

1. 緒言

ナノオーダースケールの繊維状物質はナノファイバーとして、表面積が飛躍的に増加する超比表面積効果、圧力損失が低下するナノサイズ効果、ファイバー内の高分子鎖が配向する超分子配列効果などの特有の効果を発現する特徴があり注目されている。このナノファイバーの話題では、セルロースナノファイバーが未来材料として近年特に注目が集まっている。「日本再興戦略」(2014 改訂)に“セルロースナノファイバー(超微細植物結晶繊維)の研究開発等によるマテリアル利用の促進に向けた取組を推進”に見られるように、植物由来のセルロースは、非常に豊富なバイオマスであり、特に多くの森林を有する日本においては重要な資源であることは大きな魅力である。セルロースナノファイバーは高強度(2-3GPa)、高弾性(130-150GPa)の機械特性があり、鋼鉄の1/5の軽さで強度が鋼鉄の5倍ある。透明で高強度、低い熱膨張性を有するマテリアルでもあり、機能性分子構造の特性をより強く引き出すことも可能である。機能性セルロースナノファイバー複合材料は、自動車業界をはじめ、医療、エレクトロニクスなどの様々な分野で期待されている。無電解めっきの電極材や導電性高分子を電子伝導層として導入したセルロースナノファイバーによる複合材料は、ナノファイバーの特徴を持つ電子機能性テキスタイルとして利用できる。例えば導電性高分子の独自のレドックス応答性から、分子構造に固有で特徴的な反応が利用できるのでセンシング材料として応用できる。また、導電性高分子に比べて化学的安定性や導電性が格段に期待できる無電解めっきによる電極層は、電極界面でのイオン輸送制御に有効であり、これは、高分子系アクチュエータ(人工筋肉)として応用できる。また、従来、セルロースナノファイバーの機能については様々な前向きな応用性が議論される反面、耐環境性などの議論が殆どない状況にあるが、セルロースナノファイバーと複合化させるレドックス反応系の特徴を利用すれば耐環境性の議論も期待できる。そこで本研究では今回、解繊処理で得られたセルロースナノファイバーに電極層を導入する独自の方法から、セルロースナノファイバーを高分子アクチュエータとして機能させるための創製方法の実現と、導電性高分子との複合化から耐環境性として耐放射線性について調べることを目的とした。本研究の知見は、セルロースナノファイバーを用いた高性能ナノファイバー複合材料として、宇宙分野での応用性の議論に発展できる。当研究室では、導電性ナノファイバー創製技術、導電性布帛電極材の創製技術、および、計測・制御技術などの多数の登録特許や報文成果などの知見を連携させることで、セルロースナノファイバーの特に電子機能材料方面への展開を多角的に検討できる状況にある。機能性高性能ナノファイバー創製、分子認識センシングエレメント創製、ナノファイバー系高分子アクチュエータ(人工筋肉)創製とそれらのパフォーマンスに関わる研究などで、繊維産業界ともタイムリーに産学連携研究として発展できる状況なのでお問い合わせ頂きたい。

2. 方法

解繊処理によるセルロースナノファイバー不織布・膜材に、無電解めっきや、導電性高分子を用いて機能性セルロースナノファイバー複合体を創製した。フーリエ変換赤外分光(FT-IR)、X線光電子分光(XPS)により複合体構造を考察した。高分子アクチュエータの運動パフォーマンスについては研究室で独自に開発した評価計測装置により知見を集積した。

3. 結果および考察

セルロースナノファイバーを用いて不織布膜材を作製し、電極層を導入して高分子アクチュエータを創製した。また、導電性高分子を導入したセルロースナノファイバー複合体の創製では、耐放射線性について興味ある知見を得ている。複合体の化学構造や高分子アクチュエータの運動性などについては当日議論する予定である。