

# 体温，発汗を計測可能な機能性繊維の研究

東京大学大学院 竹井裕介

## A Study of Body Temperature and Sweat Measureable Functional Fiber

by

Yusuke Takei

*Department of Mechano-Informatics,  
Graduate School of Information Science and Technology,  
The University of Tokyo,*

### ABSTRACT

We fabricated wearable flexible humidity sensor that can measure human sweat. Our sensor is based on Ionic-liquid-Gel-coated Fabrics and Cloths (IG-Fabric/Cloth). We use EMIMBF<sub>4</sub> as ionic liquid, which has a characteristic that it absorbs H<sub>2</sub>O and changes its impedance. For the humidity sensor substrate, we use “Bemcot TR-7F” (Asahi Kasei corp., Japan) and “Kimtowels” (NIPPON PAPER CRECIA Co., LTD, Japan) as fabric and Cotton and Polyester as cloth. Fabrication steps of ionic-liquid-gel-coated fabric and cloth are as follows. First, we prepare the mixture of ionic liquid and PolyVinylidene DiFluoride (PVDF) and Dimethylacetamide (DMAc) as ionic liquid gel solution. Then we dip the fabric and cloth into the ionic liquid gel solution for 5 minutes. After picking up, we baked the fabric on the 80°C hotplate for 30 minutes. To evaluate IG-Fabric/Cloth humidity sensor, examined the

relation between relative humidity and IG-fabric impedance change. There is linearity in humidity and resistance change. From the measurement data of sensor response speed test, the response speed  $\tau_{63}$  estimated as around 0.7 seconds. This is 10 times faster than commercial CMOS humidity sensor. This is because IG-fabric has a large surface area and high gas permeability, compare to silicon wafers. We also evaluated the flexibility of our humidity sensor and showed high flexibility of our sensor. As a demonstration, we fabricated IG-Cloth based humidity sensor on the surface of polyester T-shirt and measured sweating of the human doing exercise and cooling down. From the experiment, we observed the impedance change of IG-Cloth according to the examinee's activity. This sensor has many applications such as flu-mask-type human breath sensor that can monitor human breath, and wearable humidity sensor that can measure human sweat to decrease the risk of heat stroke.

## 要 旨

本研究では、人間の発汗を計測可能なフレキシブルな湿度センサを製作した。本センサは、感湿体として水を吸着しやすい性質をもつ EMIMBF<sub>4</sub> というイオン液体をゲル化したものを不織布および布の繊維表面にコーティングして用いる。本研究では、被コーティング素材として、ベンコット TR-7F (旭化成)、キムタオル (日本製紙クレシア)、コットン、ポリエステルを使用した。コーティング前後に SEM 観察を行ったところ、イオン液体ゲルが繊維の表面および間隙に固定されていることを確認した。イオン液体ゲルをコーティングした不織布および布のインピーダンスを計測したところ、湿度変化に対して線形に変化することが分かった。また、湿度変化に対する応答速度を評価したところ、市販の電気式湿度センサに比べて 10 倍速く応答することが分かった。これは、本センサのベースが不織布や布など表面積が大きい構造をしていることに起因していると考えられる。また、本センサの柔軟性を確認するため、曲げに対してインピーダンスがどのように変化するかを検証したところ、インピーダンス値はほぼ一

定であった。これは、本センサを曲げた際に曲げによる伸びは生じず、繊維が絡まりあう構造に吸収されてしまうためだと考えられる。製作したセンサが人間の発汗を計測できるかを確認するために、ポリエステル製の T シャツの胸部にイオン液体ゲルをコーティングし、被験者が運動時の発汗の計測を行った。その結果、運動に伴う発汗による T シャツの湿度の上昇、安静にすることにより発汗が止まり、ポリエステル素材の持つ速乾性の特徴による T シャツの湿度の低下が計測された。本センサは、人間の呼吸の計測のためのマスク型呼気センサや、熱中症のリスク低減のためのウェアラブル発汗センサなどへの応用が期待される。