

最先端・次世代研究開発支援プログラム
事後評価書

研究課題名	イオン液体を用いた電気透析法による革新的海水リチウム資源回収システムの研究
研究機関・部局・職名	独立行政法人日本原子力研究開発機構・核融合研究開発部門・研究副主幹
氏名	星野 毅

【研究目的】

近年、地球温暖化緩和に向けた低炭素化社会実現だけでなく、東日本大震災以降、電力需要のピークシフトが求められ、電気自動車(EV)やスマートグリッド・スマートハウス用蓄電池として必要な、より安全性が高く、高性能な大型リチウム(Li)イオン電池の製造技術開発が注目を浴びている。Li イオン電池は、製造業大国である日本の最先端技術分野であり、世界的に低炭素化社会実現へ向けたニーズは高い。また、ハイブリッド車(HV)用蓄電池のLi イオン電池への移行も始まり、短距離はEV、長距離はHV としての特徴を有するプラグインハイブリッド車(PHV)も販売が開始され、Li イオン電池はより身近な存在となった(図1)。

さらに、国際協力にて開発中の新たな発電炉である核融合炉においても、燃料として必要なトリチウムは、核融合炉内に装荷されるリチウム 6(${}^6\text{Li}$)と中性子との核反応により生産する(図2)。この核反応により大きな反応熱が得られ、タービン発電機を回転させるための熱として利用されることから、 ${}^6\text{Li}$ の役割は大きい。しかしながら、天然のLi には ${}^6\text{Li}$ が最大で約7.8%しか存在せず、核融合炉の定常運転に必要な量のトリチウムを確保するためには、 ${}^6\text{Li}$ の存在比が天然より高い90%に濃縮された ${}^6\text{Li}$ が2030年以降に必要となり、更なるLi 需要が見込まれている。



図1 Li イオン電池を搭載した PHV 車図

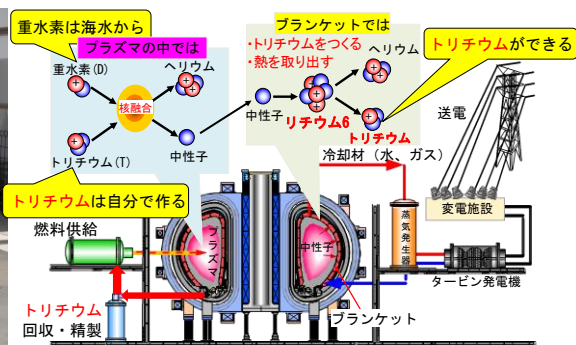


図2 核融合発電炉の概念図

日本で使用されているLi は海外輸入に100%頼っており、このLi 資源はチリ、アルゼンチンやボリビア等の南米に豊富な埋蔵量があると考えられているが、1年以上かけてLi を含む塩湖の水を自然蒸発させてLi を回収するプロセスのため、Li 需要が増加した際はLi 回収までの期間が問題となり、最終的には供給が間に合わず、中国にて生じたレアアース問題と同様、供給制限や価格急騰等の懸念がある。

海水中には、濃度は低いがほぼ無尽蔵の Li が含まれている。韓国では、リチウム資源の自給率向上のため、産学官連携体制による海水や南米の塩湖かん水からの Li 資源確保の実用化を目指しており、Li を吸着する性能を有する吸着材を用いた資源回収法を、日本でも特許出願している。そこで、本研究は、研究代表者が発案した世界初の Li イオンを選択的に分離回収可能なイオン伝導体である、イオン液体を用いた Li 分離膜等と、食塩製造や減塩醤油製造にて既に産業化されている電気透析法を融合した革新的手法により、海水から Li 資源を回収し、Li イオン電池の原料となる炭酸リチウムを得る、プロセス 1~3(図 3)で構成される、一連の Li 資源回収システムの産業化に必要な基盤データを構築することを目的とする。



図 3 革新的リチウム資源回収システムのフロー

【総合評価】	
	特に優れた成果が得られている
○	優れた成果が得られている
	一定の成果が得られている
	十分な成果が得られていない

【所見】	
① 総合所見	実験室規模の試験装置の成果から、パイロットプラント規模の電気透析装置を製作し、海水からの Li 回収率の向上を狙った電気透析条件を調べ、電気透析装置及び Li 原料精製装置を組み合わせたシステムの実用化に向けた知見を取得したことは高く評価できるが、学術雑誌への掲載論文 3 報と投稿中論文が零ということは少し寂しい。

② 目的の達成状況	・ 所期の目的が (■ 全て達成された ・ □ 一部達成された ・ □ 達成されなかった)
-----------	--

平成 25 年度までの当初目標は、①イオン液体を用いた膜の最適化、②実験室規模の電気透析装置の製作と Li 原料精製、③パイロットプラント規模の電気透析装置の製作および実験、④電気透析法による革新的海水 Li 資源回収システム実用化への検討であり、概ね達成されたと判断できる。

③ 研究の成果

・これまでの研究成果により判明した事実や開発した技術等に先進性・優位性が
(ある ・ ない)

・ブレークスルーと呼べるような特筆すべき研究成果が
(創出された ・ 創出されなかった)

・当初の目的の他に得られた成果が (ある ・ ない)

海水からのリチウム回収に関する研究は多々あるが、主力は吸着剤を用いた研究であり、電気透析法や電気分解を用いた研究は数が少なく、またリチウムイオンを選択的に分離回収する分離膜を考案したことは先進性・優位性がある。

リチウムを含む海水からリチウムを選択的に効率よく回収するため、リチウムイオンを選択的に分離回収する分離膜を考案したこと、及び工業化が容易な電気透析法を採用し、実験室規模ではあるがリチウム回収を実現したことはブレークスルーと呼べるような特筆すべき研究成果である。

当初の目的の他に得られた成果はない。

④ 研究成果の効果

・研究成果は、関連する研究分野への波及効果が
(見込まれる ・ 見込まれない)

・社会的・経済的な課題の解決への波及効果が
(見込まれる ・ 見込まれない)

Li イオンを選択的に分離回収可能なイオン液体を用いた Li 分離膜等と、食塩製造や減塩醤油製造にて既に産業化されている電気透析法を組み合わせた革新的手法は新しい分野の発展にも期待できる。

電気透析装置及び Li 原料精製装置を組み合わせたシステムの実用化への産業としての発展が期待できる。

⑤ 研究実施マネジメントの状況

・適切なマネジメントが (行われた ・ 行われなかった)

研究目的の達成に向けて研究計画は多少の遅れはあったが適切に実行されており、研究実施体制は適切に組織され、各年度、研究実施上必要な設備を随時導入されており、指摘事項への対応も適切に実施された。さらに、研究成果の発信は適切に行われ、国民との科学・技術対話についても効果的に実施されており、適切な研究実施マネジメントが実施された。