

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) 実績報告書

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. 研究実施期間 平成23年2月10日～平成26年3月31日

2. 収支の状況

(単位:円)

	交付決定額	交付を受けた額	利息等収入額	収入額合計	執行額	未執行額	既返還額
直接経費	127,000,000	127,000,000	0	127,000,000	126,927,764	72,236	0
間接経費	38,100,000	38,100,000	0	38,100,000	38,100,000	0	0
合計	165,100,000	165,100,000	0	165,100,000	165,027,764	72,236	0

3. 執行額内訳

(単位:円)

費目	平成22年度	平成23年度	平成24年度	平成25年度	合計
物品費	270,000	18,973,221	46,039,873	24,862,404	90,145,498
旅費	0	918,886	1,068,514	2,945,901	4,933,301
謝金・人件費等	0	4,339,978	6,787,671	6,896,607	18,024,256
その他	0	896,700	4,925,131	8,002,878	13,824,709
直接経費計	270,000	25,128,785	58,821,189	42,707,790	126,927,764
間接経費計	81,000	10,384,500	16,066,200	11,568,300	38,100,000
合計	351,000	35,513,285	74,887,389	54,276,090	165,027,764

4. 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
電気化学測定機器	㈱東陽テクニカ製ポテンシオスタット	1	7,822,500	7,822,500	2012/1/23	日本原子力研究開発機構
電気透析装置	AGCエンジニアリング㈱製実験室用	1	5,538,750	5,538,750	2012/1/30	日本原子力研究開発機構
イオン液体	広栄化学工業㈱製リチウム選択液	1	1,349,250	1,349,250	2012/2/9	日本原子力研究開発機構
アウトリーチ活動用展示用備品	㈱コベルコ科研製展示用備品類	1	945,000	945,000	2012/9/26	日本原子力研究開発機構
イオン液体	広栄化学工業㈱製リチウム選択液	1	945,000	945,000	2012/12/6	日本原子力研究開発機構
リチウム分離膜評価用装置	㈱化研製分離膜評価用装置	1	1,995,000	1,995,000	2013/2/8	日本原子力研究開発機構
中型リチウム回収装置	㈱コベルコ科研製リチウム回収装置	1	39,900,000	39,900,000	2013/3/7	日本原子力研究開発機構
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

5. 研究成果の概要

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、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を行った。

イオン液体を用いたリチウム分離膜の性能を向上させると共に、リチウムイオン電池等の原料となる炭酸リチウムを、海水だけでなく、にがりからも得ることに成功した。従来の南米の塩湖の水を1年以上蒸発させてリチウムを回収する技術と比較し、省スペース、短時間でリチウム回収が可能であり、日本国内におけるリチウム循環型社会実現への見通しが得られた。

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)
研究成果報告書**

本様式の内容は一般に公表されます

研究課題名 (下段英語表記)	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
	Research and Development of Innovative Lithium Recovery System from Seawater by Electrodialysis using Ionic Liquid
研究機関・部局・ 職名 (下段英語表記)	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
	Japan Atomic Energy Agency・Fusion Research & Development Directorate・Senior Research Engineer
氏名 (下段英語表記)	星野 毅
	Tsuyoshi HOSHINO

研究成果の概要

(和文):

リチウムイオン電池や核融合炉の燃料製造に必要なリチウムは、海外輸入に100%頼っており、リチウムの国内安定確保は、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る。海水中には、約2300億トンのほぼ無尽蔵のリチウム資源が存在するが、濃度は低いため、効率的に回収する革新的な技術開発を行った。リチウムを選択的に通す性質を持つイオン液体等のイオン伝導体をリチウム分離膜とし、電気透析技術を応用した新手法を発案し、最大で海水に含まれるリチウムの約22%を2時間で回収することに成功した。特にエネルギー効率が高い点が革新的であり、使用済リチウムイオン電池リサイクルや、他のレアメタル資源回収への波及効果も期待できる。

(英文):

The market of Li-ion batteries in electric vehicles is increasing, and tritium fuel for fusion reactors is produced by the neutron capture reaction of Li. Therefore, the need for Li will be growing. Japan relies solely on Li imports from overseas. Li is primarily

様式21

recovered from salt lakes in South America. However, it is estimated that there are virtually inexhaustible lithium resources in seawater, totaling approximately 230 billion tons, although lithium concentration is low. Thus, an efficient means for its stable recovery from seawater is highly desirable for the industrial development. I have proposed a new method for Li recovery from seawater by electrodialysis using an ionic liquid as an ion conductor. In this study, the Li recovery ratio increased with time, reaching 22% after 2 h. This new recovery method shows good energy efficiency and is easily scalable. It should be suitable for the recycling of used Li-ion batteries and for recovering other rare metals from seawater.

