

天然繊維の有機導電加工法の開発とウェアラブル製品への展開

生活技術開発セクター

天然繊維に対応した素材本来の柔軟性を活かせる有機導電加工法を開発しました。この技術による導電繊維を使ったスマートテキスタイル素材の活用事例として、指先から生体情報をモニタリングするウェアラブル製品を試作しました。

注目されるウェアラブル

ヘルスケア、スポーツ、エンターテインメントなどの分野でウェアラブル製品が注目されています。総務省が発表した情報通信白書（平成27年度）では、さまざまな産業で情報技術の利活用が進み、私たちの働き方や暮らし、それを支える街までも変化を遂げている2030年の未来像が描かれています。この変化のキーデバイスとして、ウェアラブル製品が位置付けられています。時計型、眼鏡型、ブレスレット型に加え、衣料型ウェアラブルであるスマートウェアがあげられており、IoT（Internet

of Things）の進展とともにウェアラブル製品の成長が期待されています。スマートウェアにおいては屈曲や摩擦に強く、さびないなどの利点を持つ導電性高分子を活用した導電繊維の開発が進められています。これまでの導電繊維は絶縁性のバインダー（接着樹脂）で導電性高分子を繊維に接着する手法が多く利用されていますが、導電性の制御が難しく、導電性の高いものは繊維が硬くなる傾向がありました。

天然繊維の有機導電加工の開発

従来の導電繊維の課題を解決し、

良好な導電性と繊維素材本来の柔軟性を備えた導電繊維を実現するために、バインダーを用いないで導電性高分子と繊維を複合化する方法を検討しました。その結果、天然繊維（綿および絹）表面に導電性ポリアニリンを固着し、被覆する加工法を見だし、天然繊維／ポリアニリン複合繊維を開発しました（特許出願中）。

この加工法は繊維加工条件を制御することでポリアニリンの繊維への固着量や導電性をコントロールできることが確認できました。加工工程は一貫して水系であり、また簡便なことから小ロットで加工することができます。

また、導電性を低下させることなく、ドライクリーニングや中性洗剤で洗濯することができます。

ウェアラブル製品への展開

天然繊維の有機導電加工により導電性と柔軟性を備えた導電性テキスタイルが開発できるため、これまでとは異なった活用が期待できます。

ここでは、ウェアラブル製品として、生体情報モニタリングウェアへの展開事例を紹介します。

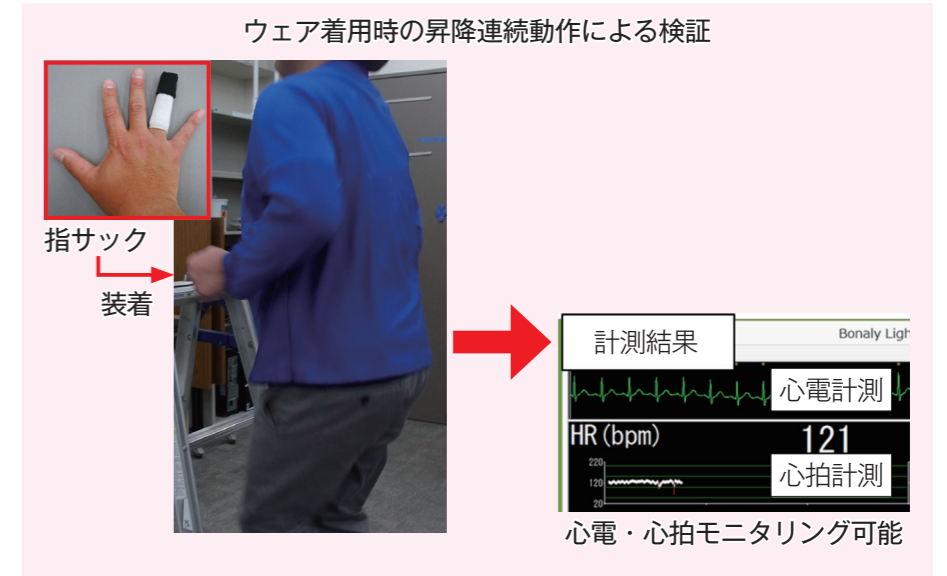
開発した導電繊維を指先部に編み込んだ指サックおよび信号用電線通路とワイヤレスの生体情報解析デバイスを付属したウェアを試作し、柔軟な繊維素材電極としての活用を検討しました（左図参照）。



試作したウェアを着用し、静止、歩行、昇降動作を行いました。指先で心電や心拍のモニタリングをすることができ、柔軟性を持つ開発素材は、複雑な曲面や凹凸に対する追従性が期待できることを確認できました（右上図参照）。

本開発では、半導体であることを利用したヒーターやセンサー、電極などへの利用、さらに紫外線から赤外線までの吸収特性から、光学的な活用も期待しています。

引き続き、開発した素材の特性を確認し、天然繊維の有機導電加工法の技術移転、製品開発に向けた技術支援を進めていきます。



導電性ポリアニリンの構造	導電性ポリアニリンの特徴
<chem>*c1ccc(NC2=CC=CC=C2N1)cc1</chem> $\left[\text{C}_6\text{H}_4\text{N}^+\text{C}_6\text{H}_4\text{N}^+ \right]_n \text{A}^-$ A ⁻ : アニオン性物質	・空気中で安定した良好な導電性 ・緑色の高分子で原料が安価

Key Point

導電性高分子は天然繊維素材との親和性がありません。これまでの導電繊維は、絶縁性のバインダーを使い導電性高分子を繊維へ接着する方法が多く見られました。本開発では、高分子合成の反応初期段階の生成物に着目し、繊維素材へ吸着する条件を見だし

た。これにより繊維表面を基点とした導電性ポリアニリンが合成でき、天然繊維／ポリアニリン複合繊維を開発しました。この技術により 10^0 から 10^{-3} (S/cm) の導電性テキスタイルを実現しました。

	バインダーを用いた導電繊維【従来品】	有機導電加工繊維【開発品】
繊維モデル	<p>繊維表面に導電性物質とバインダーが混在</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 内層：導電性物質 ○ 外層および繊維表面：バインダー（絶縁性） 	<p>繊維表面を導電性高分子(緑部分)で被覆</p> <p>導電性高分子(緑部分)が繊維表面を被覆していることを確認できる</p> <p>絹 綿</p> <p>側面 断面 側面 断面</p>
導電繊維の特徴	・バインダーにより硬い ・バインダーが夾雑物*となり、導電性の確保が難しい	・繊維の強度・柔軟性を活かせる ・夾雑物*がなく良好な導電性が確保できる
加工法の特徴	別工程で事前に導電性物質を合成し、バインダーを混ぜたインクを作製し繊維を浸す	・原料水溶液を使用して、繊維素材への固着および高分子合成を行う ・水系での合成反応

* 夾雑物：ある物の中に混じり込んでいる余計なもの