

革新的な超高純度リチウム直接回収技術の社会実装 ～核融合技術でカーボンニュートラルに貢献～

Social Implementation of Innovative Direct Lithium Extraction
～Contributing to carbon neutrality through nuclear fusion technology

星野 毅、森田 健司、松本 貴則

Tsuyoshi HOSHINO, Kenji MORITA, Takanori MATSUMOTO

国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構

National Institutes for Quantum Science and Technology

はじめに

リチウムは核融合炉において炉心プラズマのまわりに設置したブランケットの中で、燃料であるトリチウム（三重水素）を製造するために必須なキーマテリアルである（図1）。

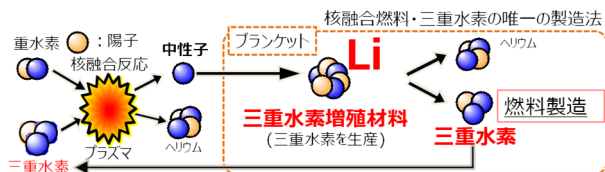


図1 三重水素を得るために必須なリチウム

リチウム回収技術の研究開発に関しては、国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構（QST）にて、イオン伝導体をリチウム分離膜とした世界初の超高純度リチウム回収技術であるイオン伝導体リチウム分離法（LiSMIC：Li Separation Method by Ionic Conductor）の基本原則が確立された（図2）。LiSMICで得られるリチウムは、輸入で得られるものよりも超高純度（99.99%）であり、ワンスルーで回収できる他技術にはない優位性も明らかにした。

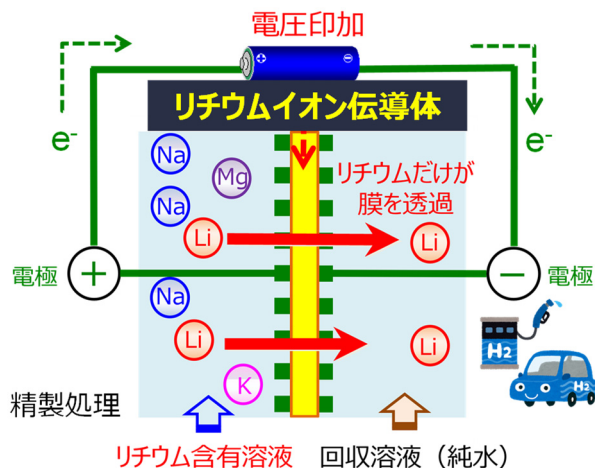


図2 LiSMICの基本原則

LiSMICは、現在リチウム濃度が低い海水から効率的にリチウムを回収するため、回収速度向上等の技術開発が進められている。一方、様々なリチウム源からのリチウム回収に使用可能な技術でもあり、リチウム濃度が高い工業廃水や使用済みリチウムイオン電池（LIB）、塩湖、鉱石からの回収は十分に社会実装が狙える状況である。

我が国は2027～2030年頃にはEVの急速な普及に伴うリチウム需要の急増に対応できず、リチウム資源が枯渇する計算となる（図3）。そこで、我が国のリチウム需要を満足するためには、工業廃水・使用済みLIBからの回収や海外の塩湖や鉱山からの確保が必要である。

IEA “Global EV Outlook 2019”より 日本のLi需要を算出

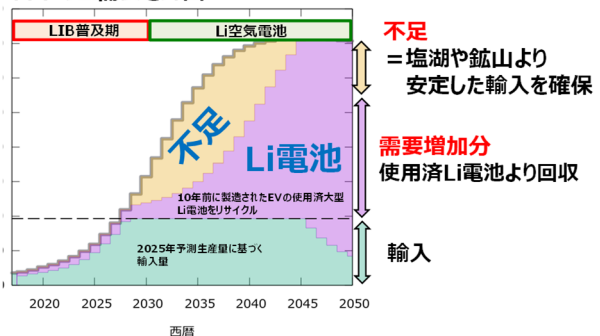


図3 リチウム需要予測（Global EV Outlook 2019より日本の国内需要を試算）

研究開発の成果

これまで令和元～3年度の間、国立研究開発法人科学技術振興機構（JST）の大学発新産業創出プログラム「START」にて、塩湖かん水からのリチウム回収に関する研究開発を行った。LiSMICはアルカリ性の原液を用いることで、早いリチウム回収速度が得られる。しかしながら塩湖かん水は中性のため、LiSMICの前工程として効率的にアルカリ性にする必要がある。そこ

