

【研究開発（再生可能エネルギー）】フローバッテリー MetILs仮訳**サンディア国立研究所の研究者らが
MetILs の中からエネルギー貯蔵「イオン液体」発見（米国）**

【アルバカーキ、ニューメキシコ州】サンディア国立研究所の研究者らは、費用対効果で従来比3倍のエネルギー貯蔵を可能にする、MetILs(金属系イオン液体:metal based ionic liquids)として知られる溶解塩電解質の新たなファミリーを開発した。

科学誌 *Dalton Transactions* に投稿された今回の研究内容は、太陽光や風力といった大規模で、断続的に発生する再生可能エネルギー源を、経済的に、安全に国内の電力スマートグリッドに連携させるためのデバイス開発に役立つだろう。

従来のグリッドは安定した電力源を想定して設計されているため、再生可能エネルギーのように供給が断続的に変動する電力を受け入れることが難しくなっている。エネルギー貯蔵技術の向上は、こうした変動するエネルギー源の安定化に役立つ。サンディア研究所の研究者らは改良された新たなエネルギー貯蔵技術によって、より柔軟で、費用対効果が良く、信頼性のあるグリッドの開発方法を研究している。



化学技術者 Harry Pratt が銅ベースのイオン溶液を合成(撮影:Randy Montoya)

「炭素排出が避けられない従来のエネルギーシステムを再生可能エネルギーに置き換えるために、米国も世界もバッテリー(蓄電池)技術の大きなブレークスルーを必要としている」とサンディア研究所の Energetic Components Realization プログラムの代表 Anthony Medina 氏は言う。「MetILs は現在、鉛酸バッテリーやリチウムイオンバッテリーに代わって、非常に高密度のエネルギー貯蔵をもたらす次世代の定置型バッテリー技術を生み出す可能性の高い、新しく将来有望な化学分野である。」

過去 20 年間、リチウムイオンバッテリーはエネルギー貯蔵に関する研究の中心であり続けてきた。コンパクトで軽量のデザインは携帯電話、ノートパソコン、家電製品に非常に適しているが、リチウムイオンバッテリーは価格が高く、また劣化することから、米国の定置型大容量電力グリッド機器への使用は限定されている。

サンディアの研究者で無機化学者である Travis Anderson 氏は次世代のフローバッテリーを開発するチームを率いている。フローバッテリーは電解質に溶解した金属イオン(つまり電気を電導する電気を帯びた物質)の溶液を、外部タンクから電気化学セルへポンプで送り出し、化学エネルギーを電気に変換する。フローバッテリーは電解液の荷電状態を変化させることで迅速に充放電され、さらに電気活性材料(electroactive material)は簡単に、多数回繰り返し使用できる。Anderson 氏は、フローバッテリーは研究所において 14,000 回超の充放電の耐用があり、これは 20 年超のエネルギー貯蔵の耐用に等しい回数であり、リチウムイオンバッテリーではあり得ないだろうと言う。

しかし、フローバッテリーを使用したグリッド貯蔵システムの大きさはおよそ一軒の家屋のサイズで、同容量のリチウムイオンバッテリーよりもコストがかかる。研究者らの最終目標は、与えられた量あるいはエネルギー密度に達するようエネルギー貯蔵量を増加させながら、フローバッテリーを今より小さく、安価に作ることである。

フローバッテリーは米国、日本、オーストラリアで研究されてきた。最大電力が 25 メガワットまでの多くのシステムが、米国エネルギー省の Energy Storage Systems Research プログラムによって管理される米国再生再投資法(American Recovery and Reinvestment Act: ARRA)に基づいた実証段階にある。亜鉛臭素やバナジウムレドックスを使用したフローバッテリーシステムが最有力となっている。しかし、含まれる材料はわずかに毒性があり、またバナジウムは価格が変動する主要対象品目でもある。さらに、水溶液は溶解可能な量やエネルギー貯蔵量に限界があり、また外気温によって性能が損なわれる可能性もある。

