 <b>MLF Experimental Report</b>	提出日(Date of Report)
課題番号(Project No.) 2024AM0020 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コーティングを施した 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 くらシアプライアンス社	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) 2024/5/27

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>毛髪の乾燥過程において、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おり、親水性ラジカルの活用により毛髪繊維の構造解析に役立ててきた。今回は、毛髪ケアのための新技術として取り組んでいるコーティング処理を施した毛髪を対象に、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(コーティング処理を施したもの)</li> </ul> <p><b>2.2 実験方法(Experimental procedure)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・アジア人毛髪の向きをそろえた上でテフロン製の型枠に固定した。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。そののちコート処理を施した上で、アルミ蒸着フィルム内に封入した。</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1得られた中性子小角散乱プロファイルを示す。左は繊維軸に垂直方向(TD)の散乱をセクター平均したもので、右は繊維軸方向(FAD)の散乱をセクター平均したものである。緑のシンボルで示するのが核スピン偏極前のプロファイルであり、毛髪繊維内の微細構造(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+62%~-63%という条件下において、顕著なコントラスト変化の観測に成功した。先行して計測済のコート処理未適用毛髪データの(能田ら J. Appl. Cryst.(2024))と比較すると、コート処理未適用毛髪では小角側の立ち上がり強度が TD で強く FAD で弱いという顕著な違いが見られていたが、コート処理の結果 TD と FAD とで小角側の立ち上がり強度の差が消失した。小角側は大きい構造体(> 100nm)に由来する散乱を反映している。コート処理未適用毛髪では、小角側の散乱強度が TD > FAD であることから繊維軸方向に細長い空隙の存在が示唆されていた。コート処理によって、TD と FAD の差が小さくなったことから、細長い空隙がコーティングに用いた化合物によって埋まったことが示唆される。その一方で、中間径繊維由来の散乱は、コート処理未適用毛髪とコート処理毛髪とで、顕著な違いが見られなかった。コート処理は毛髪繊維の内部の微細構造(< 100nm)にはほとんど影響を及ぼさないことが示唆された。

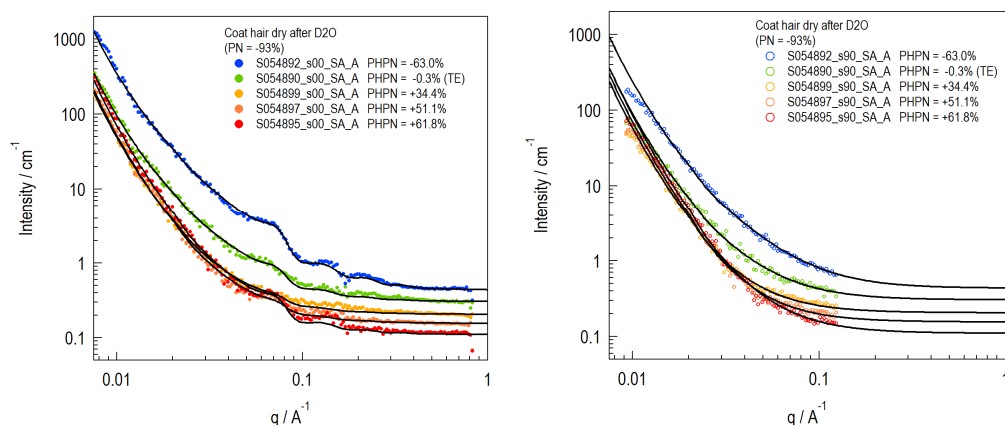


図1. コート毛髪の中性子小角散乱プロファイル(左:繊維軸に垂直な方向のプロファイル、右:繊維軸方向のプロファイル)。プロファイルの色の違いは核スピン偏極度の違いであり、コントラストを制御している。

### 4. 結論(Conclusions)

コート処理を施した毛髪の中性子小角散乱計測の結果、先立って取得済みのコート処理未適用毛髪の計測結果と比較照合することで、コート処理が毛髪の微細構造に与える影響を評価することができた。小さいスケール(100nm未満)ではコート処理の影響は観察されなかったのに対し、比較的大きいスケール(100nm以上)では繊維軸方に向けた細長い空隙内にコーティング成分の浸透を示唆する結果を得た。また、次回の実験展開として、ここで評価したコート処理毛を対象に、加湿プロセスに伴う時分割中性子小角散乱実験を計画している。