で電気透析法（ED）に着目し、EDとLiSMICを組み合わせた新たなリチウム回収システムを開発した（図4）。そして、電池原料の炭酸リチウムを、市況価格（約8,700円/kg、2022年5月）を大きく下回る558円/kgの低コストで回収可能であることを明らかにした。

現在、塩湖では地下にあるかん水をくみ上げ、人工の池で水を蒸発させてリチウムを製造しているが、かん水を蒸発させることで地上のオアシスが減少しており、環境負荷の高い技術であることが問題となっている。LiSMICは水を蒸発させない環境負荷の低い新技術として、現地からの期待が大きい。



図4 塩湖かん水からのリチウム回収

また、使用済LIBからのリチウム回収（リサイクル）に関する研究開発を、独立行政法人エネルギー・金属鉱物資源機構（JOGMEC）の委託研究にて行った。使用済LIBを焙焼して得られるブラックマスに水を浸し、リチウム等の水に溶けやすい元素を浸出させた水浸出液とした後、LiSMICにてリチウム回収を行ったところ、高いリチウム回収速度でリチウムを回収できることを明らかにした（図5）。

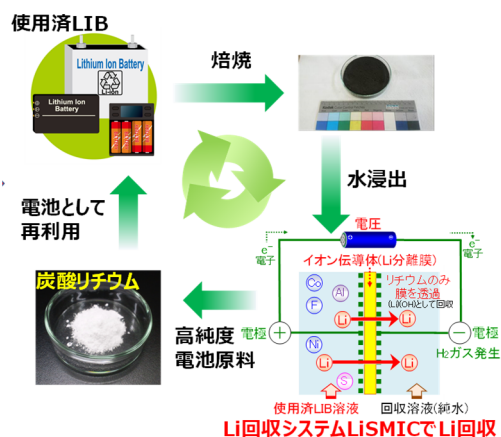


図5 LiSMICによる使用済LIBリサイクル

2025年に廃車となるEV等の使用済リチウムイオン電池（LIB）からリサイクルできるリチウム（水酸化リチウム2000トン）のコストを評価した結果、輸入価格（1287円/kg）の半分以上以下の製造原価で、輸入品より付加価値を有する超高純度の水酸化リチウム製造が期待できることが分かり、実プラント整備への事業化戦略に目処を得た。

スタートアップ設立

LiSMICは様々なリチウム源からのリチウム回収に使用可能な技術であり、濃度が高い原液からの回収は、LIBの需要増等に伴い十分に社会実装が狙える状況である。そのような状況を踏まえ、核融合技術の波及効果を狙うため、2023年7月6日に新たなスタートアップであるLiSTie株式会社を設立し、工業廃水、使用済LIB、塩湖かん水等の様々な産業でのLiSMICの社会実装を目指している（図6）。



図6 LiSTie設立

さらに、核融合炉燃料トリチウムの製造には、自然界に約7.6%しか存在しないリチウム6（残りはリチウム7）の割合を90%程度に濃縮する必要がある。そのためには、LiSMICを100回ほど繰り返して濃縮するカスケードシステムが必要があり、リチウム回収の社会実装で得たプラント技術を活用して繰り返しの濃縮システムを早期に確立し、急速に構築されつつある国際的な核融合サプライチェーンでの優位性確保を目指す（図7）。

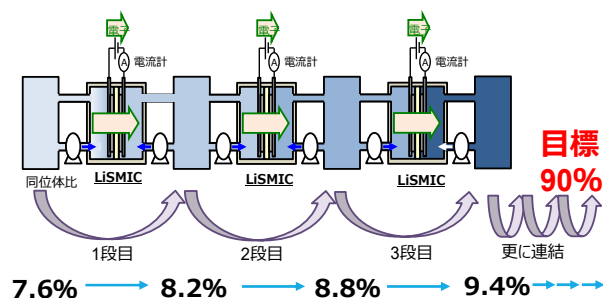


図7 リチウム6濃縮カスケードシステム