

【蓄電池・エネルギーシステム分野】

仮訳

洗浄して繰り返し使える: バッテリーのリサイクルを簡易化する方法 (米国)

2023年2月1日

By Aliyah Kovner

バークレーラボの科学者らが、様々な種類のバッテリーのリサイクルを簡易化し、経済的にする材料を開発した



Quick-Release Binder 溶解後、貴重な電極成分を完全にリリースしたバッテリーからの集電銅箔の入ったバイアル (左側) と、バインダーがアルカリ水にアクティブに溶解する別のバイアル (右側) を掲げる Chen Fang 氏。従来のバインダーは電極材料を接着剤のように集電体に強く結合させるため、分離してバッテリーの電極材料をリサイクルすることが困難である。(写真提供: Marilyn Sargent/Berkeley Lab)

リチウムイオン電池は、エレクトロニクスを革新してクリーンエネルギーへの移行を加速させた。この電池は 21 世紀の生活に欠かせないものとなったが、2050 年までに欠乏する可能性がある。リチウムイオン電池に使用されている主要な要素のリチウム、

ニッケル、コバルトに加え、グラファイトがますます希少で高価になっており、[国際的なサプライチェーンの一部については](#)、環境や公正な労働に対する監視がほとんど行われていない。

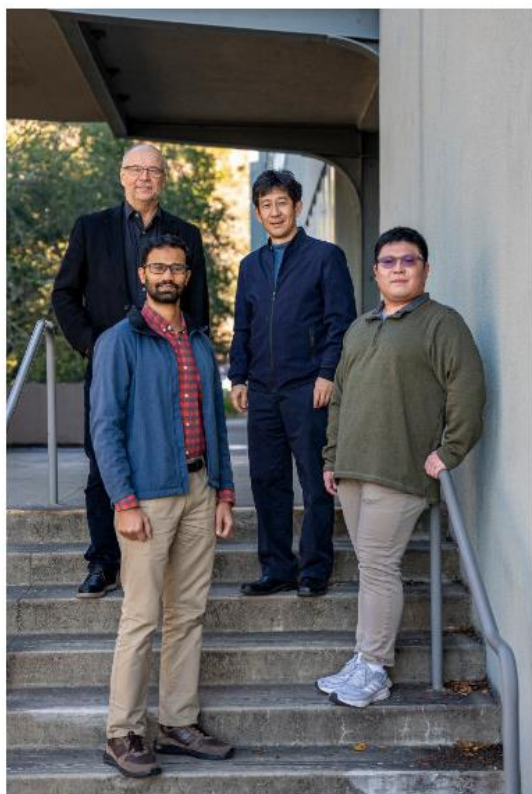
採掘済みの材料を再利用することで、電池の製造プロセスの安全性と公平性を向上させることが急務となっている。ローレンスバークレー国立研究所（バークレーラボ）の科学者らによる研究チームは、このような急務に対処できる[受賞歴のある新しい電池材料](#)を発明している。「Quick-Release Binder（クイックリリースバインダー）」と呼ばれるその製品は、リチウムイオン電池に含まれる貴重な材料を電池中の他の構成要素から分離し、新しい電池での再利用のための回収を簡単かつ安価に実施できるようにする。

バークレーラボの Energy Technologies Area の上級科学者であり、[バークレーラボ・エネルギー貯蔵センター](#)のメンバーであるプロジェクトリーダーの Gao Liu 氏は、「バッテリーのリサイクルが必須になりつつあります」と言う。「燃焼処理してゴミ箱に捨てるのをやめなければ、10 年先には天然資源が枯渇してしまいます。そうしないと電池市場の需要を満たすことができなくなります。コバルトもニッケルも足りないのです、リサイクルする必要があります」。



クイックリリースバインダーで製造した電池は、開封して常温のアルカリ水に入れて優しく振るだけで済む。分離された元素は、ろ過後に取り出して空気で乾燥できる。

まず電池を細断して粉碎し、それを燃焼して他の成分から金属を分離する従来のリチウムイオン電池のリサイクル方法とは極めて対照的である。リサイクル会社は可能な限りのプロセスの効率化を目指しているが、従来の電池設計では元素の回収は依然としてエネルギー集約的で高価であり、慎重な管理を要する有毒化学物質を放出する。



研究チームのメンバー(左から時計回り)
Energy Storage & Distributed Resources Division
の Director、Robert Kostecki 氏; Principal
Investigator の Gao Liu 氏; Liu Lab の Chen Fang
氏; ポスドク研究者の Muhammad Ihsan Ul Haq
氏。

水(アルカリ水)を加えるだけ

バークレーラボのエネルギー貯蔵センターの Liu 氏とそのチームは、従来のリチウムイオン電池に代わる可能性のある電池の一つであるリチウム硫黄電池の開発に取り組んでいた際に、クイックリリースバインダーを開発した。リチウム硫黄電池は、希少なコバルトを使わずに作ることができて、リチウムイオンよりも理論エネルギー密度が高いため、電池の研究開発の世界で注目されているコンセプトである。しかし、この電池の商業化には、解決しなければならない多くの機能上の問題がある。クイックリリースバインダーはリチウム硫黄電池のリサイクルを簡易化し、性能上の主要な問題の 1 つを解決する。この発見自体は非常に興味深いものであるが、Liu 氏の研究室の博士研究員である Chen Fang 氏は、この新しいバインダー材料が現在のリチウムイオン電池にも使用できる可能性があることに気づいた。

