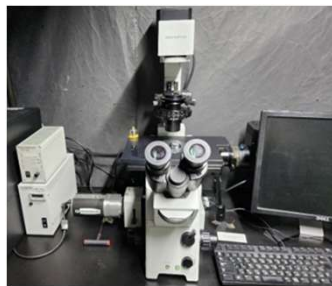
関係する要素：製剤成分の分子量、電荷、親水度、濃度、処理時間など

観察対象を検出可能か（蛍光色素による可視化を含む）

測定概要：毛髪試料を樹脂、もしくは水中に閉じ込めて固定した後、ミクロトームを用いて1-30 μm 程度の任意の厚みの毛髪断面を作製 光学顕微鏡、蛍光顕微鏡で観察し、撮影画像もしくはその解析結果から、成分の浸透度合いを評価 1観察（N=20程度）合計2時間程度 別途画像解析
毛髪成分を染色することによる、ケラチン組成やダメージ部位の可視化も探索中



毛髪試料



株式会社エビデント製IX71蛍光顕微鏡



Leica製
HistoCore AUTOCUT



Keyence製デジタルマイクロスコープ
VHX-8000, VHX-S750, VH-Z500R

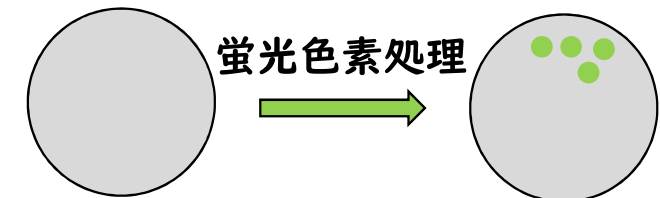
例：毛髪断面の色素浸透の観察

従来技術での浸透

新技術での浸透



例：毛髪断面の特定成分の可視化



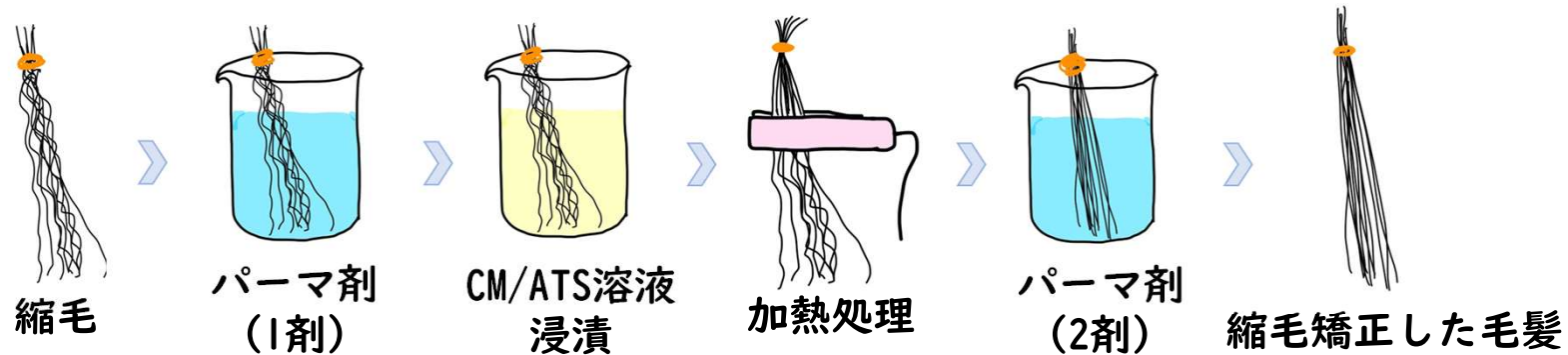
縮毛矯正

得られる情報：ターゲット成分の縮毛矯正への効果量

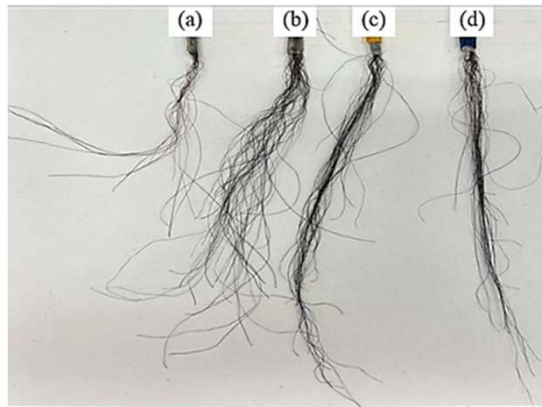
関係する要素：ターゲット成分の毛髪への浸透性、官能基、毛髪との反応性など

処理概要：人毛をパーマ液，ターゲット成分の溶液で処理し，ヘアアイロンで加熱処理を行う

処理後、見た目と光学顕微鏡でターゲット成分の効果を評価できる |処理|時間程度



見た目での評価



エチオピア人毛

(a) 処理前

(b) 超純水処理

(c) 10% ATS水溶液

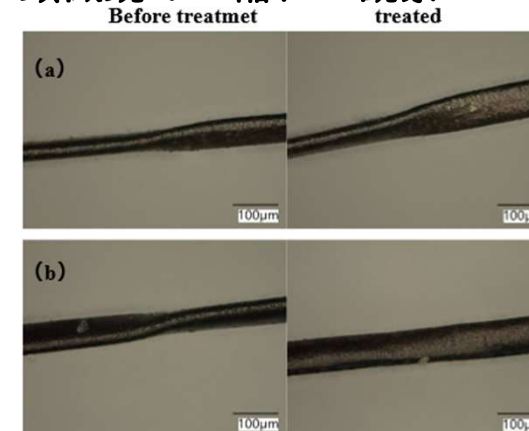
(d) 10% CM水溶液

CM/ATS処理による

縮毛矯正効果あり

