

【蓄電池・エネルギーシステム分野】

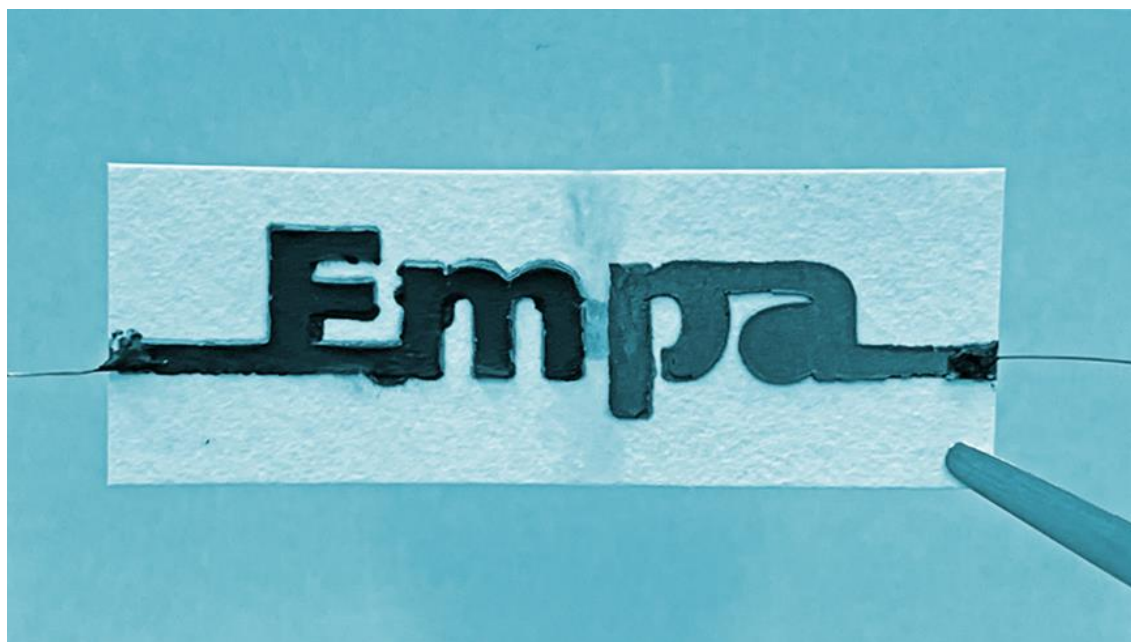
仮訳

水を1滴注ぐだけ

水で作動する紙バッテリー(スイス)

2022年7月28日

スイス連邦材料試験研究所(EMPA)の研究チームが、水で作動する使い捨ての紙バッテリーを開発した。研究者らによると、同バッテリーは、物品追跡用スマートラベルや環境センサー、医療診断装置など、広範囲に渡るシングルユースで使い捨ての低消費電力電子機器の電源として使用でき、環境への影響を最小限に抑えられる可能性があるという。同紙電池の概念実証研究は、『Scientific Reports』に掲載されている。



紙片両端の2個の電気化学セルより構成される紙バッテリー。アルファベット“m”と“p”の間の遮水層で隔てられ、直列接続されている (画像:EMPA)

Gustav Nystrom 氏とそのチームによって考案された紙バッテリーは、1 個のセルのアクティブエリアが最小で 1 平方センチメートルであり、長方形の紙片に電池の各構成要素が 3 種類のインクで印刷されている。紙片の全体は塩（この場合は単に塩化ナトリウム、つまり食卓塩）を含んでおり、一方の短辺はワックス処理されている。紙辺の片面にはグラファイトを含むインクでバッテリーのプラス極（カソード）が、反対側の面には亜鉛粒子を含むインクでマイナス極（アノード）がそれぞれ印刷されている。さらに、両面のこれらの 2 種のインク上には、グラファイト片とカーボンブラックを含むインクで集電体が印刷されている。これらの集電体は、紙片のワックス処理した短辺側にある 2 本のワイヤにプラス極とマイナス極をつないでいる。

少量の水が加わると、紙片に含まれる塩が溶けて荷電イオンが放出され、電解液がイオン伝導性を持つようになる。イオンが紙片中に分散することでバッテリーが活性化するとマイナス極のインクに含まれる亜鉛が酸化して電子が放出される。（外部）回路を閉じると、電子は亜鉛アノードからグラファイトとカーボンブラックインクを集電体、ワイヤ、デバイスを経由して、グラファイトカソードへ移動し、空気中の酸素で還元される。このようなレドックス（酸化還元）反応により電流が発生し、外部電気機器への電力供給に利用できるようになる。

概念実証: 低消費電力電子機器用の持続可能なエネルギー源



研究所の名称（『EMPA』）をステンシル印刷した紙バッテリー。LCD 目覚まし時計など、低消費電力電子機器を作動できる(画像: EMPA)

Nystrom 氏のチームは、2 個のセルを組み合わせることで作動電圧を上げた 1 個のバッテリーを作り、液晶ディスプレイ付きの目覚まし時計を作動させて低電力の電子機器が作動可能であることを実証した。同バッテリーの性能分析では、水を 2 滴加えると 20 秒以内にバッテリーが作動し、エネルギーを多く消費する機器に接続してい

ない場合は、1.2 ボルトの安定した電圧を維持した。一般的な単 3 形アルカリバッテリーの電圧は 1.5 ボルトである。

同バッテリーの性能は、紙の乾燥のため 1 時間後に大幅に低下したが、再び水を 2 滴加えると、さらに 1 時間以上にわたって 0.5 ボルトの安定した作動電圧を維持できた。

研究者らは、紙と亜鉛の生分解性を利用した紙バッテリーが、使い捨ての低電力電子機器による環境への影響を最小限に抑える可能性を提唱する。「金属空気電池の金属箔は電池の使用に伴って徐々に消耗しますが、私たちが開発した紙バッテリーの特殊な点は、実際の用途に合わせた亜鉛の量をインクに加えるだけでよいように設計されていることです」と Nystrom 氏は説明する。金属箔の管理はより難しく、いつも完全に使い切れるとは限らないため無駄になることもある。このため、インクの亜鉛含有量が多いほど、バッテリーは長時間作動することができる。

また、Nystrom 氏は、水で作動する現行の紙バッテリー設計でさらに重要な点は、バッテリーが乾燥するまでの時間であると説明するが、「別の方法を開発してこの問題を回避できると確信しています」と付け加える。しかし、一定の湿度や湿潤環境下での環境センシング用途では、紙の乾燥は問題にはならないだろう。

補完しあう 2 つの技術

Nystrom 氏のチームは、過去の研究において、効率性を損失せずに数千回の充放電が可能な紙ベースの生分解性キャパシタを開発している。スーパーキャパシタは、同じ重量のバッテリーと比較するとエネルギー密度が 10 倍ほど低いが、電力密度はおよそ 10 倍から 100 倍も高い。そのため、充放電速度がはるかに速く、より多くの充放電サイクルを耐久できる。「この 2 つのデバイスは、実は相補的なものなのです」と Nystrom 氏は言う。新しい水で作動するバッテリーの開発の意図は、フル充電のエネルギーを何らかの刺激（今回の場合は単なる水滴）が加わることで初めて放出するデバイスを製造することにあった。

翻訳：NEDO（担当 技術戦略研究センター）

出典：本資料は、スイス連邦材料試験研究所 (EPFL) の以下の記事を翻訳したものである。

A paper battery with water switch

(<https://www.empa.ch/web/s604/wasser-aktivierte-batterie>)