

イオン液体とゲルを用いたリチウム-空気電池

これまでよりも安全、安定、高エネルギー密度の蓄電池



周 豪慎 Zhou Haoshen
しゅう こうしん
hs.zhou@aist.go.jp

エネルギー技術研究部門
上席研究員
(兼) エネルギー界面技術研究
グループ
研究グループ長
(つくばセンター)
東京大学 特任教授(兼)(本郷)
南京大学 講座教授(客)(中国南京)

物質の表面や界面でのイオンの拡散、挿入、脱離に伴う現象を解明するとともに、クリーンなエネルギー変換デバイス、特にリチウム空気電池など革新的な蓄電池の創出を目指しています。

関連情報：

- 共同研究者
張 涛 (産総研)
- 参考文献

T. Zhang, H. Zhou: *Angewandte Chemie International Edition*, 51, 11062-11067 (2012).

● 用語説明

*イオン液体：液体で存在する塩(えん)のこと。通常「塩」は常温下では固体だが、塩を構成するイオンがある種の有機イオンに置換した場合、融点が低くなり、室温付近でも液体状態で存在する。

● 主な研究成果

2012年10月3日「イオン液体とゲル空気極を用いたリチウム-空気電池」

●この研究開発の一部は、内閣府・最先端研究開発支援プログラム「高性能蓄電池デバイス創製に向けた革新的基盤研究(2009～2013年度)」の支援を受けて行っています。

リチウム-空気電池への期待と課題

現在、普及が進んでいる電気自動車にはリチウムイオン電池が搭載されていますが、その性能は十分とはいえず、より長距離を走行できる高性能蓄電池の開発が求められています。そこで、理論的には現在のリチウムイオン電池の約5～8倍の重量エネルギー密度をもつリチウム-空気電池がポストリチウムイオン電池として注目されています。しかし、電解液に有機電解液を用いたリチウム-空気電池では、有機電解液の発火、蒸発、分解、空气中水分の溶解などの課題があるため、より安定した電解液材料の探索が続けられています。

イオン液体とゲル空気極で問題を解決

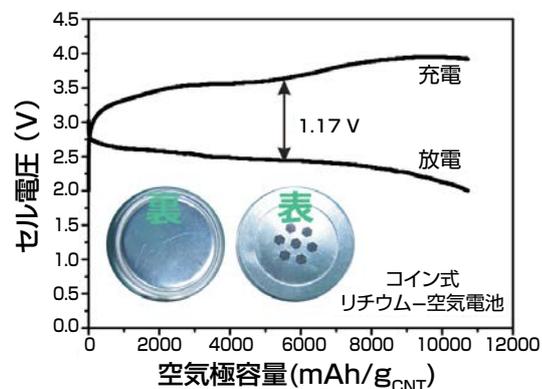
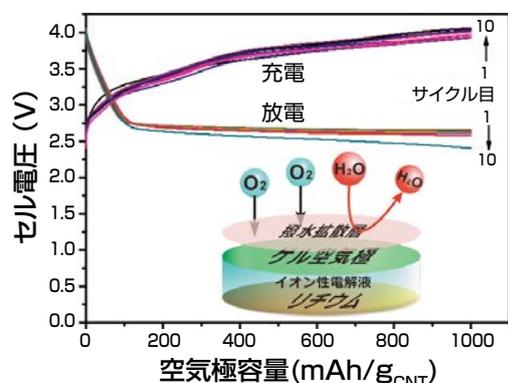
リチウム-空気電池が安定な放電を継続し、大きな容量を得るためには、空気極全体に3次元的な電子伝導パス、イオン伝導パス、空気拡散パスがなければなりません。これまでの有機電解液を用いたリチウム-空気電池では、空気極の細孔が有機電解液で満たされているため、空气中の酸素ではなく有機電解液に溶存している酸素が主にリチウムイオンと反応していると考えられます。そのため、理想的な電気化学反応が進行せずに、放電時の電圧、容量、出力特性が著しく悪くなってしまおうという問題が発生します。

これらの問題点を解決するために、電解液として燃えにくく、揮発しないイオン液体*を用いるとともに、空気極として液体に濡れない撥水性ゲルを用いることにしました。また、空気極として、電子伝導パスの役割をになうカーボンナノチューブ(CNT)とイオン伝導パスの役割をになうイオン液体だけを混合した準固体状の撥水性ゲルを作製しました。

このような構成のコイン型リチウム-空気電池を作製し、空気雰囲気下で一定の電流を流した場合の電池の充放電特性について調べたところ、放電と充電が可能であることが確認されました(図)。すなわち、イオン液体とゲル空気極を用いたリチウム-空気電池を、これまで困難であった空気中において可逆的かつ大容量で動作させることに世界で初めて成功しました。また、CNT 1gあたり10,000 mAh以上の容量が得られることもわかりました(図右)。さらに、一定の容量(1,000 mAh/g)に制限して充放電を行うことによって、10サイクルの間安定した充放電特性が得られました(図左)。

今後の予定

今後は、撥水性ゲル空気極の性能向上、電池構成の最適化などを行い、より優れた性能のリチウム-空気電池の開発を目指します。



開発したリチウム-空気電池の1,000 mAh/g_{CNT}の定容量による空気中での充放電サイクル特性(左)と200 mA/g_{CNT}の定電流による空気中での充放電特性(右)