Katayama K, Sato S, Matsumoto K, Miyamoto H, Tanaka Y, Hotta H, Tsujino Y. Effects of muconic acid derivatives to improve hair quality. J Jpn Cosmet Sci Soc. 2025;49(2):109-113.

顕微鏡での縮れの観察



アフリカ人毛の形状変化

(a) blank処理

(b) ATS処理

CM/ATS処理による

縮れ除去

Sato S, Tabuchi H, Katayama K, Matsumoto K, Miyamoto H, Kanno S, et al. Synthesis of a new amino acid derivative with long-lasting hair shape control effects and elucidation of its mechanisms. Int J Cosmet Sci. 2025;47:585-596.

ブリーチ処理

目的：ダメージ補修評価のための前処理（ダメージの付与
（エイジング、太陽光、縮毛矯正やヘアカラーによって毛髪はダメージを受ける））

処理概要：①毛束洗浄：毛束を水道水で十分にぬらす

→40℃のお湯+SDSで洗浄→ドライヤーで乾燥

②ブリーチ処理：ブリーチ剤（1剤アルカリ剤 2剤過酸化水素）を
混ぜ合わせ毛束に塗布し、30分放置する



③洗浄：ブリーチ剤を40℃のお湯で洗い流す→40℃のお湯+SDSで洗浄

2～3回くりかえす →ドライヤーで乾燥 ここまでで1時間程度



ブリーチ回数
未処理 1 2 3回



ブリーチ処理後のダメージ補修

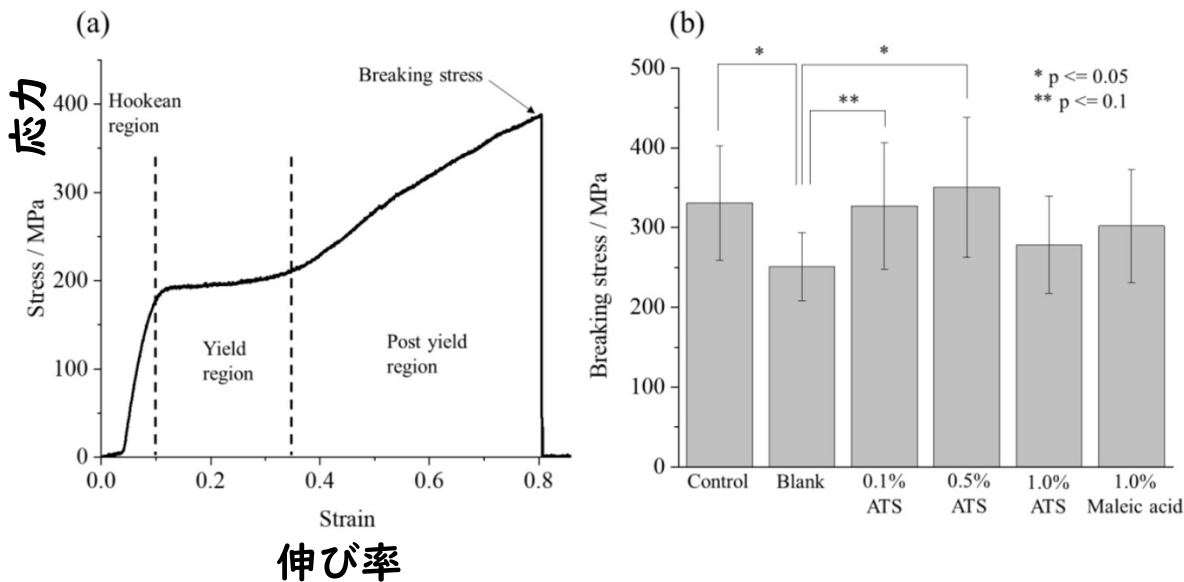
ブリーチ処理：キューティクルの剥離と内部タンパク質の分解により毛髪の物理的性質の低下につながる。