1. 執行金額 165,027,764円
(うち、直接経費 126,927,764円、間接経費 38,100,000円)

2. 研究実施期間 平成23年2月10日～平成26年3月31日

3. 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。また、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、燃料製造や発電に必要な熱を作り出すリチウムを大量に使用するため、発電実証が開始される今世紀半ば以降は、大量のリチウム需要が見込まれている。

地上におけるリチウム資源は、チリ、アルゼンチン等の南米に偏在しており、日本では南米諸国からの100%輸入に頼っている。その埋蔵量は推定3000万トンとすぐに枯渇する量では無いが、南米ではリチウムを含む塩湖の水を、膨大な敷地で1年以上かけて自然蒸発させてリチウム回収しているため、今後のリチウム需要の急増に生産が追いつかず、2020年代に資源不足に陥る懸念が、アメリカ化学会で報告されている。

一方、海水には約2300億トンのほぼ無尽蔵のリチウム資源が存在する。我が国は四方を海で囲まれているだけでなく、海流にも恵まれていることから、本研究では、海水中のリチウム資源を効率的に回収する革新的な元素分離技術開発を行った。

4. 研究計画・方法

考案した革新的海水リチウム資源回収システムを図1に示す。リチウム資源を回収するための

原液としては海水を用い、海水中のリチウムを分離回収可能な革新的な技術により、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を得る。特に図1中央のリチウム分離技術は、事業採算性を有する従来よりも省エネルギーな革新的海水リチウム資源回収システムを確立するという、本研究目的達成の最重要技術であるため、初年度から予備的試験を開始し、装置のスケールアップを行った。

同時に、革新的リチウム分離技術により回収したリチウム含有回収液から、リチウムイオン電池等の原料となる炭酸リチウムの粉末を精製する手法の検討も行った。精製手法としては、食塩製造にて既に実用化されている、熱エネルギー効率の良い真空蒸発により、回収液中のリチウム濃度を調整し、炭酸ナトリウム水溶液と混合することで、化学反応により、沈殿物として炭酸リチウム粉末を得る。



図1 革新的海水リチウム資源回収システム

5. 研究成果・波及効果

Liの分離膜として、イオン液体(関東化学(株)製 PP13-TFSI)を密構造緻密有機隔膜(ジャパングアテックス(株)製ゴアテックスハイパーシート SG10X)に含浸させた膜(イオン液体含浸有機膜)をリチウム分離膜として用い、原液側(アノード側)には海水、Li回収側(カソード側)には0.1mol%塩酸HCl水溶液を用いたスマートフォンサイズの小型電気透析装置(図2)にて、2Vの定電位にて2時間のLi回収の予備的試験を行った。

電気透析試験により得られたリチウム回収液中に含まれる各イオンの濃度をICP-AES(誘導結合プラズマ発光分光分析装置)またはICP-MS(誘導結合プラズマ質量分析装置)にて分析した結果、イオン液体含浸有機隔膜は主にリチウムイオンのみを透過させる性質を有しており、海水中に高濃度に含まれるナトリウム(Na)、マグネシウム(Mg)、カルシウム(Ca)及びカリウム(K)イオンの透過量は低く(低回収率)、海水中に含まれるリチウムを最大で22.2%回収することに成功した。

また、装置大型化の際の課題を検討するため、研究年度毎に装置のスケールアップを試みた。初期の海水リチウム資源回収用の電気透析装置はスマートフォンサイズであったが、研究計画通り、装置はiPad miniサイズからノートPCサイズの中型電気透析装置へと着実にスケールアップ

を達成し、実用化へ向け前進した(図 3)。本スケールアップでは、より効率的なリチウム回収を追求した結果、イオン液体がリチウム回収試験中に海水や回収液側に抜け出しにくい、新たな保護膜を施した新リチウム分離膜を採用し、耐久性が飛躍的に向上した。これにより、装置の分解及びリチウム分離膜の交換頻度が低減し、事業採算性に大きく影響する装置稼働率も向上したことから、本研究プログラムの研究目標を達成し、革新的海水リチウム資源回収システム実用化への見通しを得た。

