

1. 課題番号： 2006A0227
2. 課題名： 毛皮質の微細繊維構造解析による毛髪形状（クセ毛）要因の解明
3. 実験責任者： (株)資生堂 ライフサイエンス研究センター 川副智行
4. 使用ビームライン： BL40XU
5. 実験

#### ①利用目的および利用成果の概要

毛髪（毛幹）はケラチンを主成分とする架橋構造の豊富な繊維状組織から構成されており、色・形状・物性などが個人により微妙に異なっていることが知られている。特に形状や物性は、微妙な違いでもクセ毛や髪質の違いとして認識され、消費者の髪に対する悩みとして関心の強い項目となっている。しかしながら、ヘルスケア領域での毛髪研究は、そのほとんどが毛髪のダメージによる構造・物性変化に関する研究であり、個人差に着目した毛髪形状（クセ毛）や物性変位（髪質変化）を対象とした研究例は極端に少ない。髪質については安田らの研究<sup>1),2)</sup>により、硬さは毛小皮（cuticle）に依存するという報告がなされているが、クセ毛については、日本人の毛髪はアフリカンヘアで確認されるような極度の形状変化ではないことから詳細な報告はなされていない。我々はこれまでの毛髪のクセに関する研究において、形状の異なる毛髪の毛皮質(cortex)の縦断面・横断面の TEM 観察を行い、クセの有無によるフィブリル構造の違いを確認している。この研究において、クセのある毛髪やクセの強い体毛ではクセのない毛髪の毛皮質に比べ、フィブリル構造の乱れが毛皮質内に広く確認されること（図1）や、クセのない毛髪の毛皮質でも毛皮質外周部から3 μm付近までの構造は、クセのある毛髪で確認されるフィブリル構造の規則性の乱れが確認されること（図2）を見出している。そこで本研究は、毛髪形状（クセ毛）と毛皮質内部の構造の分布との関連を確認すべく、マイクロビーム X 線を用いて各種毛皮質内部の繊維構造の SA X S パターン分布を解析し、部位特異性の有無を確認した。

その結果として、クセのある毛髪とクセのない毛髪では毛皮質内部の構造には違いがあり、配向性のある構造の存在がクセのある毛髪・クセの強い体毛において確認された。このことで毛髪形状（クセ毛）と毛皮質内の配向構造の存在に何らかの関連があることが示唆された。

#### ②利用方法および利用の結果得られた主なデータ

今回我々は、クセのない直毛、クセのある毛、クセの強い体毛などの毛髪形状の異なる様々な毛髪サンプルを数種類準備した。毛皮質のコルテックスの内部分布を詳細に確認するため、これらの毛髪はクライオスタット装置内で30 μmの厚さにて凍結切片とした。切片はカバーガラスに挟み込み、照射用のサンプルとした。サンプルは毛髪断面に対し垂直方向から5 μmに調整したマイクロビーム X 線を照射した。照射は毛髪の断面部位をすべてが網羅できるように5 μm間隔の格子状に行い、得られる SA X S パターンの部位特異性を確認した。

## <結果>

図3に示すように各種毛髪の切片の中心線を通るように走査したラインと、毛髪外周部付近で毛皮質を通るよう走査したラインを代表例としてSAXSパターンを示す。この走査では、最初に毛小皮構造が確認され、その後毛皮質の構造が確認され、最後に再び毛小皮の構造という順番でSAXSパターンが確認されるが、今回は特に毛皮質のSAXSパターンに着目している。図4にクセのない毛髪（頭髪）、図5にクセのある毛髪（頭髪）、図6にクセの強い毛髪（体毛）のSAXS測定の結果を示す。なお、図4～6では、各種毛髪の切片の中心線を通るように走査したラインでのSAXSパターンをaとして、毛髪外周部付近で毛皮質を通るよう走査したラインでのSAXSパターンをbとして表記する。

