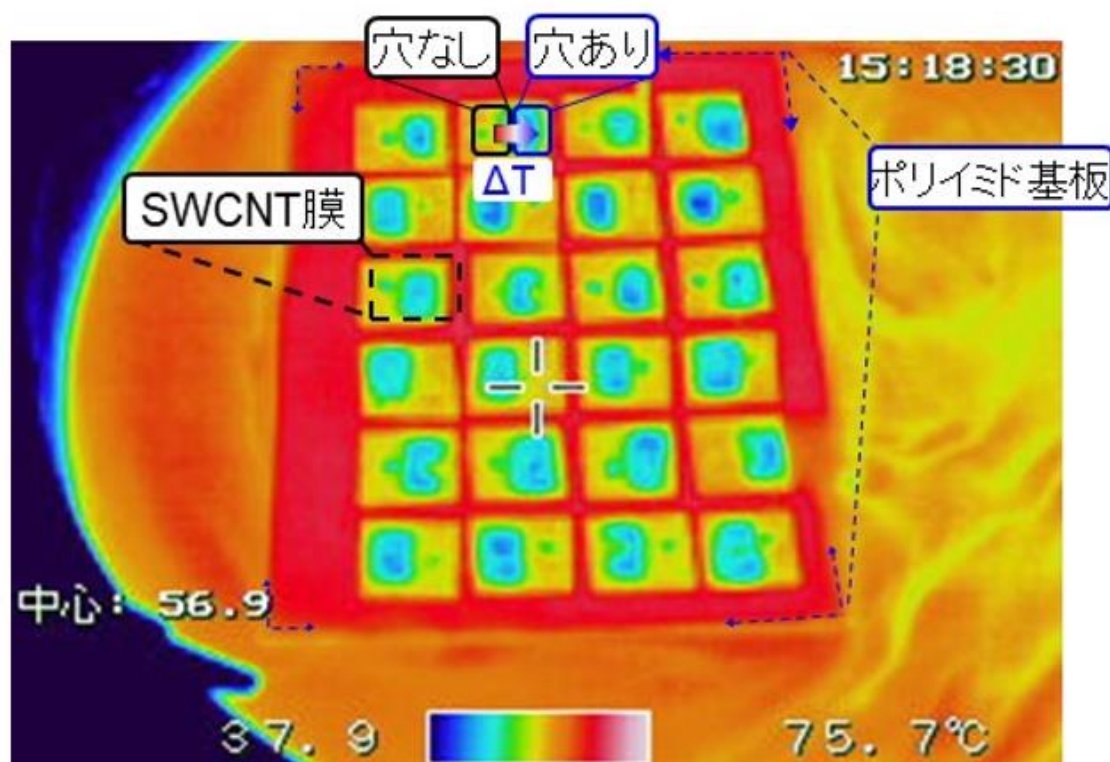


熱源不要 水面に浮かべるだけ
CNT 熱電発電デバイス開発 東海大が成功

東海大学工学部材料科学科の高尻雅之教授の研究グループは、単層カーボンナノチューブ（CNT）薄膜を利用し、水面に浮かべるだけで熱源不要の CNT 熱電発電デバイスの開発に成功した。



CNT 発電デバイスを水温 70 度 C のお湯に浮かべた時のサーモグラフィー像

熱電発電デバイスとは、熱エネルギーを電気エネルギーに変換できるデバイスで、熱電材料内で発生した温度差から電圧・電力を取り出す。高尻教授によると「CNT 膜を電子顕微鏡写真で観察している際、無数の隙間があることに気づき、この隙間をうまく利用できないか考えていた時に、今回のデバイスを思い付きました。さらに CNT が軽量、フレキシブルで、光吸収性に優れていることもデバイスに有利に働きます」という。

CNT 発電デバイスの作製では、フレキシブル性のあるポリイミド基板（縦 80mm、横 60mm、厚さ 125 μm ）を使用し、千鳥格子のように交互に穴（縦 4mm、

横 5mm) を 24 カ所開けた。この CNT 膜と基板を接着させた際に、穴から水を吸収できる部分と、水面と CNT 膜の間において基板を隔てることで水を吸収できない部分を設けた。この発電デバイスを水面に浮かべると、それぞれの CNT 膜内に冷却された部分ができ、隣り合う素子間で反対向きに温度差を生じさせることに成功した。

得られた CNT 膜の熱伝導率は、膜に対する面内方向および面外方向において、それぞれ 5.4 および 9.0×10^{-3} 乗 $W/m \cdot K$ で、これは既存の CNT 膜の熱伝導率よりも低い値で、膜内における温度勾配を効果的に発生させることができることを示した。

さらに、それぞれの CNT 膜を銅細線で接続し、デバイス性能を評価した。発電デバイスの出力特性を測定するために、水温が 20 度 C と 70 度 C、風速が無風と毎秒 $3m$ 、模擬太陽光照射がない場合と平方メートル当たり $1kW$ の条件を設定した。基準となる環境条件（水温 20 度 C、無風、未光照射）では、1つの CNT 膜内で $2K$ の温度が発生し、デバイス全体で出力電圧約 $0.5mV$ 、電力約 $1.5nW$ が得られた。測定時間は 60 分で、その間はほぼ一定の出力を維持できた。最も高い性能を示したのは、水温 70 度 C、風速毎秒 $3m$ 、光照射平方メートル当たり $1kW$ で、出力電圧約 $15mV$ 、最大電力 $1.3 \mu W$ が得られた。

高尻教授の話「開発したデバイスは、水質・水量管理などの多くの無線モニタリングシステムといった熱源がない環境における独立電源を開発するための基盤となり得ると考えられます。今後、デバイス構造を最適化することで出力特性を増加させる予定です。将来的に人の発汗を利用した発電デバイスにもつながる可能性があり、ウェアラブルセンサーの電源としても検討します」

文 科学新聞