ダメージ補修処理：ATS処理することで、毛髪の表面から内部にかけて、ブリーチによるダメージから毛髪が保護された。

測定内容例¹⁾：色調評価、顕微鏡観察、引張試験、赤外吸収（ATR）測定、ケラチンの融解温度測定

¹⁾佐藤聡太郎、宮本紘幸、片山拓哉、片山耕太郎、堀田弘樹、辻野義雄、アミノ酸誘導体を用いた毛髪脱色時のダメージ軽減手法、日本香粧品学会誌、2025;49:100-108.

引張試験



(a)生データ

横軸：毛髪の伸び率

縦軸：伸ばすために要した応力（力を断面積で割ったもの）

(b)破断応力比較

- ①ブリーチ処理毛（Blank）では、未処理毛（Control）よりも破断応力が低下
- ②0.1-0.5% ATSでは、未処理毛以上に破断応力が上昇、切れづらい強い毛に

参考

伸び率0-0.1程度では、毛はバネのように振舞う

伸び率0.1-0.4程度では、ほとんど応力を増していないにも関わらず、急に伸びる

伸び率0.8程度で破断

赤外吸収 (ATR) 測定

得られる情報: 毛髪表面のダメージ度合い、有効成分が毛髪に付着しているか

関連する要素: 毛髪表面 (数 μm 程度) の化学結合

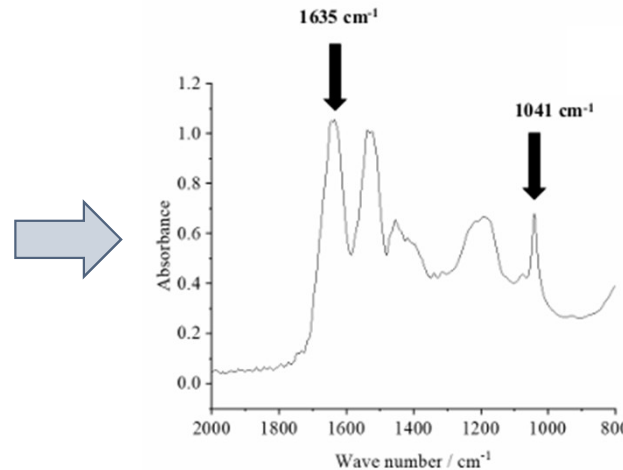
測定概要: 物質に照射された赤外光は、分子内の化学結合の種類に応じて、特定のエネルギーの光が吸収される。

