東北大学
TOHOKU UNIVERSITY

Press Release

2026 年 11 月 18 日

報道機関　各位

国立大学法人東北大学

鉱石からリチウムを直接抽出で高温焼成が不要に
―省エネルギー型リチウム製造プロセスの実現に向けて―

【発表のポイント】

- 鉱物の溶解・沈殿反応を利用し、従来の 1000℃以上の高温焼成を行わずに、天然の α-スポジュメン（注 1）鉱石から直接リチウムを抽出する新技術を開発しました。
- 300℃程度の水熱環境下で、リチウム抽出効率を大幅に向上させることに成功しました。
- 将来的には、省エネルギー化や環境負荷の低減に資するリチウム回収技術の発展への貢献が期待されます。

【概要】

電気自動車や蓄電池の普及に伴い、リチウムの需要が世界的に増加しています。しかし、代表的なリチウム鉱石である α-スポジュメンからのリチウム回収には、従来 1000℃以上の高温焼成による結晶構造の変換が必要であり、エネルギー消費が課題となっています。

東北大学大学院環境科学研究科の王佳婕（Jiajie Wang）助教、木村唯乃学部生（研究当時）、渡邉則昭教授の研究グループは、鉱物間の溶解・沈殿反応を活用し、従来の高温焼成を行わずに天然の α-スポジュメンからリチウムを直接抽出する新たな反応プロセスを開発しました［特願 2025-194429］。具体的には、地熱環境に相当する 300℃程度の水熱条件下で、炭酸水素ナトリウム（$NaHCO_3$）とカンラン石（Olivine）（注 2）を組み合わせることにより、α-スポジュメンからのリチウム抽出効率を大幅に向上させることに成功しました。本成果は、将来的には省エネルギー化や環境負荷の低減につながるリチウム資源回収技術への展開が期待されます。

本研究成果は、国際学術誌 Geothermics に 2026 年 11 月 10 日付で掲載されました。

【詳細な説明】

研究の背景

電気自動車や蓄電池の普及に伴い、リチウムの需要が世界的に増加しており、その安定供給が重要な課題となっています。リチウム資源は主に塩湖かん水や鉱石から回収されていますが、特に鉱石からのリチウム回収では、エネルギー消費の大きい製造工程が課題となっています。

代表的なリチウム含有鉱物であるスポジュメン（$LiAlSi_2O_6$）は、天然では化学的に安定した α 型として存在し、そのままではリチウムを効率的に抽出することが困難です。そのため、従来法では 1000℃以上の高温焼成によって反応性の高い β 型に変換した後、酸などを用いてリチウムを抽出しています。しかし、この高温焼成には多量のエネルギーが必要であり、省エネルギー化や環境負荷の低減に向けて、焼成工程を省略できる新たな抽出技術の開発が求められています。

そこで東北大学大学院環境科学研究科の渡邉研究室は、鉱物間の溶解・沈殿反応に着目し、炭酸水素ナトリウム水溶液とカンラン石を組み合わせた新たなリチウム抽出プロセスを開発しました［特願 2025-194429］。本技術では、カンラン石の溶解と二次鉱物(注3)の生成を利用して溶液の化学組成を調整することで、天然の α-スポジュメンからのリチウム抽出を促進します。本研究は、従来の高温焼成を必要としない新たなリチウム資源回収技術の可能性を示すものです。

今回の取り組み

東北大学大学院環境科学研究科の王佳婕（Jiajie Wang）助教、木村唯乃学部生（研究当時）、渡邉則昭教授の研究グループは、水熱条件下での鉱物間の溶解・沈殿反応を活用し、約 300℃の比較的低い温度で、天然の α-スポジュメンからリチウムを効率的に抽出することに成功しました。

300℃で 6 時間反応させた結果、リチウム抽出率は水のみの場合で 2.0%、炭酸水素ナトリウムのみの場合で 39.7%でした。一方、炭酸水素ナトリウムとカンラン石を組み合わせることで 74.1±2.6%に達し、水のみの場合と比較して約 37 倍に向上しました。さらに、反応溶液の化学組成や反応後の鉱物を分析した結果、カンラン石の水熱反応に伴い、α-スポジュメンから溶出したケイ素やアルミニウムが二次鉱物に取り込まれることを明らかにしました。これらの二次鉱物は主にカンラン石の表面やその周辺に形成され、溶液中のケイ素やアルミニウムの蓄積を抑制し、α-スポジュメンの継続的な溶解を促進すると考えられます（図 1）。加えて、リチウム抽出と同時に炭酸塩成分を含む二次鉱物が生成し、炭酸水素ナトリウム由来の無機炭素の一部が固体に取り込まれることも確認さ

れました。また、さらに低い 250℃でも、同様の鉱物間の溶解・沈殿反応によるリチウム抽出促進メカニズムが働くことが示されました。

本成果は、リチウムの高効率抽出、溶液中の不要成分の除去、無機炭素の鉱物固定を組み合わせた新たな資源回収プロセスの可能性を示すものであり、より効率的で環境負荷の低いリチウム資源回収技術への展開が期待されます。

今後の展開

本研究は、従来の高温焼成や硫酸焙焼とは異なり、鉱物間の溶解・沈殿反応を利用した新たなリチウム抽出技術の可能性を示しました。比較的低い温度で高い抽出率を達成し、ケイ素やアルミニウムなどの不純物の蓄積も抑制できる点が特徴です。今後は、地熱エネルギー等の活用可能性も含めて、プロセス全体のエネルギー消費量や環境負荷を評価していく必要があります。

