



中小企業と都産技研が連携し 大容量・低コスト・長期保管可能な 「非常用空気電池」を共同開発

都産技研では、2017年から東京電業株式会社との共同研究により、非常用空気電池の開発をスタート。2018年には実証試験セクターで環境試験、2019年にはデザイン技術グループでパッケージデザインを行い、同社から発売予定です(2019年内)。他方、燃料電池や金属空気二次電池で 사용되는白金触媒の代替として、酸化触媒やカーボン系触媒の研究開発も同時進行。担当した先端材料開発セクターの立花 直樹 副主任研究員に経緯や今後の展望を聞きました。

■ 開発の社会背景・ニーズ

自然災害が頻発する日本。現代では、スマートフォンが情報の収集や連絡を取るのに欠かせませんが、停電によって充電ができなくなるか、できたとしても避難所では数時間待ちという状況が予想されます。かつて「防災袋」の必需品といえば、水・乾パン・ラジオと乾電池でした。しかし、乾電池では出力・容量不足のため、災害などの非常時にも対応できる高出力・大容量の非常用電源に注目が集まっています。

「非常用空気電池」 共同開発プロセス



災害大国で需要が高まる 非常用空気電池

空気電池は、正極で空気中の酸素が化学反応(還元反応)を起こし、もう一方の電極で金属が酸化されることによって発電します。都産技研と東京電業(株)が共同開発した空気電池の出荷時の状態は、セルと呼ばれる容器内にマグネシウム電極と空気中の酸素が反応する電極(空気極)の二つの電極が入っているだけ。付属の食塩を溶かした水をセルに注ぐことで発電します。水道水のほか、雨水や海水でも構いません。使用時に注水するため、持ち運びや保管時は非常に軽いことが特長です。

発電の要となる空気極には、低コストな炭素材料を主に使用し、簡易なプロセスで従来品を大きく上回る優れた性能と高い強度を実現させました。USBケーブルで給電を行い、スマートフォンなら約20台分の充電が可能です。

実証試験セクターで、加速劣化試験、温度サイクル試験といった環境試験を実施。電極は繰り返し試作を行い、試験結果に応じて改良を重ねました。加速劣化試験では、気温65℃・湿度75%の環境で28日保管し、「気温20℃で約10年間」相当の耐久性を確認。安全性と長期保管に適した性能を達成できたため、発売時には5年保証とする見込みです。

試験項目	概要	結果
加速劣化試験	65℃、75%を28日間保持(20℃、10年の保管を想定)	○*1
温度サイクル試験	20℃/2h⇒75℃/4h⇒20℃/2h⇒-20℃/2hを4サイクル	○*1
振動試験	10～55 Hz、3方向に90分ずつ	○*2
落下試験	高さ1mからコンクリート床に落下	○*2
短絡試験	4セル直列で短絡	○*3
過放電試験	使い切った状態でさらに電流を流す	○*3

実施した安全性・劣化試験

- *1 放電特性に変化が見られない
- *2 容器の破損がなく、電解液注水後に漏えいがない
- *3 発火や破裂がない

備蓄需要からレジャー用途まで 多彩な応用展開が可能

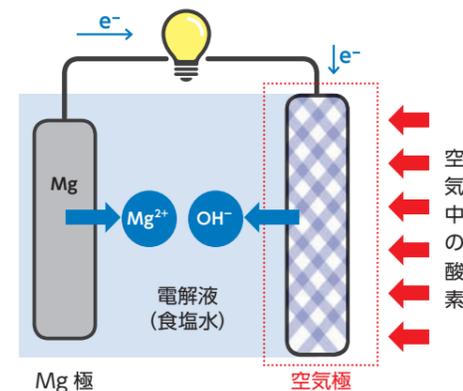
多くの人がスマートフォン充電用の電池で思い浮かべるのはモバイルバッテリー(市販されているものはほぼリチウムイオン電池)ですが、数年単位で放置すると自己放電し、また発火事故も相次いでいることから備蓄には不向きと考えられます。一方、マグネシウム空気電池は、使用時に食塩水を注水するため、保管中はほとんど劣化せず、理論エネルギー密度はリチウムイオン電池の十倍以上です。開発した電池は単三乾電池に換算すると二百本ほどに相当します。