これらの結果より、クセのない毛髪の毛皮質内部と、クセのある毛髪・クセの強い体毛の毛皮質内部では、SAXSパターンに違いが見られた。図4のクセのない毛髪の毛皮質のSAXSパターンは、小角側の強い散乱とその周りを囲む散乱が共に等方的な円形を示している。一方で、図5のクセのある毛髪と図6のクセの強い体毛においては、小角側の強い散乱は楕円形を示しており、その周りを囲む散乱は楕円の長径方向に配向していることが判明した。配向性を示すSAXSパターンは毛皮質全体にわたって観測されたことから、クセのある毛髪・クセの強い体毛の毛皮質は全体的にある一定方向に配向した構造となっていることが分かった。

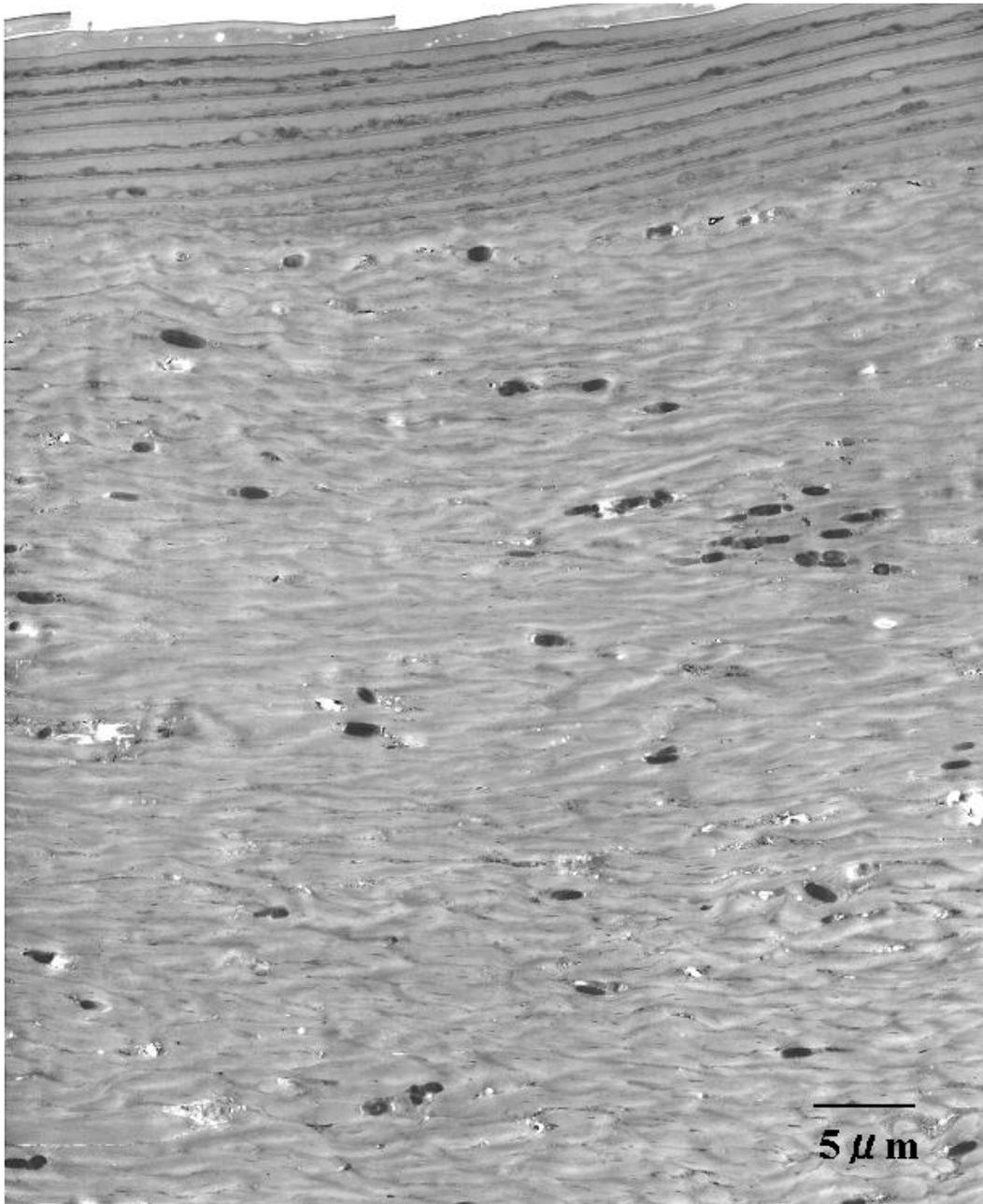
### ③結論、考察、引用（参照）文献等

今回の測定結果より、外観上のクセのある毛髪はクセのない毛髪と比べて、毛皮質の構造が配向性をもつ傾向にあることが判明した。このことから、毛皮質の内部構造が一定の方向に偏っていることがクセのある毛髪の形状に影響していると考えられる。また、毛髪の形成過程においては毛根の角化帯で規則構造が形成され始めることがわかっており<sup>3)</sup>、クセ毛の形成過程は毛根の角化帯における毛髪形成機構に影響を受けていると考えられる。加えて、今回の結果は以前我々が行ったクセのある毛髪の毛皮質部位のTEM観察により確認したフィブリル構造の乱れと一致しているといえる。