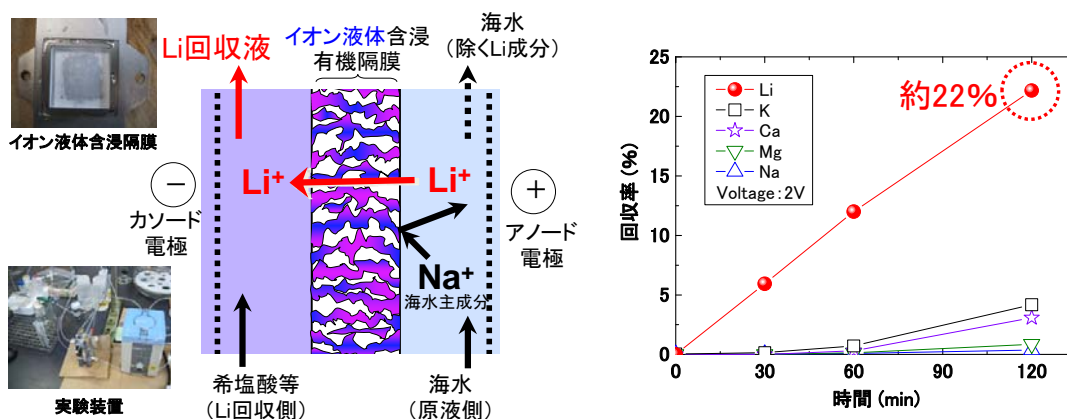


図 2 イオン液体を用いた電気透析法による海水からのリチウム分離試験

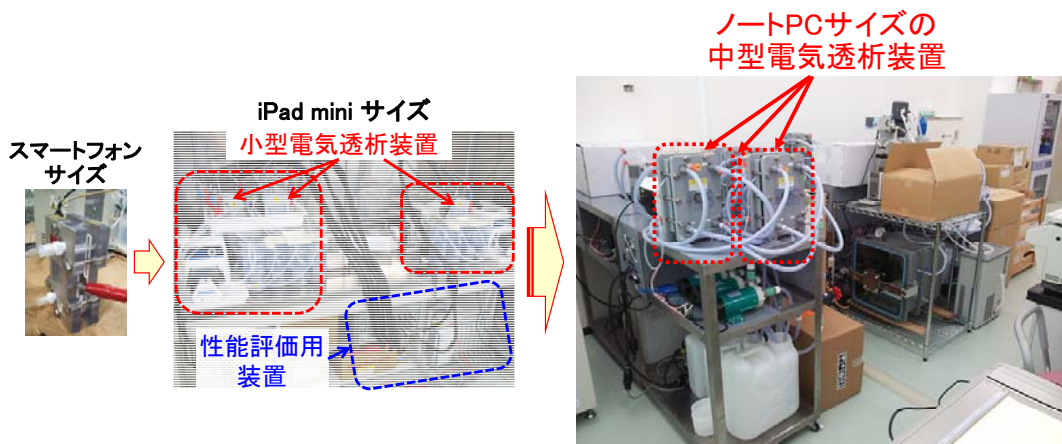


図 3 電気透析装置のスケールアップ

更に、最終年度は、リチウム分離膜として、イオン液体の代わりに、固体のリチウムイオン伝導体である NASICON 型セラミックスを用いたところ、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提案した(図 4)。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。本研究成果は、