想定している用途は、スマートフォン以外にも、LEDライトや小型扇風機などに対するUSB経由での充電や給電。災害時の避難所をはじめ、需要は大きくなっています。ターゲットは、非常用に備蓄を進める自治体や一般家庭ですが、レジャー用途

も想定。非常に軽量ですので、へき地や高地、船上にも無理なく持ち込めます。

なお、発電時にはマグネシウムが反応し、水酸化マグネシウムとなって容器内に溜まります。この使用済み水酸化マグネシウムを新しいマグネシウムに交換する構造にすれば、繰り返しの発電も可能。技術的には十分に実現できます。また、電極に使用する触媒の活性の向上によってさらに小型化できると考えています。将来的には病院や公共施設などで大型の非常用電源に応用するなど、可能性は大きく広がります。

本件は先端材料開発セクターが中心となり、実証試験セクター、デザイン技術グループと連携して開発を進めました。技術シーズの開発だけでなく、製品化・事業化までトータルに支援し、都産技研としての本領が発揮された好例だと自負しています。



共同開発した非常用マグネシウム空気電池の内部構造

ビーズミルで分散させた ナノ粒子触媒を白金代替に

次世代の自動車をはじめ、多方面で注目される燃料電池や金属空気二次電池。その電極の触媒には白金が用いられています。しかし、白金は高コスト。都産技研では安価な代替物質として「ペロブスカイト型酸化物」や「窒素ドープ炭素材料」を用いた触媒の研究開発を進めています。

酸化触媒の課題の一つは粒子の大きさ。白金が数ナノであるのに対し、酸化触媒を量産に適した簡易な方法でつくると、数百ナノ～

数ミクロン程度の塊に凝集してしまいます。これでは触媒活性が低く、ロスが大きくなります。理想は、触媒の粒子を分散させること。触媒は表面積が大きく、分散しているほど活性が高いからです。

着目したのは、液体内で粒子にビーズを当てて塊を分散させるビーズミルという手法。従来型のビーズミル処理では0.1～2mmのビーズが使われていますが、「ペロブスカイト構造」という結晶構造まで破壊してしまいます。そこで、本研究では30ミクロンの小径ビーズを使用。それにより、結晶構造を壊さずに粒子径を約10分の1にでき、活性は2.7倍に向上しました*1。本研究は粉碎室の小さな試験機で行いましたが、大容量の量産機を使用すればキログラムオーダーの粒子の分散が簡易なビーズミル処理で可能になると考えています。

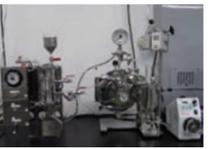
カーボンナノ粒子触媒を用いた 高出力電極を開発

「窒素ドープ多孔性カーボンナノ粒子」*2も白金代替として期待されています。窒素を含んだシアナミドやメラミンという薬品をカーボンナノ粒子に混ぜて熱処理を施すことで、白金に近い性能を発揮する触媒が合成できます。すでに市販の白金触媒を用いた電極をしのぐ高出力な電極の開発にも成功しています。

都産技研では今後、これらの研究成果を燃料電池や金属空気電池などの共同研究のほか、オーダーメイド開発支援にも展開させていきます。小径ビーズによるビーズミル処理は触媒に限らず化粧品用途や電子材料用途などの多様なナノ粒子の分散も可能です。化粧品であればバイオ応用技術グループ、電子材料であれば電気電子技術グループなどとの連携が考えられます。ぜひ都産技研の総合力にご期待ください。

参考文献

- *1 N. Tachibana, H. Kobayashi, S. Somekawa, K. Shimano, Electrochemistry, 87, 193-195 (2019).
- *2 N. Tachibana, S. Ikeda, Y. Yukawa, M. Kawaguchi, Carbon, 115, 515-525 (2017).



小型ビーズミル試験機

凝集状態



表面積が小さいため、触媒活性が低い。(塊の表面でしか触媒反応は進行しない)

ビーズミル処理

理想的な状態



表面積が大きいため、触媒活性が高い。(あらゆる粒子表面で触媒反応が進行する)



先端材料開発セクター
副主任研究員

たちばな なおき
立花 直樹

お問い合わせ

先端材料開発セクター
(本部)

TEL 03-5530-2646