TEM観察において観測されたクセのない毛髪の毛皮質の外周部における配向構造はSAXS測定では観測されなかったが、外周部で確認される構造が3 $\mu$ m程度と非常に狭いことから、今回の測定では検出されなかったものと考えられる。

今回得られた研究結果により、少なくとも日本人の大多数が髪悩みとしてあげる緩やかなクセ毛には、これまで伝承的に信じられてきたクセ毛は毛根形状が曲がっているために生じるとか、羊毛のようにコルテックスの組成が左右で大きく異なるバイラテックス構造により生じるものだけでなく、毛皮質の内部の配向構造が影響を及ぼす可能性があることが示唆された。今回の結果についてはまだ追試検証の必要性も多分にあるが、遺伝子・タンパク質レベルの研究を加えていくことで、大幅に伸展していくと考える。このような分野の研究の進展により、究極的にはクセ毛を改善する生活改善的な製剤の開発につながる事が可能になると考えている。

<文献>

- 1) 安田正明ら, 日本化粧品技術者会誌, Vol.36 No.3 Page.207-216 (2002)
- 2) 安田正明ら, 日本化粧品技術者会誌, Vol.36 No.4 Page.262-272 (2002)
- 3) F. Baltenneck et al., Cell. mol. Biol., 46(5), 1017 (2000).



