

課題番号	GR095
------	-------

**先端研究助成基金助成金(最先端・次世代研究開発支援プログラム)
実施状況報告書(平成25年度)**

本様式の内容は一般に公表されます

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

1. 当該年度の研究目的

東日本大震災以降、省エネルギー技術の普及を狙ったグリーンイノベーション推進に伴い、電気自動車や家庭用蓄電池等で用いる大型リチウムイオン電池のニーズが高まり、原料となるリチウム資源の需要は急増している。このリチウム資源の国内安定確保は、我が国の産業発展のため戦略的に取り組むべき課題であり、海水中に無尽蔵に含まれるリチウムを効率的に回収する技術開発に着手した。

当該年度は、透析法に用いるリチウム分離膜の性能評価を行うと共に、得られたリチウム回収液からリチウムイオン電池等の原料となる炭酸リチウム(Li₂CO₃)粉末を得るまでの、リチウム資源回収システムのプラント化に必要なデータを取得することを目的とする。

2. 研究の実施状況

実験室規模の限界を目指した装置のスケールアップを試み、海水からのリチウム回収試験を行ったところ、イオン液体を用いたリチウム分離膜(図1の①)の場合は、海水に含まれるリチウムを72時間の短時間で約11%回収することに成功した。回収液中には、海水の主成分である不要なナトリウム等が微量含まれるため、プラント化には、装置を多段にすることで、不要元素量を抑える必要があることが分かった。

また、新たなリチウム分離膜(図1の②)の探索を行ったところ、イオン伝導体を用いることにより、海水とリチウム回収溶液間にリチウム濃度差が生じ、海水中のリチウムのみが自然に回収溶液へ選択的に移動する分離原理を発案した。リチウムの移動と同時に発生する電子を電極により捕獲することで、電気を発生しながらリチウムを回収できる世界初の技術であり、72時間で約7%のリチウム回収に成功した。

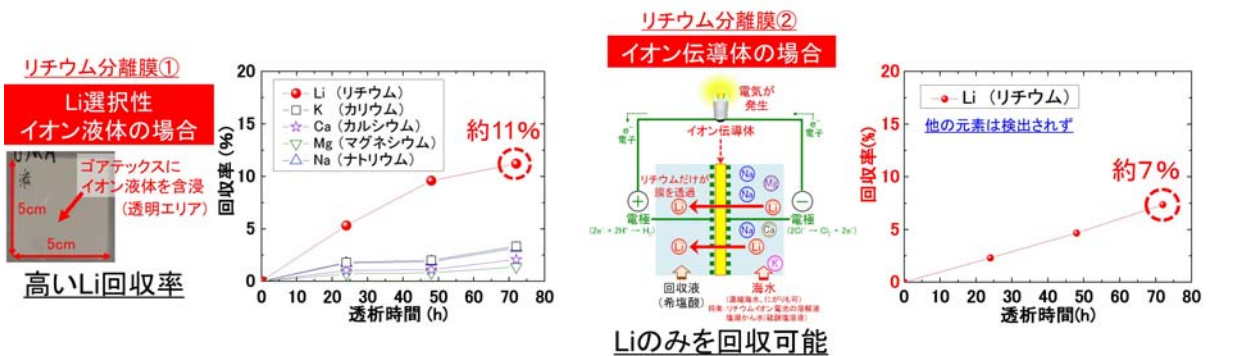


図1 リチウム分離膜を用いた海水からのリチウム回収試験の結果

更に、得られたリチウム回収溶液に安価な炭酸ナトリウム水溶液を混合することで、リチウムイオン電池の原料である白色の炭酸リチウム粉末の沈殿が得られ(図 2)、プラント化に必要な一連のリチウム回収プロセスの構築を達成した。

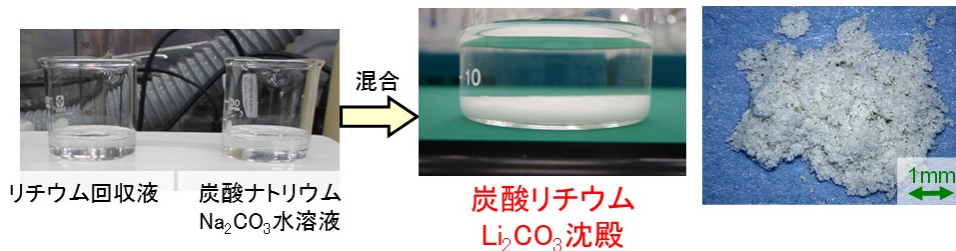


図 2 リチウムイオン電池等の原料となる炭酸リチウムの粉末精製

本リチウム資源回収システムは、海水の代わりに、海水の淡水化处理時に廃棄している濃縮海水、豆腐作りで必須な日本独特の“にがり”(リチウム濃度は海水の約 50~100 倍)、回収技術が未確立のポリビアの塩湖からのリチウム回収だけでなく、使用済リチウムイオン電池のリサイクルなどにも適用可能な技術であり、日本国内におけるリチウム資源循環型社会の実現が期待できる。