サンディア研究所は、水を使用せずにこのような問題を回避するフローバッテリーの研究を先駆けて行っている。Anderson 氏は、電気化学者の David Ingersoll 氏、有機化学者の Chad Staiger 氏、化学技術者の Harry Pratt 氏と Jonathan Leonard 氏など、研究所の多岐にわたる分野の専門家から成るチームを編成した。彼らが設計したものは、電気化学的に可逆性のある、金属ベースのイオン液体、即ち MetILs という新たなファミリーである。これは、鉄や銅、マンガンのように米国内で容易に入手できる安価で、毒性のない材料をベースにしている。



サンディアの研究者は、溶融塩電解質の新たなファミリーを発見した。これは、従来の入手可能なストレージ技術の3倍超のエネルギー密度を有するバッテリーである。開発された MetILs は、左から右へ、銅化合物、コバルト化合物、マンガン化合物、鉄化合物、ニッケル化合物、そしてバナジウム化合物である。(撮影：Randy Montoya)

Anderson氏は次のように語る。「塩を溶媒に溶解せずとも、我々の塩そのものが溶媒である。飽和状態ではないので、より高濃度の活性金属を得ることが可能なのである。実際、これは化学式できまる。そのため、まさに材料の特性(の選定)のみにより、エネルギー密度を費用対効果が良くなるように3倍にでき、それによりバッテリーの必要サイズを大幅に小さくできる。」

MetILsの電気化学的効率、つまりは逆充電する能力は、今までに発表された他の何よりもはるかに高い。本チームは陽イオン、陰イオン、そしてリガンドの約200通りの組み合わせを調査し、それらのうちの5つが、長年、

理想的な標準品と見られていたフェロセンよりも電気化学的効率が上回っている。

プラスやマイナスに帯電した種を混合する時に生じる共通的な問題は、これらの種が凝集し始め、最終的にはイオン液体は粘着性を持ち、バッテリーの薄膜や電極表面を詰まらせるということである。本チームは、サッカーボールに似ている非対称性陽イオン、即ちプラスに帯電したイオンを開発することによってこの課題に取り組んだ。これと同様に、黒の五角形はマイナスに帯電した部分を表し、白の六角形はプラスに帯電した範囲である。このような配置は、イオン液体を構成する物質が、結合し固体になるのを妨げることにより、融点を下げる。その一方で、部分的な帯電は、依然として電子に自由にセル内を流れさせ、電流を発生させる。

本チームは、エネルギー省の配電・電力信頼性局 (Office of Electricity Delivery and Energy Reliability) により資金提供を受ける。同局のエネルギー貯蔵プログラム・マネージャーであるImre Gyuk氏は、サンディア研究所の研究開発の擁護者であり、必要な資金の援助を行っている。

「MetILsの研究は、カソード/電解質のパラダイム(理論的枠組み)に巧妙で創造的な解を示している。というのは、本研究は、容易に入手できる安価な材料をベースにしているため、結果として米国のグリッド全体への大きな影響のあるイノベティブでコストパフォーマンスの良い貯蔵システムをもたらすこととなる。」とGyuk氏は語る。

同発見は、新たなフローバッテリーのカソード材料に適用される。サンディア研究所チームが次に行うべきことは、フローバッテリーのアノードに対して同様の材料を見つけることであり、研究者らはその進捗に自信を抱いている。

Anderson氏は次のように語る。「粘着性、電気電導性、そして基本となる電気化学効率性という3つを同時に扱っているが、これらは常に関連しているわけではない。同時に3つすべてを良い方向へ向かわせるという面白さ、それはまるで宝探しのようだが、地図はない。我々はその地図を作成しつつあり、その可能性に大いに興奮している。」

サンディア国立研究所は、DOEの国立核安全保障庁のための多種のプログラムを行う研究所で、ロッキード・マーティン社 (Lockheed Martin company) の100%子会社であるサンディア社(Sandia Corporation)によって運営されている。サンディア国立研究所の主な施設はニューメキシコ州アルバカーキとカリフォルニア州リバーモアにあり、国家安全保障、エネルギー・環境技術、そして経済競争の分野における重要な研究開発という責務がある。

翻訳：NEDO (担当 総務企画部 望月 麻衣 / 室井 紗織)

出典：本資料は、米国サンディア国立研究所の以下の記事を翻訳したものである。
“Sandia National Laboratories researchers find energy storage “solutions” in MetILs”

https://share.sandia.gov/news/resources/news_releases/metils/