多くの新聞等の情報メディアに掲載され、大きな社会的反響も得られたことから、本研究開発は当初の計画以上に進展した。

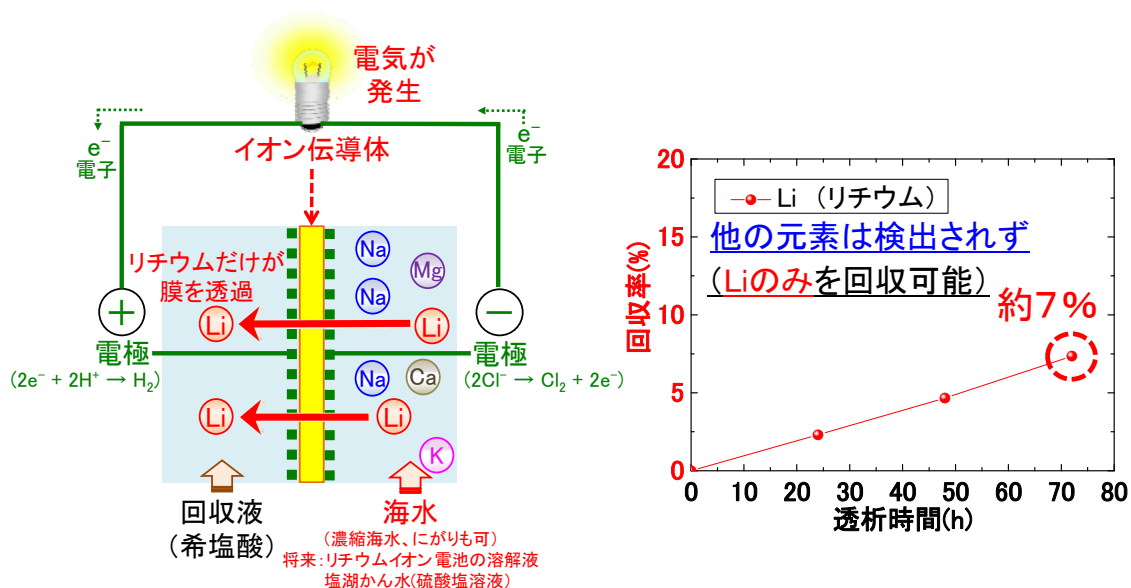


図 4 固体リチウムイオン伝導体を用いたリチウム分離試験

海水から分離したリチウム回収液は、塩化リチウム(LiCl)の水溶液である。しかしながら、リチウムイオン電池等の原料としては炭酸リチウムが用いられるため、塩化リチウム水溶液から炭酸リチウム粉末を精製する手法を検討した。まず、回収液を真空蒸発により、効率的に水分を蒸発させ、リチウム濃度を約 8~10%まで濃縮し、このリチウム回収濃縮液に炭酸ナトリウム(Na₂CO₃)水溶液を混合することで、炭酸リチウムの沈殿が得られ(図 5)、一連の革新的海水リチウム資源回収システムの実用化に必要な、基盤データ構築を達成した。

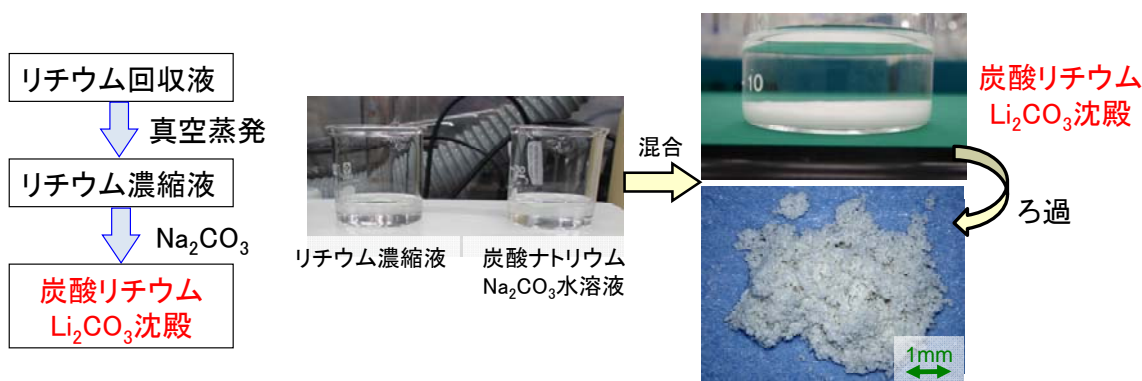


図 5 リチウム回収液からの炭酸リチウム粉末製造

本研究では、海水の代わりに、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)からのリチウム資源回収にも成功した。この研究成果は、使用済リチウムイオン電

池からのリチウムリサイクル、海水の塩製造や淡水化処理時に廃棄している濃縮海水からのリチウムを含む各種有用なミネラルの効率的な回収などにも適用可能な、波及効果の高い技術であることを示している。また、リチウム資源が豊富なボリビアの塩湖は、リチウム濃度が他の塩湖より低く、硫酸イオンを含むため、従来法では分離が難しく、リチウム資源回収技術が未確立だが、本技術を活用したボリビアにおけるリチウム資源回収の実現も期待できる(図6)。

今後はパイロットプラント規模への拡張を目標とし、急増するリチウム資源需要分は海水から確保し、使用済リチウムイオン電池はリサイクルする、外部からのエネルギーを必要としないゼロエミッションなリチウム工場による、リチウム資源の循環型社会の実現へ向けた、革新的な科学技術イノベーションの創出を目指す。