3. 研究発表等

<p>雑誌論文 計2件</p>	<p>(掲載済み一査読有り) 計2件 1) T. Hoshino(星野毅), Development of technology for recovering lithium from seawater by electro dialysis using ionic liquid membrane, Fusion Engineering and Design, 2013 年, 88, pp. 2956-2959. ISSN: 0920-3796, http://dx.doi.org/10.1016/j.fusengdes.2013.06.009 2) T. Hoshino(星野毅), Lithium Recovery from Seawater by Electrodialysis using Ionic Liquid-based Membrane Technology, ECS Transactions, 2014 年, 58(48), pp. 173-177. ISSN: 1938-6737, doi:10.1149/05848.0173ecst (掲載済み一査読無し) 計0件 (未掲載) 計0件</p>
<p>会議発表 計6件</p>	<p>専門家向け 計6件 1)国際会議 <招待講演> 発表者:T. Hoshino(星野毅) 発表表題: Development of high-efficiency lithium recovery from seawater by electro dialysis using ionic liquid 開催地:米国(ニューオーリンズ) 開催期間:2013 年 4 月 7-11 日 主催: American Chemical Society 2)国際会議 発表者:T. Hoshino(星野毅) 発表表題: Development of Lithium Recovery Technology from Seawater by Novel Ionic Membrane 開催地:フランス(アルカション) 開催期間:2013 年 6 月 16-21 日 主催: Lithium Batteries Discussions 3)国際会議 発表者:T. Hoshino(星野毅) 発表表題: Development of Lithium Resources Recovery from Seawater by Electrodialysis using Novel Ionic Membrane 開催地:メキシコ(ケタロ) 開催期間:2013 年 9 月 8-13 日 主催: International Society of Electrochemistry</p>

様式19 別紙1

	<p>4) 国際会議 〈招待講演〉 発表者: T. Hoshino(星野毅) 発表表題: Lithium Recovery from Seawater by Electrodialysis using Ionic Liquid-based Membrane Technology 開催地: オランダ(レーワルデン) 開催期間: 2013年9月30-10月1日 主催: Wetsus</p> <p>5) 国内会議 発表者: 星野毅 発表表題: リチウム分離膜を用いた電気透析法による海水からのリチウム資源回収 開催地: 大阪 開催期間: 2013年10月7-10月9日 主催: 電気化学会 電池技術委員会</p> <p>6) 国際会議 発表者: T. Hoshino(星野毅) 発表表題: Lithium Resources Recovery from Seawater by Electrodialysis using Novel Ion Exchange Membrane 開催地: 米国(サンフランシスコ) 開催期間: 2013年10月27-11月1日 主催: The Electrochemical Society</p> <p>一般向け 計0件</p>
<p>図書 計2件</p>	<p>1) 星野毅, OHM, (株)オーム社, 2013年5月12日, 2-3頁, ISSN: 0386-5576, HEADLINE Review, イオン液体分離膜による海水リチウム資源回収技術</p> <p>2) 星野毅, 化学工業, (株)化学工業社, 2013年12月1日, 41-47頁, ISSN: 0451-2014, 最先端グリーンイノベーションの創成, 海水からの革新的リチウム資源回収システムの開発</p>
<p>産業財産権 出願・取得状況 計1件</p>	<p>(取得済み) 計0件</p> <p>(出願中) 計1件 名称: 金属イオン回収装置、金属イオン回収方法 発明者: 星野毅 権利者: 独立行政法人日本原子力研究開発機構 出願番号: 特願 2013-165034 出願年月日: 2013年8月8日 出願国: 日本</p>
<p>Webページ (URL)</p>	<p>ウェブサイト名称: Next New Energy 最先端・次世代エネルギー研究開発プログラム URL: http://www.next-program.jp/</p>
<p>国民との科学・技術対話の実施状況</p>	<p>1) 標題: 相双地区 2013 七夕講演会 「電気自動車時代の到来ー最先端のリチウム資源確保戦略ー」 実施日: 2013年7月15日 対象者: 一般向け 来場者数: 約30名 内容: リチウム資源の国内確保の重要性を、スライドによる講演及びポスターや展示物によるプレゼンテーションを行い、福島県南相馬市民の方々に研究開発の重要性について理解を得た。</p> <p>2) 標題: FIRST EXPO 2014(FIRST シンポジウム「科学技術が拓く2030年」へのシナリオ) 「電気自動車時代の到来ー最先端のリチウム資源確保戦略ー」 実施日: 2014年3月1日 対象者: 一般向け 来場者数: 非公開 内容: 最新の研究成果について、ポスターによるプレゼンテーションを行い、リチウム資源確保の重要性について理解が得られると共に、技術の波及効果に関する有機的な議論も行った。</p>

