

【バイオテクノロジー分野】

仮訳

感湿性の運動着を開発（米国）

生きた細胞で裏打ちした通気弁が、運動愛好家の汗に反応して開閉する

2017年5月19日

文：Jennifer Chu



MIT の研究チームは、運動愛好家の身体の発熱・発汗に反応して開閉する通気弁付きの通気性ワークアウトスーツを開発した。通気弁のサイズは親指の爪大から指のサイズまであり、湿気の変化に反応して収縮・膨張する生きた微生物細胞で裏打ちされている。細胞は微小のセンサーやアクチュエータとして機能し、運動する人が発汗すると通気弁を開き、身体が冷却すると閉じる。

また研究者らは、細胞で裏打ちされた通気弁を備え、弁の内側の層が外気を吸い込み、湿気を逃がすランニングシューズも作成した。両方のデザインの詳細は本日『Science Advances』に掲載された。



(動画：画像上で Ctrl キーを押しながらクリックしてリンク先を表示)

なぜ反応性ファブリックでは、生きた細胞を使用するのか？研究者は、感湿性細胞は、感湿して反応するための追加の要素を必要としない、と述べている。彼らを使用した微生物細胞は、触れたり、食べたりしても安全であることが証明されている。また、現在入手可能な新しい遺伝子組み換え技術を使用すれば、これらの細胞を迅速かつ大量に準備し、感湿性に加えて多様な機能を発揮させることが可能となる。

この最後の点について実証するために、研究者らは感湿性細胞を操作して、通気弁が開くだけでなく、湿気の状態に応じて発光するようにした。

「我々は、細胞を遺伝子組み換え技術と組み合わせて、これらの生きた細胞に他の機能を組み込むことができます。」と、論文の筆頭執筆者であり、MIT Media Lab と化学工学科の元研究者である Wen Wang 女史は述べている。「蛍光発光を例にとると、これによって、あなたが暗闇の中を走っているということを周囲に知らせることが出来ます。我々は将来、遺伝子工学によって、香りを出す機能を組み合わせられるようになるでしょう。そうなれば、ジムに行った後に、シャツから芳香を出すことが可能になるかもしれません。」

Wang 女史の共同研究者には、MIT の機械工学、化学工学、建築、生物工学、ファッションデザインといった分野を専門とする 14 人の研究者と、New Balance Athletics の研究者が含まれている。Wang 女史はまた、bioLogic という名のプロジェクトを元大学院生の Lining Yao 氏と共同で主催した。bioLogic プロジェクトは、Jerome B. Wiesner Professor of Media Arts and Sciences の石井裕氏が率いる MIT Tangible Media group の一環である。

形状変化する細胞

生物学者は自然界で、松ぼっくりから微生物細胞、さらには特殊なタンパク質に至るまで、生物とその成分が湿度の変化により、構造や量を変えることができることを目の当たりにしてきた。MIT チームは、酵母、バクテリア、その他の微生物細胞のように自然界に存在して形状変化するものを、感湿性ファブリックの製作における基盤として使用できるかもしれないと仮定した。

「これらの細胞は非常に強力であるため、これでコーティングした基材を曲げることも可能です。」と Wang 女史は述べている。

研究者は最初、湿度の変化に反応して膨張・収縮することが判明した大腸菌の中で最も一般的な非病原株を使用した。さらに、緑色蛍光タンパク質が発現するよう細胞を操作し、感湿による発光を可能にした。

次に、過去に開発したセルプリンティング技術を用いて、加工していない天然のラテックスシートに大腸菌を印刷した。

大腸菌細胞で出来た平行線をラテックスシートに印刷して 2 層構造を作り、湿気に変化する環境にさらした。同ファブリックを乾燥用ホットプレートの上に置くと、細胞は収縮を始め、上に重なっているラテックス層は巻き上がった。次に、同ファブリックを蒸気にさらすと、細胞は発光と膨張を開始し、ラテックス層は平らになった。Wang 氏は、このような乾燥・湿潤サイクルを 100 回経た後、同ファブリックには、セル層または全体的な性能での「劇的劣化がなかった」ことを確認した、と述べている。

