 <b>MLF Experimental Report</b>	提出日(Date of Report)
課題番号(Project No.) 2023AM0001 実験課題名(Title of experiment) 動的核スピン偏極コントラスト変調法を用いた乾燥白髪中の微細構造の研究 実験責任者名(Name of principal investigator) 石原綾 所属(Affiliation) パナソニック株式会社 くらしアプライアンス社	装置責任者(Name of responsible person) 石垣 徹 装置名(Name of Instrument : BL No.) iMATERIA, BL20 実施日(Date of Experiment) 2023/4/18

実験目的、試料、実験方法、利用の結果得られた主なデータ、考察、及び結論を記述して下さい。

実験結果などの内容をわかりやすくするため、適宜図表添付して下さい。

Please report experimental aim, samples, experimental method, results, discussion and conclusions. Please add figures and tables for better explanation.

<p><b>1. 実験目的(Objectives of experiment)</b></p> <p>洗髪後にドライヤーにより毛髪を乾燥させるが、毛髪のダメージの状況により乾燥の仕方が異なるため、どの程度水分が残存しているのか、また残存している水分が毛髪のどの部分に残存しているのかを評価することはドライヤー機器開発においても重要なポイントとなっている。過去の報告では、中性子小角散乱を用いて、マイクロフィブリルの間に水分が侵入することを示唆するデータを得ているが、分布の詳細についての解析事例は報告されていない。我々は、中性子小角散乱を用いることで、毛髪の水分含有量とともに水分の分布に関する研究に取り組んでいる。BL20では核スピン偏極コントラスト変調法の開発に取り組んでいる。親水性ラジカルの活用により、本手法を各種の天然繊維へと応用可能である。これまでの申請課題では、重水膨潤状態および乾燥状態の毛髪の核スピン偏極コントラスト変調実験に世界に先立って成功した。今回は、本手法をさらに発展させ、メラニンを含まない白髪試料に対して、水分分布と毛髪内のマイクロ構造との関係を調査することを目論んだ。</p>
--

<p><b>2. 試料及び実験方法</b></p> <p>Sample(s), chemical compositions and experimental procedure</p> <p><b>2.1 試料 (sample(s))</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・アジア人毛髪(白髪)</li> </ul> <p><b>2.2 実験方法(Experimental procedure)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・上記の毛髪を、向きをそろえた上でテフロン製の型枠に固定した(図1)。次に、型枠ごとTEMPOL水溶液中に浸漬させたのち、密閉容器内で窒素ガスを流通させることで乾燥させた。</li> <li>・BL20にて、試料スティックの先端に上記の試料をとりつけ、核スピン偏極装置内へと挿入した(温度 1.2K、磁場 6.7T)。まず核スピン偏極前の中性子小角散乱計測を行い、次に、マイクロ波照射によって水素核スピンを偏極させながらの中性子小角散乱計測を行った。</li> </ul>
--

### 3. 実験結果及び考察（実験がうまくいかなかった場合、その理由を記述してください。）

Experimental results and discussion. If you failed to conduct experiment as planned, please describe reasons.

図2に繊維軸に垂直な方向のセクター平均をとることで1次元化した中性子小角散乱プロファイルを示す。緑のシンボルで示すのが核スピン偏極前のものである。中間径繊維の規則的な配置に起因する特徴的なうねりが観測できている。ここで、マイクロ波照射によって、核スピン偏極を起こした。中性子偏極度(PN)および水素核スピン偏極度(PH)の積が+57%~-58%という条件下での顕著なコントラスト変化の観測に成功した。特に、正偏極においては、+46%において、中間径繊維に由来するうねりが一旦消失し、+57%で再び現れるという結果が得られた。これらの特徴は、先に計測した、ダメージ処理を施さない健常毛髪と同様の傾向であった。先行して計測したメラニンを含む健常毛髪と比較すると、白髪では、小角側の立ち上がりについて、偏極度による強度変化がやや乏しいということが見て取れる。小角側は大きい構造体に由来する散乱を反映している。健常毛髪では、メラニン顆粒が周囲のマクロフィブリルと異なる水素含有率を有し、顕著な偏極度依存性の由来になったという可能性がある。一方、白髪では、メラニン顆粒が存在しないため、偏極度依存性が乏しくなったのだと考えられる。このような仮説に基づき、メラニン顆粒における組成情報取得を目標に、検討・解析を進めている。

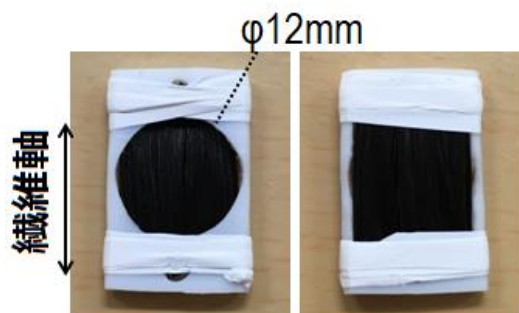


図1. 毛髪繊維をテフロン製の型枠にとりつけた状態の図(表面と裏面)。中央の開口部は直径 10mm の中性子ビームを入射させるためのものである

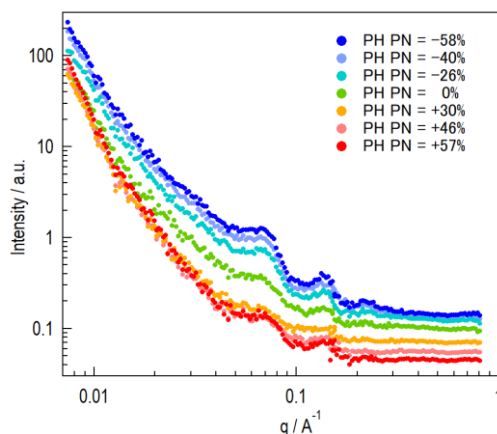


図2. 白髪の中性子小角散乱プロファイル。核スピン偏極の適用によりコントラストを制御。

### 4. 結論(Conclusions)

中性子小角散乱計測の結果、メラニンを含まない白髪におけるミクロスケール構造についての情報を得ることができた。先立って取得済みのメラニンを含む毛髪の計測結果と比較照合することで、メラニンそのものに由来する散乱の寄与について、また、メラニン顆粒内の組成情報について、これまででない詳細な検討が可能になる。現在、このような観点からのデータ解析を進めている。