様式19 別紙1

<p>新聞・一般雑誌等掲載計37件</p>	<p>1) 日本経済新聞、2014年2月11日、15ページ、原子力機構、海水のリチウム 特殊な膜で回収 2) 毎日新聞、2014年2月8日、夕刊5ページ、海水からリチウム採取 原子力機構が新技術 短時間、高純度で 3) 産経新聞、2014年2月10日、25ページ、海水のリチウム 簡単回収 原子力機構 セラミックス膜で分離 4) 東奥日報、2014年2月8日、1ページ、リチウム 海水から回収 原子力機構 六ヶ所で技術開発 希少金属 携帯などの電池に使用 5) デーリー東北、2014年2月8日、1ページ、リチウム 海水からリチウム回収 原子力機構新技術開発 核融合発電 燃料に 6) 陸奥新報、2014年2月10日、5ページ、海水からリチウム回収 原子力機構が技術開発 世界初、実用化に期待 7) 河北新報、2014年2月8日、3ページ、リチウム 海水から回収 原子力機構 電池素材のレアメタル 8) 東京新聞、2014年2月8日、3ページ、低費用でレアメタル 原子力機構が新技術 海水からリチウム採取 9) 電気新聞、2014年2月10日、2ページ、海から高純度リチウム 原子力機構 回収技術を確立 10) 鉄鋼新聞、2014年2月12日、6ページ、日本原子力研究開発機構 リチウム回収で新技術 海水から短時間で分離 11) 福島民報、2014年2月8日、24ページ、日本原子力研究開発機構 海水からリチウム回収 新技術で装置を開発 12) 山口新聞、2014年2月8日、1ページ、海水リチウム回収 日本原子力研究開発機構 効率的な技術開発 13) 高知新聞、2014年2月9日、3ページ、海水からリチウム 原子力機構が新技術 低コストで効率採取 14) サン、2014年2月10日、8ページ、原子力機構 海水からリチウム 世界初、発電しながら資源回収 15) 原子力産業新聞、2014年2月13日、6ページ、リチウム資源 海水から 日本原子力研究開発機構 元素分離技術で回収、発電も 16) 山梨日日新聞、2014年2月7日、海水から電池素材のリチウム回収原子力機構が開発 http://www.sannichi.co.jp/kyodo/news2.php?genre=Science/Environment/Health&newsitemid=2014020701002526 17) 四国新聞、2014年2月7日、海水から電池素材のリチウム回収／原子力機構が開発 http://www.shikoku-np.co.jp/national/science_environmental/20140207000584 18) 中日新聞、2014年2月7日、海水から電池素材のリチウム回収 http://www.chunichi.co.jp/s/article/2014020701002526.htm 19) 徳島新聞、2014年2月7日、海水から電池素材のリチウム回収 原子力機構が開発 http://www.topics.or.jp/worldNews/worldScience/2014/02/2014020701002526.html 20) 秋田魁新報、2014年2月7日、海水から電池素材のリチウム回収 原子力機構が開発 http://www.sakigake.jp/p/news/science.jsp?nid=2014020701002526 21) 千葉日報、2014年2月7日、海水から電池素材のリチウム回収 原子力機構が開発 http://www.chibanippo.co.jp/newspack/20140207/178386 22) 西日本新聞、2014年2月7日、海水から電池素材のリチウム回収 原子力機構が開発 http://www.nishinippon.co.jp/np/science/article/68390 23) 大分合同新聞、2014年2月7日、海水から電池素材のリチウム回収 原子力機構が開発 https://www2.oita-press.co.jp/worldScience/2014/02/2014020701002526.html 24) 北海道新聞、2014年2月7日、海水から電池素材のリチウム回収 原子力機構が開発 http://www.hokkaido-np.co.jp/news/topic/519834.html 25) 福井新聞、2014年2月7日、海水から電池素材のリチウム回収 原子力機構が開発 http://www.fukuishimbun.co.jp/nationalnews/CO/science_environment/802096.html 26) 静岡新聞、2014年2月7日、海水から電池素材のリチウム回収 原子力機構が開発 http://www.at-s.com/news/detail/933009946.html 27) 京都新聞、2014年2月7日、海水から電池素材のリチウム回収 原子力機構が開発 http://www.kyoto-np.co.jp/environment/article/20140207000141 28) 時事通信、2014年2月8日、海水から簡単にリチウム回収＝セラミックス膜で分離、「発電」もー原子力機構 http://www.jiji.com/jc/zc?k=201402/2014020800064&g=soc 29) ウォール・ストリート・ジャーナル、2014年2月8日、海水から簡単にリチウム回収＝セラミックス膜で分離、「発電」もー原子力機構 http://jp.wsj.com/article/JJ11030685037210874887518496283630865439672.html 30) 共同通信、2014年2月7日、海水から電池素材のリチウム回収 原子力機構が開発 http://www.47news.jp/news/2014/02/post_20140207202405.html 31) 日経 BP ニュースセレクト、2014年2月13日、日本原子力研究開発機構、海水からリチウム回収する技術 http://www.nikkei.com/article/DGXNASFK1302A_T10C14A2000000/ 32) マイナビニュース、2014年2月10日、日本がリチウム資源超大国になれる!? - JAEA、海水からの回収技術を開発 http://news.mynavi.jp/news/2014/02/10/241/index.html</p>
-----------------------	---