**Fig.1 クセの強い体毛の毛髪縦断面TEM写真**

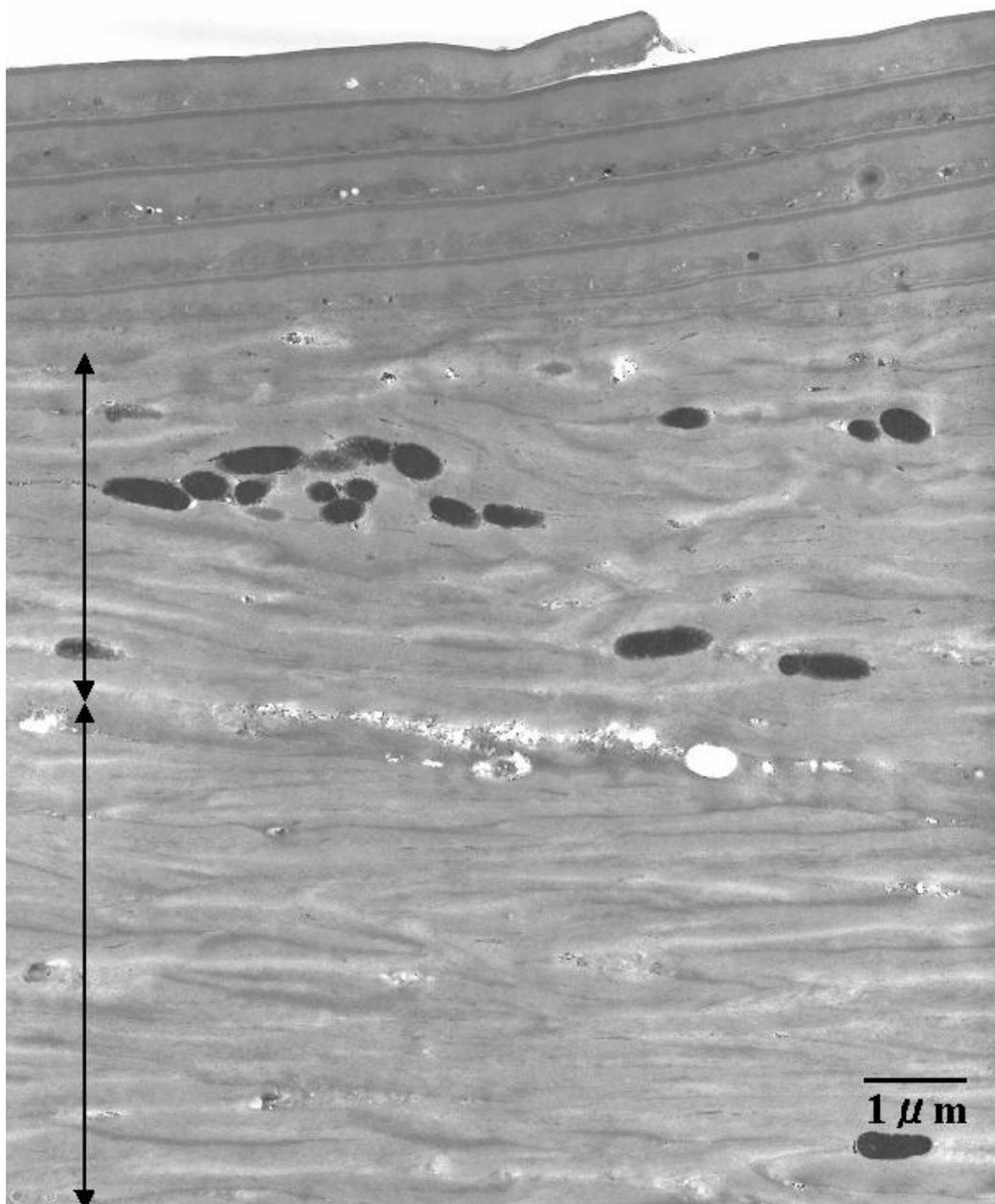


Fig.2 クセのない毛髪の毛髪縦断面TEM写真

