



広角・小角 X 線散乱を用いた PEDOT : PSS の温湿度依存性評価

株式会社アイシン 米沢 吹雪

キーワード：導電性高分子，吸水性樹脂，SAXS，WAXS

1. 測定実施日

2024 年 8 月 21 日 BL8S3 (2 シフト)

2024 年 8 月 28 日 BL8S3 (2 シフト)

2. 概要

PEDOT:PSS 膜の組成比率が構造に与える影響を明らかにするため、比率を変化させた試料にて SAXS/WAXS 測定を行った。形状依存領域 $q=0.15\sim 0.3$ の傾きをフィッティング式により算出した結果、特定の比率を境に、膜の構造が変化することが示唆された。

3. 背景と研究目的

ポリ (3,4-エチレンジオキシチオフェン) PEDOT にポリ (4-スチレンスルホン酸) PSS をドーブした PEDOT : PSS は、優れた安定性と適度な光透過性をもつ有用な導電性高分子として知られている。主にエレクトロニクス分野で透明電極 ITO (酸化インジウムスズ) の代替として研究が盛んである。

(株)アイシンでは、快適な住空間をつくりだすための湿度制御技術について、盛んに研究に取り組んできた。その過程で、PEDOT : PSS の吸放湿特性に着目し、独自の材料開発を重ねてきた。PEDOT : PSS は自身が有する親水基に起因し、水分を容易に吸湿することがわかっているが、薄膜化および材料配合を制御することで、より多量かつ早い吸放湿性を発現させることに成功した。さらに、当社が開発した独自配合の PEDOT : PSS が放湿する水粒子径は、1.4nm という小さなサイズであり^[1]、一般的なスチームよりも肌の保湿効果に寄与するなど、興味深い効果があることを見出してきた^[2]。また医師の指導のもと、臨床試験も重ね、美容分野での製品販売も開始した^[3]。今後肌や住空間のみならず、医療・食品・培養業界など、幅広い波及効果が期待できる。数 nm の水粒子が与える効果は明らかになる一方で、PEDOT:PSS の膜からそのような微小水粒子を発生させる機構については未だ不明な点も多く、現象理解、および吸放湿性能(=製品性能)向上、さらには権利化を目指し、膜モルフォロジーについてのさらなる理解が必要である。

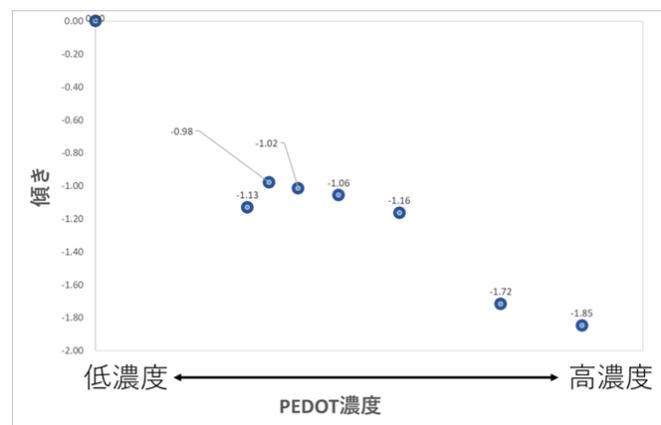
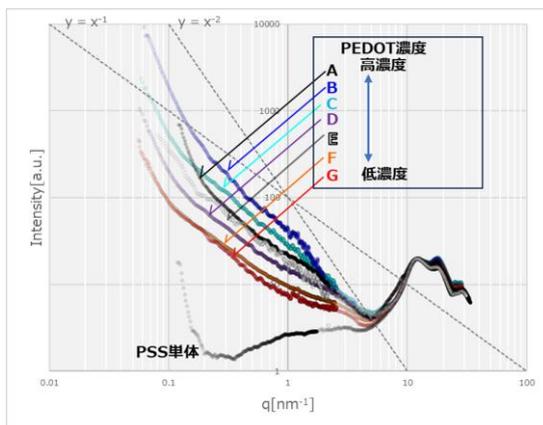
2022 年に実施した SAXS (あいち SR BL8S3 : 実験番号:202205147)にて、ポリマー由来の nm スケールのモルフォロジーについての新知見が得られた。今回は、過去測定よりも詳細に PEDOT:PSS 比率を変化させた試料での追加測定を行った。

4. 実験内容

- ・波長 : 0.92 Å (13.5keV)
- ・カメラ長 (SAXS) : SAXS/4m、WAXS/0.2m
- ・検出器 : PILATUS2M
- ・サンプル : 比率違い PEDOT:PSS (A,B,C…G の順で PEDOT 高濃度→低濃度)
- ・サンプル作成方法 : 自立膜 (約 10 μ m を 5 枚重ねて約 50 μ m で測定)
- ・湿度 : 63%RH
- ・湿度制御 : 塩化リチウム飽和塩
- ・温度 : 298K
- ・解析方法 : $q=0.15\sim 0.3$ の領域の傾きを導出し、構造の形状を推定する。
(1 : シリンダー、2 : ランダムコイル、4 : 球)

5. 結果および考察

Fig.1 に SAXS/WAXS プロファイルを示す。SAXS 領域に注目すると、PSS 単体では明確なピークが観測できないが、PEDOT:PSS では傾きが確認できた。これは、親水性の PSS の中に疎水性の PEDOT が混入することで疎水性相互作用が生じた結果、PEDOT リッチな相が形成されたためと考えられる。さらに、Fig.2 に PEDOT 濃度ごとの SAXS の形状依存領域 ($q=0.15\sim 0.3$) の傾きを示す。Fig.2 より、ある濃度で傾きが大きく変化しており、その濃度を境にシリンダー形状からランダムコイル形状に変化していることが示唆された。



6. 参考文献

1. 2020 年第 37 回エアロゾル学会
2. SkinResearch&Technology.,25,3 (2019) 294-298
3. (株)アイシン 2022 年 9 月 1 日プレスリリース