様式19 別紙1

	<p>33) スマートジャパン、2014年2月12日、海水からリチウムの抽出に成功、日本の原子力研究機関が世界初 http://www.itmedia.co.jp/smartjapan/articles/1402/12/news036.html</p> <p>34) 日経テクノロジーオンライン、2014年2月12日、日本原子力研究開発機構、海水からLiを回収する分離技術 を確立 http://techon.nikkeibp.co.jp/article/NEWS/20140213/333840/</p> <p>35) 環境ビジネスオンライン、2014年2月17日、海中からリチウム資源を回収！？ 使用済み電池にも応用可 能な新技術 http://www.kankyo-business.jp/column/007010.php</p> <p>36) サンケイビズ、2014年2月24日、海水からリチウム 低コスト回収技術 原子力機構が開発 http://www.sankeibiz.jp/business/news/140224/bsc1402240501001-n1.htm</p> <p>37) サイエンスポータル、2014年3月4日、海水からリチウム回収技術を開発 http://scienceportal.jp/news/daily/55201/20140304.html</p>
<p>その他</p>	<p>特になし</p>

4. その他特記事項

第11回核融合炉技術に関する国際会議(ISFNT-11)において、核融合炉に必要な先進リチウムセラミックス及び革新的なリチウムの分離技術の研究結果が評価され、「Miya-Abdou Fusion Nuclear Technology Award」を受賞した。(2013年9月19日)

実施状況報告書(平成25年度) 助成金の執行状況

本様式の内容は一般に公表されません

1. 助成金の受領状況(累計)

(単位:円)

	①交付決定額	②既受領額 (前年度迄の 累計)	③当該年度受 領額	④(=①-②- ③)未受領額	既返還額(前 年度迄の累 計)
直接経費	127,000,000	88,439,000	38,561,000	0	0
間接経費	38,100,000	26,531,700	11,568,300	0	0
合計	165,100,000	114,970,700	50,129,300	0	0

2. 当該年度の収支状況

(単位:円)

	①前年度未執 行額	②当該年度受 領額	③当該年度受 取利息等額 (未収利息を除 く)	④(=①+②+ ③)当該年度 合計収入	⑤当該年度執 行額	⑥(=④-⑤) 当該年度未執 行額	当該年度返還 額
直接経費	4,219,026	38,561,000	0	42,780,026	42,707,790	72,236	0
間接経費	0	11,568,300	0	11,568,300	11,568,300	0	0
合計	4,219,026	50,129,300	0	54,348,326	54,276,090	72,236	0

3. 当該年度の執行額内訳

(単位:円)

	金額	備考
物品費	24,862,404	海水濃縮装置、原料精製装置、消耗品等
旅費	2,945,901	研究成果発表旅費(国際・国内会議)等
謝金・人件費等	6,896,607	特定課題推進員人件費
その他	8,002,878	高機能性リチウム分離膜の試作検討費等
直接経費計	42,707,790	
間接経費計	11,568,300	
合計	54,276,090	

4. 当該年度の主な購入物品(1品又は1組若しくは1式の価格が50万円以上のもの)

物品名	仕様・型・性能 等	数量	単価 (単位:円)	金額 (単位:円)	納入 年月日	設置研究機関 名
リチウム原料精製 装置	赤穂化成㈱製リチ ウム精製装置	1	2,436,000	2,436,000	2014/2/26	日本原子力研究 開発機構
海水リチウム濃縮 装置	㈱化研製海水中リ チウム濃縮装置	1	8,400,000	8,400,000	2014/2/28	日本原子力研究 開発機構
中型電気透析装置 の改造	㈱コベルコ科研製 透析装置の改造	1	7,318,500	7,318,500	2014/3/6	日本原子力研究 開発機構