

【蓄電池・エネルギーシステム分野】

仮訳

リチウムイオン電池を超える走行距離を実現する リチウム空気電池の新設計(米国)

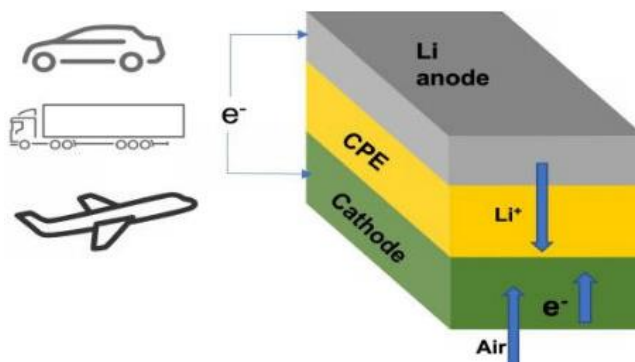
自動車、航空機やトラックへの給電の可能性を提供する新電池

2023年2月22日

JOSEPH E. HARMON

テストセルで 1,000 回の充放電サイクルを実証した安全な新電池は、標準的なリチウムイオン電池に比べより多くエネルギーを貯蔵できる

電気自動車の所有者の多くは、1回の充電で 1,000 マイル以上走行できるバッテリーパックを望む。イリノイ工科大学 (IIT) と米国エネルギー省 (DOE) のアルゴンヌ国立研究所 (ANL) の研究者らは、そんな希望を実現するリチウム空気電池を開発した。この新しい電池設計は、いつの日か国内の航空機や長距離トラックを動かすようになるかもしれない。



リチウム金属アノード、酸素ベースカソード、固体セラミック高分子電解質 (CPE) から成るリチウム-空気電池セルの図。放電・充電時にリチウムイオン (Li+) がアノードからカソードに移動して再び戻る。(画像: アルゴンヌ国立研究所)

このリチウム空気電池の主要な新構成要素は、通常液体ではなく固体の電解質である。固体電解質を使用した電池では、リチウムイオン電池等に使用されている液体電解質のような過熱・発火の危険性がない。

「リチウム空気電池は、リチウムイオンを超える次世代の電池として期待されている電池技術の中でエネルギー密度が最も高いのです」

—— ANL の Larry Curtiss 特別客員研究員

さらに重要なのは、この新設計の電池と固体電解質との化学反応ではエネルギー密度をリチウムイオン電池の 4 倍も高められる可能性があり、航続距離をより長くすることができることだ。

ANL の Larry Curtiss 特別客員研究員は、「ANL 等の科学者たちは 10 年以上にわたって、空気中の酸素を利用するリチウム電池の開発に時間をかけて取り組んできました」と言う。「リチウム空気電池は、リチウムイオンを超える次世代の電池として期待されている電池技術の中でエネルギー密度が最も高いのです」。

過去のリチウム空気電池設計では、放電中にリチウム金属アノード内のリチウムが液体電解質を移動して酸素と結合し、カソードで過酸化リチウム (Li_2O_2) や超酸化リチウム (LiO_2) を生成する。その後、充電中に $\text{Li}_2\text{O}_2 \cdot \text{LiO}_2$ はリチウムと酸素に分解される。この化学的な流れにより必要に応じてエネルギーを貯蔵・放出する。

新しい固体電解質は、比較的安価な元素のナノ粒子によるセラミック高分子材料で構成され、放電時の化学反応で酸化リチウム (Li_2O) を生成する。

「超酸化リチウム (LiO_2) や過酸化リチウム (Li_2O_2) の化学反応では、酸素分子 1 個あたりに蓄積される電子が 1~2 個のみですが、酸化リチウム (Li_2O) の化学反応ではこれが 4 個になります」と ANL の化学者である Rachid Amine 氏は説明する。より多くの電子が蓄えられると、エネルギー密度はより高くなる。

このように、新しいリチウム空気電池設計では室温下で 4 個の電子反応を初めて達成した。また、リチウム空気電池は環境中の空気が供給する酸素で作動するため、初期の設計で問題となっていた酸素タンクが不要になる。

4 個の電子反応が実際に起こっていることの立証に様々な技術を使用した。カソード表面の放電生成物を調べるための透過型電子顕微鏡 (TEM) は そのうちの重要な技術の一つである。これは、DOE 科学局のユーザー施設である ANL の Center for Nanoscale Materials で実施された。TEM の画像により、4 個の電子放電メカニズムに関する貴重な知見が得られた。

過去のリチウム空気テストセルでは、サイクル寿命が非常に短い結果に終わっている。今回の新設計のテストセルでは、安定した 1,000 回の充放電サイクルを実証した。

「さらに研究を進めることで、この新設計のリチウム空気電池は 1,200Wh/kg という記録的なエネルギー密度を達成できると思います」と Curtiss 特別客員研究員は言う。「これは、リチウムイオンバッテリーのほぼ 4 倍のエネルギー密度になります」。

本研究は、[Science 誌の最新号に掲載されている](#)。LANL の著者は、Larry Curtiss 氏、Rachid Amine 氏、Lei Yu 氏、Jianguo Wen 氏、Tongchao Liu 氏、Hsien-Hau Wang 氏、Paul C.Redfern 氏、Christopher Johnson 氏、Khalil Amine 氏。IIT の著者は、Mohammad Asadi 氏、Mohammadreza Esmaeilirad 氏、Ahmad Mosen Harzandi 氏。また、イリノイ大学シカゴ校の著者は、Reza Shahbazian-Yassar 氏、Mahmoud Tamadoni Saray 氏、Nannan Shan 氏、Anh Ngo 氏。

Joint Center for Energy Storage Research(JCESR)を通じ、米国エネルギー省(DOE)の自動車技術局(VTO)と基礎エネルギー科学局(BES)が本研究に資金を提供した。

訳：NEDO（担当 技術戦略研究センター）

出典：本資料は、アルゴンヌ国立研究所(ANL)の記事“New design for lithium-air battery could offer much longer driving range compared with the lithium-ion battery”（<https://www.anl.gov/article/new-design-for-lithiumair-battery-could-offer-much-longer-driving-range-compared-with-the-lithiumion>）を翻訳したものである。