この吸収パターンをスペクトルとして記録することで、官能基の種類 や 結合様式 を同定

1測定は1分程度、試料を置きなおし複数個所で測定 合計5分程度 (装置立ち上げに30分待ち) 別途帰属解析

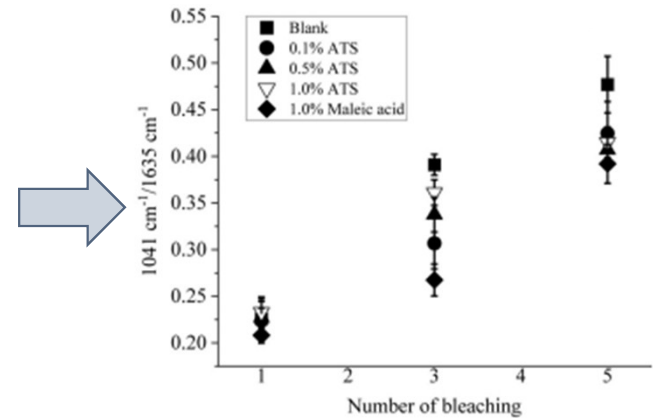


島津製IRTracer-100 FT-IR装置
/ MIRacle 10 ATRユニット



ダメージ毛の赤外吸収スペクトル¹⁾

1041 cm^{-1} (毛髪表面のダメージ部位
(スルホン酸基のS=O伸縮振動)) の観察



ブリーチ処理回数に伴う
ダメージの増加とATSによる軽減¹⁾

ブリーチ回数を増すごとに毛髪にダメージが加わり、1041 cm^{-1} の吸収が増大
ブリーチ処理の合間にATS処理を行うとダメージが軽減された

¹⁾ 佐藤聡太郎、宮本紘幸、片山拓哉、片山耕太郎、堀田弘樹、辻野義雄、アミノ酸誘導体を用いた毛髪脱色時のダメージ軽減手法、日本香粧品学会誌、2025;49:100-108。

UPLC-DAD-MS

(液体クロマトグラフ-ダイオードアレイ検出器-質量分析計)

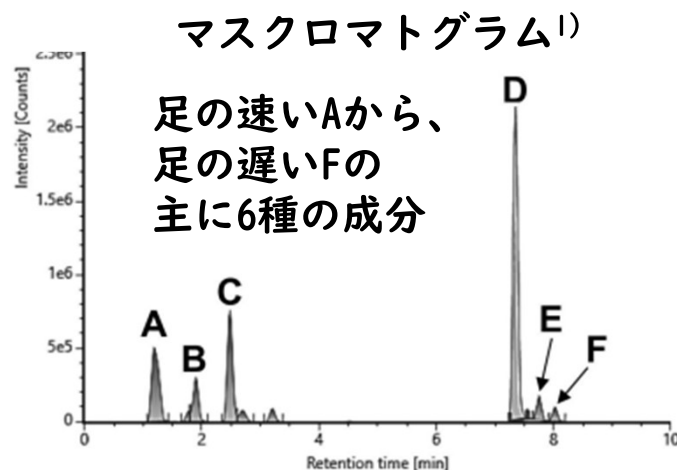
得られる情報：溶質成分（化合物）の構造推定(定性分析)、及び定量

関係する要素：溶媒への溶解性、カラムとの相互作用、吸収団、イオン化しやすさ、アニオンになるか
カチオンになるか、マトリックス成分の濃度、マトリックス成分とターゲットの性質の差

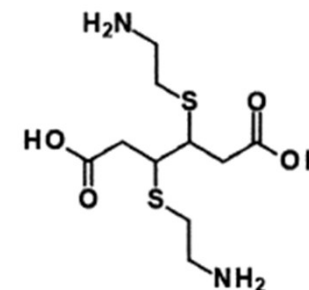
測定概要：試料溶液をLCで分離し、イオン源でイオン化し、 m/z （質量電荷比）によって分離・検出する
立ち上げに1時間程度、分離条件、測定条件を決定（1試料5時間程度）後、測定・解析
（ターゲットが明確なら1試料（N=3）合計2時間程度、ターゲットが不定なら、解析は（N=1）20時間程度）



Waters製Acuity UPLC Hplus



保持時間（検出器に到達した時刻）



成分Aの推定構造 MW 296

イオン化時に H^+ が1つ外れて、
質量295，価数-1の m/z 295として検出

- 1, UPLCで成分ごとに分離（左装置）
 - 2, 右装置内でイオン化
 - 3, m/z に基づいて分離・検出
- 検出器に到達した時刻と m/z の情報から解析

マスペクトルから、分子の質量、構造情報、
元素情報などがわかり
マスキログラムから定量

1) Katayama K, Sato S, Matsumoto K, Miyamoto H, Tanaka Y, Hotta H, Tsujino Y. Effects of muconic acid derivatives to improve hair quality. J Jpn Cosmet Sci Soc. 2025;49(2):109-113.