バインダーは、リチウムイオンや家庭用品に使用されているアルカリ電池など、ほとんどの種類の電池に使用されている、接着剤のような働きをする物質である。バッテリーには正電荷を帯びた正極と負電荷を帯びた負極の 2 つの電極があり、それらは電流を発生させる導電性の化学物質と、安定性と耐久性を付与する活性材料を保持する構造材料で構成されている。その名の示すように、バインダーはこれらの成分を結びつけて電池の構造を維持する役割を担っている。

クイックリリースバインダーは、ポリアクリル酸 (PAA) とポリエチレンイミン (PEI) の市販の 2 種類のポリマーから構成され、PEI の正電荷を帯びた窒素原子と PAA の負

電荷を帯びた酸素原子の結合を通じて一体化している。このバインダーを水酸化ナトリウム (Na^+OH^-) を含んだアルカリ水に配置すると、ナトリウムイオンが結合部位に入り込んで 2 種類のポリマーを分離する。分離された各ポリマーは溶解し、ポリマー内に含まれる電極成分をすべて解放する。

クイックリリースバインダーは正極と負極の製造に使用でき、最も一般的に使用されている市販の 2 種類のバインダーの約 1/10 の価格である。「(最近の研究で) このプロセス全体が極めて容易であることを研究室規模で実証できたので、工業規模でも同じような成果が得られるはずであると考えています」と Fang 氏は言う。また、このバインダーは、携帯電話に搭載される小型のものから、国の電力網にバックアップエネルギーを貯蔵するために配備されている超大型のものまで、あらゆるサイズの電池に使用可能と研究チームが考えていることを付け加えた。

このバインダー技術は、9 月下旬、世界で 2022 年に開発されたトップ 100 の革命的な技術の一つとして [R&D 100 Awards](#) に認定されている。

現在、研究チームは、バッテリーリサイクル開発者で [OnTo Technologies](#) の創設者である Steve Sloop 氏との協力で同バインダーのテストを完了し、市場に投入する予定である。過去の実験では同バインダーが高電圧と低電圧で非常に安定していることが実証されており、現在、彼らは同バインダーを使用してリチウムイオン電池のプロトタイプを製造し、その性能を包括的に分析して機能性を報告しようとしている。



Muhammad Ihsan Ul Haq 氏は、クイックリリースバインダーを使用した材料のリサイクルに向けて、腕時計など多くの機器に使用されているコイン電池を準備している。研究チームのテストでは、同バインダーが幅広い種類の電池に対応できることが示されている。(写真提供:Marilyn Sargent/Berkeley Lab)

これらの試験がうまくいけば、商業生産への移行はスムーズに進むと科学者らは見込んでいる。「現在の製造プロセスでこのバインダーを使用できるようにすることに基本的に障害はありません。強力な化学溶剤の代わりに水を使用することができるため、このバインダーはリサイクルを簡素化するのと同じ理由で実際に製造を簡素化するからです。」と Chen 氏は説明する。メーカーが電池を新たに製造する際には、バインダーを化学溶剤で処理してすべての電極成分を含むスラリーを作成し、それを電極シート上に任意の形状や厚さで堆積させる。「そのため、現在のメーカーでは有害な化学溶剤蒸気から作業者を保護し、化学溶剤の安全な廃棄を管理するための追加の器具や設備を設置する必要があります」。クイックリリースバインダーの使用により、これらのステップが排除できる。

バッテリーのライフサイクルを再設計

Sloop 氏は、クイックリリースバインダーはバッテリー設計のパラダイムシフトであると言う。先進的なバッテリーを設計してから、リサイクルプロセスを作成しようとするのではなく、Liu 氏の研究チームは初めて「リサイクルを考慮した設計」を行った。

「このバインダーには、低コストで環境に優しい処理で「解決」できるという大きな特徴があり、先進的なバッテリーシステムの経済的・環境的な持続可能性を向上させて私たち全員に利益をもたらします」と Sloop は言う。「また、バッテリーにペルフルオロアルキルおよびポリフルオロアルキル物質 (PFAS) が含まれていないことも大きな成果です。これらの物質はノンスティックコーティングやその他多くの製品の製造に使用される化合物ですが、これは将来的に非常に重要なことです。この化学物質による健康への影響の問題が浮上しているため、消費者はこれを使いたくないのです。規制当局は近いうちにこれらの化学物質の使用停止に同意すると考えています」。

将来に向けて、Liu 氏と Sloop 氏は電池会社やバインダーメーカーと商用化について話し合いを進めている。彼らはクイックリリースバインダー技術のライセンス供与を通じ、すべての主要なリチウムイオン電池ブランドで使用できるようにしたいと考えている。いつの日か、研究チームのこの発明が屋根やボンネットの下にあるすべてのバッテリーに搭載され、希少金属の採掘が不要になるかもしれない。

クイックリリースバインダーの開発は、米国エネルギー省(DOE)のエネルギー効率・再生可能エネルギー局(EERE)と OnTo Technologies によって支援された。現在、ipo@lbl.gov にてこの技術の使用許諾を受けることができる。

訳：NEDO（担当 技術戦略研究センター）

出典：本資料は、ローレンスバークレー国立研究所(LBNL)の記事 “Rinse and Repeat: An Easy New Way to Recycle Batteries is Here”

（<https://newscenter.lbl.gov/2023/02/01/an-easy-new-way-to-recycle-batteries-is-here/>）を翻訳したものである。