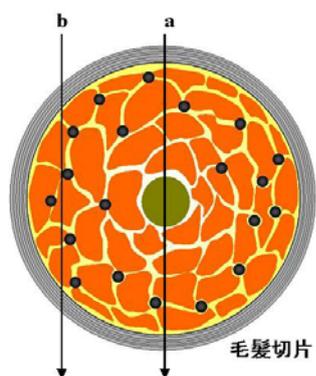


Fig.3 SAXSパターンの表示部位

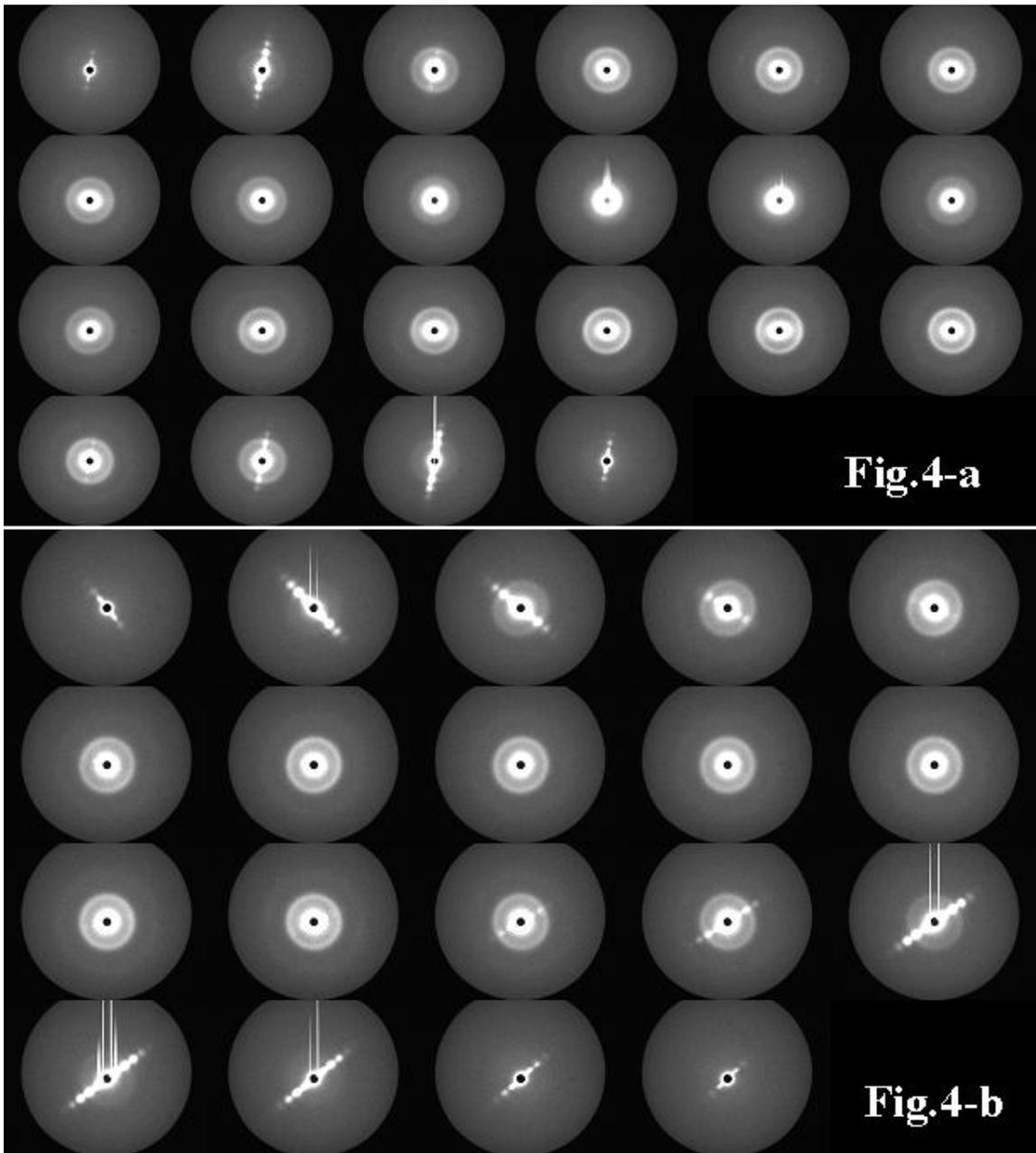
