

# 帝人と関西大学のポリ乳酸使った圧電体 ロール状や組みひも状で高機能化

\* 帝人と関西大学は、2012年9月にポリ乳酸を使った圧電積層フィルムの開発を発表している。

帝人と関西大学は、ポリ乳酸を用いた新しい圧電体2種を共同開発した。ポリ乳酸の形状を整えることで、特定の効果が得られるようにしたのが特徴だ。

## 2種類のポリ乳酸を併用

開発品の1つは2016年12月に発表したもので、ポリ乳酸のフィルムを積層した圧電体(圧電積層フィルム)をロール状に巻いた「圧電ロール」(図1)。外部から力を加え続けると、最大2分ほど電圧を出力できる。これはロール状になったことで、積層フィルムが荷重を受けやすくなり、発生する電荷の量が増えたためである。一般的な圧電体では電圧を出力できる時間が数百μsほどにとどまっていたが、出力時間が大幅に増加するという。

延伸したポリ乳酸のフィルムは、圧力を加えると正と負の電荷がフィルムの表裏に分かれて発生する。圧電ロールはこの特性を生かし、ポリ乳酸の光学異性体であるポリL乳酸(PLLA)とポリD乳酸(PDLA)、電極となるアルミニウムを交互に積層した圧電積層フィルム

を、数百～数千回巻いて作製した\*。出力電圧は圧電ロールにかかる荷重の大きさに比例し、「0.001～100kgfの間で電圧が生じる」(関西大学システム理工学部学部長教授の田實佳郎氏)。ロールの巻回数によって出力の持続時間を調整できるという。

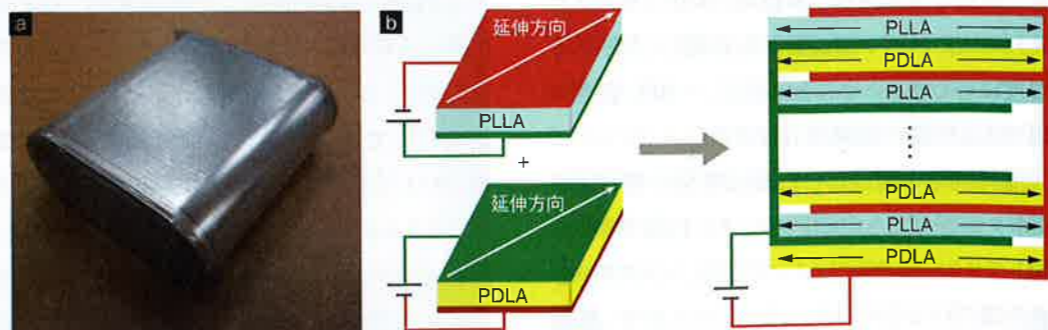
立体構造が互いに鏡像であるPLLAとPDLAのフィルムは、製造工程が同じでも電荷の正負が表裏逆に発生する。圧電積層フィルムはPLLAとPDLAのフィルムを積層することで、多くの電荷を発生できるようにしている。

PLLAもしくはPDLAのみで圧電積層フィルムを生産しようとする、電荷の打ち消しを防ぐため1枚おきにフィルムを裏返した上で、配向がそろるようにフィルムの向きを変える必要がある。工程が複雑で連続生産が難しくなることから、電荷が逆に発生するPLLAとPDLAのフィルムを組み合わせて重ねている。

## 飾り結びで取得データを絞る

もう1つの開発品は、繊維状にしたポリ乳酸に日本の伝統工芸である組みひも技術を適用

図1 ポリ乳酸の圧電積層フィルムを巻いた「圧電ロール」  
帝人と関西大学が開発した(a)。圧電積層フィルムはポリ乳酸の光学異性体であるポリL乳酸(PLLA)とポリD乳酸(PDLA)、および電極となるアルミニウムを交互に積層したものを(b)。これをロール状に巻回することで出力時間を拡大した。



した「圧電組紐」だ(図2)。1本の圧電組紐で「伸び縮み」や「曲げ伸ばし」、「ねじり」といった動きを検出できる。さらに圧電組紐を編んだり、結んだりすることで、検出したい動作を選択的に取得できるセンサーを造れる。

ポリ乳酸を繊維状にして利用しており、電極となる導電繊維を中心にして巻きつけている。外側には外部環境からのノイズを防ぐシールドが巻かれている。圧電組紐1本の直径は約0.3mmである。

圧電組紐に伸び縮みや曲げ伸ばし、ねじりのような動作が加わると、内部のポリ乳酸の繊維に力が加わって電圧が生じる。動作が逆向きだと、圧電組紐から発生する電圧も逆になる。例えば、上向きに曲げたときに正の電圧を得られていれば、下向きに曲げると負の電圧を得られるという。

帝人と関西大学は、この圧電組紐で人間の動作をセンシングするために、「飾り結び」の手法を利用した。飾り結びとは、組みひもの形を整えて装飾的に見せる結び方のこと。吉祥結びや菊結び、梅結びなどの種類があり、圧電体の組みひもを飾り結びで固定することで後述のように電圧の発生を制御できるようになる。

2017年1月に行った記者会見では、吉祥結びで作製したウェアラブルセンサーのデモンストラクションを披露した。首に巻くことで血流の脈動を検出するものだ。それ以外の体の揺れなどには反応しないという。

吉祥結びは表面にある組みひもと、裏面にある組みひもが、上下反転するようにして固定される。これにより、皮膚に対して水平方向から受ける運動には反応するものの、皮膚に対して垂直の方向から受ける運動には反応しにく



図2 ポリ乳酸の繊維を組みひもにした「圧電組紐」  
首に巻かれたチョーカーがウェアラブルセンサーとなっている。脈動を検出してスマートフォンにデータを送信している(a)。チョーカーには飾り結びが施されている(b)。

い性質を持つようになる。今回のデモは脈動として首表面の伸縮をウェアラブルセンサーで検出している。組みひもの末端にはコネクタがあり、そこに取り付けられた送信機を通じてスマートフォンにデータを送信している。

飾り結びをうまく利用すれば、不要な動きから発生するセンシングデータを約1/1000にまで抑えられるという。一般に、センサーには求めている動作以外に起因するノイズを除去するための電気回路やソフトウェアなどが必要となる。しかし、圧電組紐は飾り結びの形状だけで選択的に所望の運動データを取得できる可能性がある。用途として高齢者やペットなどの見守りを考えており、今後1～2年で実用化したいという。

帝人では今後製造や医療など、さまざまな現場でのセンシングを目指している。その開発品として、今回は圧電体を発表したという。

(野々村 洸)