

報道機関 各位

国立大学法人東北大学金属材料研究所
住友化学株式会社

東北大学と住友化学、アルミニウム負極の課題であった
充放電時の劣化の回避につながる新しい機構を解明
～リチウムイオン二次電池の高性能化につながる新しい負極の実現へ～

【ポイント】

- 炭素系負極に比べて数倍のエネルギーを蓄えられるアルミニウム負極について、課題であった充放電時の体積膨縮を、高純度アルミニウム箔の使用により制御できることを見だし、その機構を解明した
- さらに、従来の負極は、リチウムイオンを蓄える機能の炭素系材料と、電流を集め基材の機能も果たす銅箔の積層構造とする必要があったが、高純度アルミニウム箔の使用により双方の役割を両立する「一体型負極」となることを突き止めた
- これらの成果は、電池の製造工程の大幅な簡素化と高性能化に貢献するものである

【概要】

国立大学法人東北大学金属材料研究所の李弘毅特任助教、市坪哲教授をはじめとする研究グループ、および住友化学株式会社(以下、「本研究グループ」)は、2019年4月より連携して、リチウムイオン二次電池の高容量化のための新しい負極の研究開発を行ってきました。その成果として、このたび、負極の材料を高純度アルミニウム箔のみで、充放電時に起こる巨大体積ひずみを回避するという、新しい機構を解明いたしました。

リチウムイオン二次電池は、正極、負極、電解質およびセパレータの主要4部材から構成されており、リチウムイオンが正極と負極間を移動することで充放電が行われ、負極は、充電時に正極から移動してきたリチウムイオンを取り込む役割を果たしています。現在の負極は炭素系材料が主流ですが、電池のさらなる高容量化のために、炭素系材料に比べて3～10倍のエネルギーを蓄えられるシリコンのほか、スズやアルミニウムなどの金属系材料の使用が期待されています。しかし、それらの材料は、多くのリチウムイオンを取り込み大きなエネルギーを蓄えられる反面、充放電時に2～4倍も膨縮するため内部の電極構造が崩れやすい点が、実用化の課題となっていました。

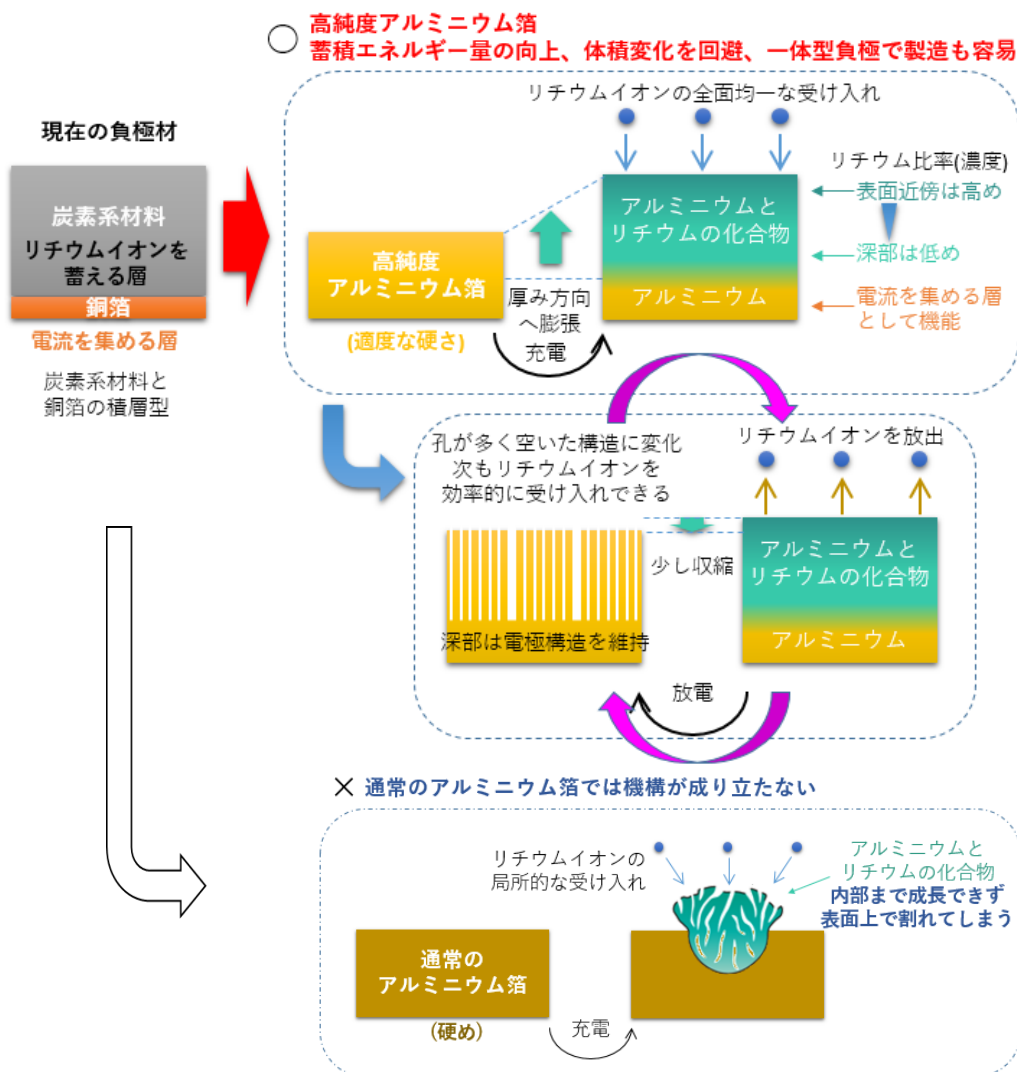
今回、本研究グループは、高純度アルミニウム箔の硬さを最適化することにより、課題であった充放電時の体積膨縮の制御が可能なことを見出しました。本研究は、東北大学金属材料研究所の物質・材料に関する科学の力と、住友化学が長年にわたり高純度アルミニウム事業で培ってきた技術の融合により解明が出来たと考えています。一体型アルミニウム負極の実現により、従来のリチウムイオン二次電池に比べて、電池製造のプロセスを大幅に簡素化できることから、製造工程における環境負荷の低減とともに、高容量化や軽量化、低価格化なども期待できます。また、次世代電池として注目される全固体電池にも、本研究の成果を適用できる可能性があります。