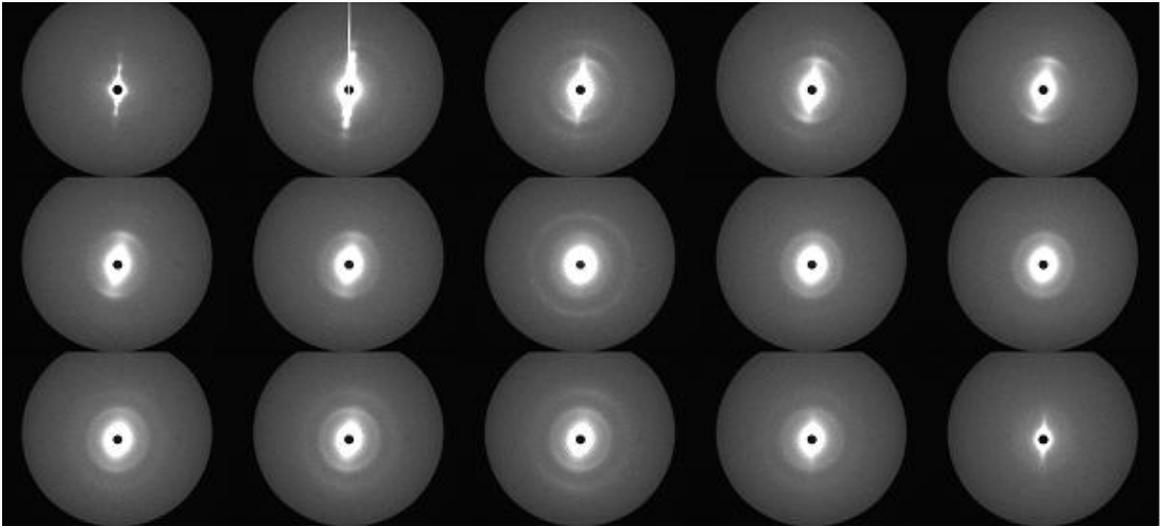
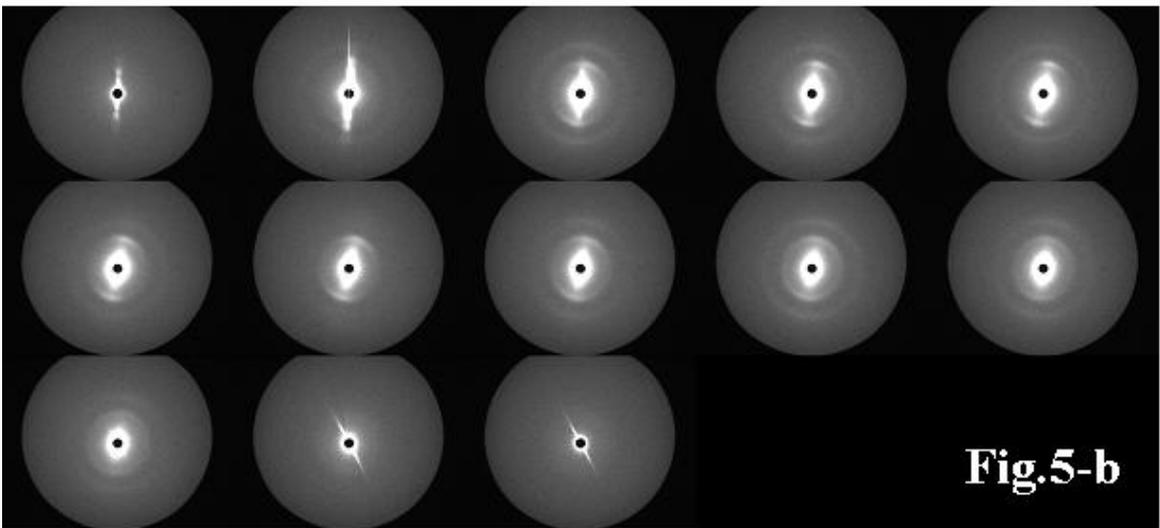