発汗しない

研究者らは、このバイオフィブリックをウェアラブルな衣服へと加工し、細胞で裏打ちされたラテックス製の通気弁を背中一面に配したランニングスーツを制作した。過去に作成された、身体のどこで発熱と発汗があるのかを示した地図に基づいて、各通気弁の

サイズと開放の度合いを調整した。

「皆さんは、熱と汗は同じだと考えているかもしれませんが、実際には下部脊椎などのいくつかの部位では、多量の発汗においても、あまり発熱しないのです。」と Yao 氏は語る。「私たちは発熱・発汗マップを融合させて衣服をデザインし直しました。たとえば、身体よりも多く発熱する部位にある通気弁は、大きくしました。」

各通気弁の下にあるサポートフレームにより、ファブリックの内側の細胞層が直接肌に触れないようになっているが、それでも細胞は、皮膚の真上にある空気中の湿度変化を感知して反応することが可能なのである。同スーツの着用試験では、被験者がスーツを着用してランニングマシンや自転車で運動している間、研究者は、被験者の背中一面に取り付けられた小型センサーで体温と湿度をモニタリングした。

被験者が熱と汗を感じた 5 分後に、同スーツの通気弁が開き始めた。センサーで測定したところ、このような機能を備えていない通気弁が付いた同様のランニングスーツを着用した時よりも、身体から効率的に汗を逃して皮膚温度を低下させた。

Wang 女史は、自身が同スーツを着用した際に、期待していたような感覚が通気弁から得られたことを感じた。数分間激しくペダルを踏んだ後、「背中にエアコンを着ているように感じました。」と振り返る。

通気性ランニングシューズ

研究チームはまた、感湿性ファブリックを靴のラフ・プロトタイプにも応用した。足裏が靴のソールに触れる部位に、下向きに湾曲した複数の通気弁が縫い付けてあり、細胞で裏打ちした層は、ランナーの足に触れることなく足裏に対面するようになっている。彼らは、ランニングスーツの時と同様に、足の発熱・発汗マップに基づき通気弁のサイズと位置を設計した。

「最初は、靴の上に通気弁をつけようと思いましたが、ヒトは通常、足の上側には発汗しません。」と Wang 女史と述べた。「しかし、足裏では多量に発汗し、これによってイボのような疾患を引き起こされます。そこで私たちは、足を乾燥したままの状態に保ち、これらの疾患を避けることが可能なのではないか?と思ったのです。」

研究者が周りの湿度を上昇させると、ランニングシューズの通気弁は、ワークアウト用スーツと同様に開き、発光した。また、乾燥した状態では通気弁は発光をやめ、閉じた。

研究チームは今後、スポーツウェアのメーカーと協力して、デザインの商品化を図り、感湿性カーテン、ランプシェード、ベッドシーツなど他の用途を探求する。

Wang 女史は、「我々はパッケージングについて考え直すことにも関心を持っています。第2の皮膚というコンセプトから、反応型パッケージングという新しいジャンルが生まれるかもしれません。」と述べている。

「この研究は、新しい材料やデバイスの開発や、新機能の実現に生物学の力を活用するという試みの一例です。」と、機械工学科の Robert N. Noyce Career Development 准教授で、本論文の共同執筆者でもある Xuanhe Zhao 氏は述べている。「この『生きている』材料とデバイスという新しい分野は、工学と生物システムとの境界領域において、重要な用途へと結びつくことでしょう。」

この研究の一部は、MIT Media Lab と Singapore-MIT Alliance からの支援を受けた。

翻訳：NEDO（担当 技術戦略研究センター 坂田 裕子）

出典：本資料は、マサチューセッツ工科大学の MIT News の以下の記事を翻訳したものである。

“Researchers design moisture-responsive workout suit”

<http://news.mit.edu/2017/moisture-responsive-workout-suit-0519>

(Reprinted with Permission of [MIT News](#))