東北大学金属材料研究所と住友化学は、引き続き、一体型アルミニウム負極の実現に向けて研究開発に励み、持続可能な社会の構築に取り組んでまいります。

【技術の説明】

- 高純度アルミニウム箔の硬さを最適化することで、充電時に、箔全面で均一なリチウムイオンの受け入れが可能になる
- 全面均一にアルミニウム-リチウム金属間化合物が形成されるが、比率が 1:1 でなくても化合物を作るその金属間化合物の特異な性質によって、箔表面と深部とで濃度勾配ができる。それにより、箔深部にあるアルミニウムが全面一様に表面へ押し上げられて、厚み方向のみに体積膨張が進み、充電(リチウム化)が行われる
- 放電時は、リチウム化により体積膨張したアルミニウム-リチウム合金電極箔の表面から、リチウムイオンが放出される。リチウムイオンを放出すると、次の充電においても効率的にリチウムイオンを受け入れるよう、多くの孔が開いたアルミニウム構造を作り出す
- 箔の底部のアルミニウムは変化せず、電流を集め、電極構造を維持する銅箔の代替となる。すなわち、高純度アルミニウムだけで双方の役割を両立する一体型負極となり得る

研究グループが解明した機構のイメージ図



本成果は、Nature Communications 誌に 4 月 13 日付けでオンライン掲載されています。

<https://www.nature.com/articles/s41467-020-15452-0>

発表論文

雑誌名: Nature Communications

英文タイトル: Circumventing Huge Volume Strain in Alloy Anodes of Lithium Batteries

全著者: 李 弘毅、山口 滝太郎、松本 慎吾、星河 浩介、熊谷 俊明、岡本 範彦、市坪 哲

DOI: 10.1038/s41467-020-15452-0

連携機関および助成

本成果は、東北大学金属材料研究所と住友化学との共同での検討によるものです。また、本研究は、日本学術振興会科学研究費・基盤研究(S) No.18H05249、特別研究員奨励費 No. 18J11696 の助成を受けました。

< 本件に関するお問い合わせ先 >

◆ 研究内容に関して

国立大学法人東北大学金属材料研究所

構造制御機能材料学研究部門

教授 市坪 哲

TEL 022-215-2372

tichi@imr.tohoku.ac.jp

◆ 報道に関して

国立大学法人東北大学

金属材料研究所情報企画室広報班

富松 美沙

TEL 022-215-2144

pro-adm@imr.tohoku.ac.jp

住友化学株式会社

コーポレートコミュニケーション部

鈴木 孝紘

TEL 03-5543-5102

sumika-kouhou@ya.sumitomo-chem.co.jp