Fig.4 くせのない毛髪(頭髪)のSAXSパターン



**Fig.5-a**



**Fig.5-b**

**Fig.5 くせのある毛髪(頭髪)のSAXSパターン**

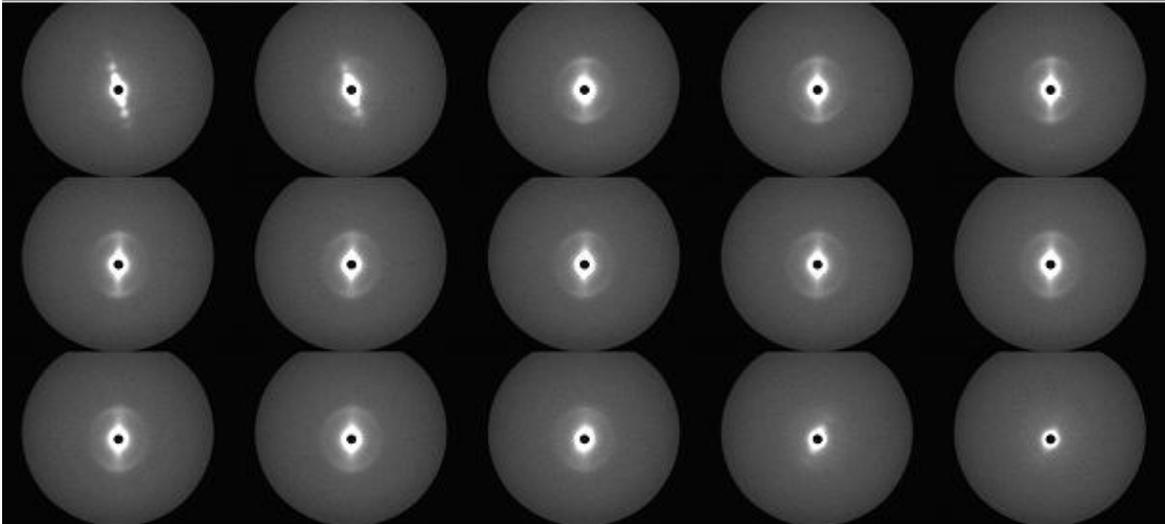
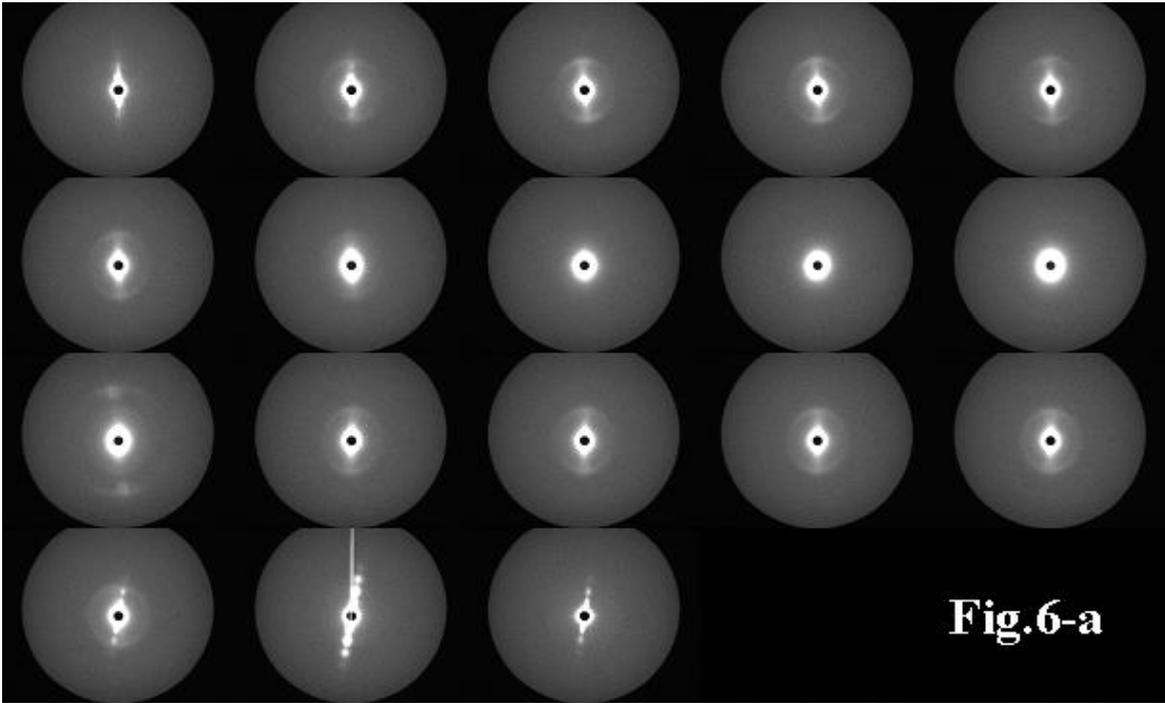


Fig.6 くせの強い毛髪(体毛)のSAXSパターン