今後は、薬剤使用量や反応時間などの最適化を進め、より低温・短時間で高いリチウム抽出効率を達成することを目指します。また、抽出液からのリチウム分離・回収技術との組み合わせや、連続処理プロセスへの展開についても検討を進める予定です。

さらに、実用化に向けて環境負荷や経済性を総合的に評価するとともに、国内外の研究機関や企業との連携を深め、技術の高度化と実用化に向けた研究を進めていきます。本技術は、リチウム資源の安定供給と環境負荷の低減に寄与し、持続可能な電池産業の発展に貢献することが期待されます。

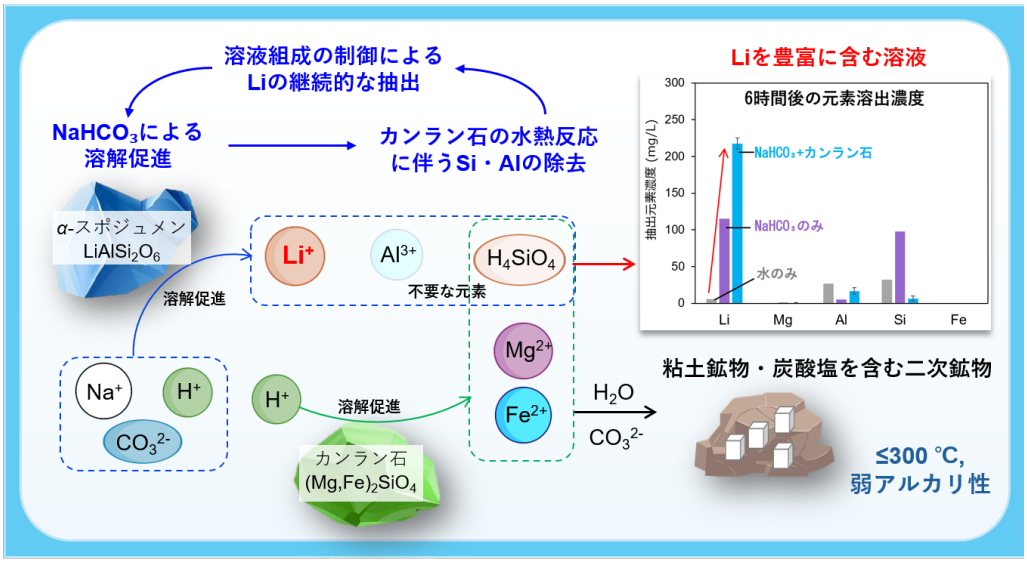


図 1. 水熱条件下における鉱物間の溶解・沈殿反応によるリチウム抽出促進メカニズムの概念図と、300℃・6 時間の反応後における抽出液中の元素濃度の比較（水のみ、$NaHCO_3$ 添加、$NaHCO_3$＋カンラン石添加の 3 条件）。

【謝辞】
本研究は、日本学術振興会（JSPS）科学研究費助成事業「基盤研究（B）（24K01412、22H02015、23K23283、23H01903、23K26596）」、「基盤研究（A）（26H02258）」、「学術変革領域研究（B）（26K00039）」、「挑戦的研究（開拓）（21K18200）」、「挑戦的研究（萌芽）（26K22755、26K22756）」、「基盤研究（S）（26K21718）」ならびにヒロセ財団、トヨタ理研スカラー制度および Google.org の支援により実施されました。
本論文は「東北大学 2026 年度オープンアクセス推進のための APC 支援事業」の支援を受け、Open Access となっています。

【用語説明】
注1. スポジュメン（Spodumene）：リチウムを含む代表的な鉱物で、世界の硬岩型リチウム資源における主要な鉱物の一つ。化学式は $LiAlSi_2O_6$ で、天然では主に化学的に安定な α 型として存在。従来のリチウム回収では、高温焼成によって反応性の高い β 型に変換する工程が必要だった。
注2. カンラン石（Olivine）：マグネシウムや鉄を主成分とするケイ酸塩鉱物で、一般式は $(Mg,Fe)_2SiO_4$。地球上に広く分布しており、水熱反応によって溶液中のケイ素やアルミニウムを取り込む二次鉱物の生成を促進する。
注3. 二次鉱物：既存の鉱物が溶解し、その成分が再び沈殿することで新たに生成する鉱物。

【論文情報】
タイトル：Coupled mineral dissolution–precipitation regulates solution chemistry for calcination-free lithium extraction from α-spodumene under geothermal conditions
著者：Jiajie Wang*, Yuino Kimura, Noriaki Watanabe*
*責任著者：東北大学 大学院 環境科学研究科 助教 王佳婕
東北大学 大学院 環境科学研究科 教授 渡邉則昭
掲載誌：Geothermics
DOI：10.1016/j.geothermics.2026.103896
URL：https://doi.org/10.1016/j.geothermics.2026.103896

【問い合わせ先】
（研究に関すること）
東北大学 大学院 環境科学研究科
助教　王 佳婕
TEL: 022-795-4859
Email: wang.jiajie.e4@tohoku.ac.jp

教授　渡邉 則昭
TEL: 022-795-7384
Email: noriaki.watanabe.e6@tohoku.ac.jp

（報道に関すること）
東北大学大学院環境科学研究科
情報広報室
TEL: 022-752-2241
Email: kankyo.koho@grp.tohoku.ac.jp