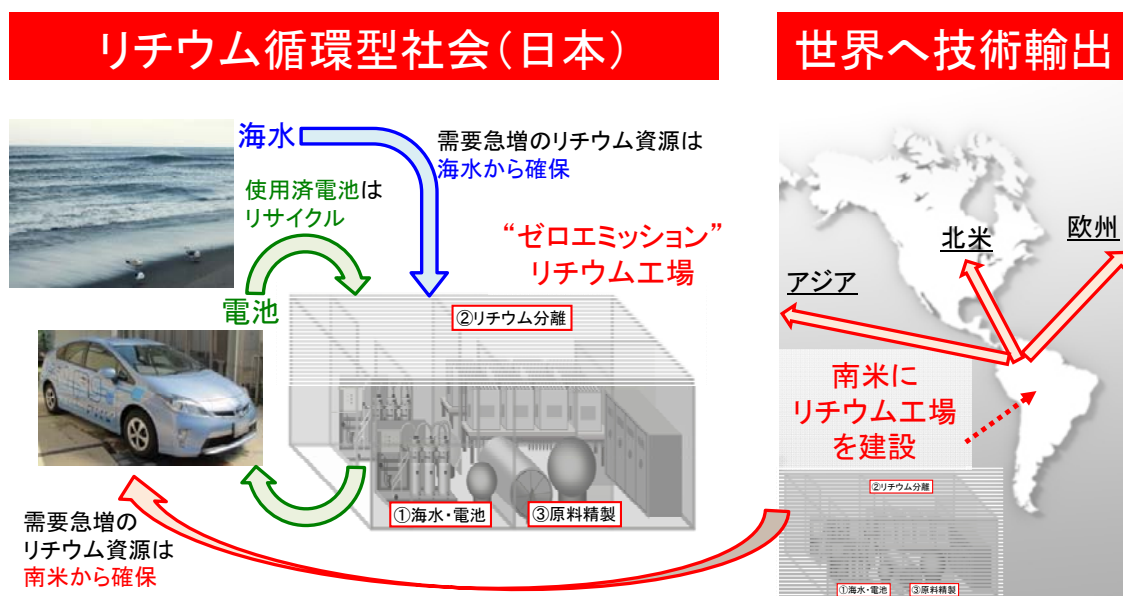


図6 リチウム資源の循環型社会

6. 研究発表等

<p>雑誌論文 計3件</p>	<p>(掲載済み一査読有り) 計3件 1) T. Hoshino(星野毅), Preliminary studies of lithium recovery technology from seawater by electro dialysis using ionic liquid membrane, Desalination, 2013 年, 317, pp. 11-16. ISSN: 0011-9164, http://dx.doi.org/10.1016/j.desal.2013.02.014 2) 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 3) T. Hoshino(星野毅), Lithium Recovery from Seawater by Electro dialysis 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10件</p>	<p>専門家向け 計10件 1)国内会議 発表者:星野毅、寺井隆幸 発表表題:イオン液体を用いた電気透析法による海水 Li 回収技術に関する予備的試験 開催地:日本(北九州) 開催期間:2011 年 9 月 19-22 日 2)国際会議 発表者:T. Hoshino(星野毅), T. Terai(寺井隆幸) 発表表題:Development of Lithium Recovery Technology from Seawater by Electro dialysis using Ionic Liquid 開催地:米国(チャールストン) 開催期間:2011 年 10 月 16-22 日 3)国際会議 発表者:T. Hoshino(星野毅) 発表表題:Development of Lithium Recovery Technology from Seawater by Electro dialysis using Ionic Liquid 開催地:韓国(濟州島) 開催期間:2012 年 6 月 17-22 日 主催:IMLB 2012 実行委員会 4)国際会議 発表者:T. Hoshino(星野毅), M. Sekiya(関谷真樹子), T. Suzuki(鈴木達也), F. Oikawa(及川史哲), T. Terai(寺井隆幸) 発表表題:High-Efficiency Technology for Lithium Recovery from Seawater by Electro dialysis using Ionic Liquid 開催地:日本(大阪) 開催期間:2012 年 10 月 22-25 日 主催:ELSEVIER 出版社 5)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</p>

	<p>6)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</p> <p>7)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(ケレタロ) 開催期間:2013 年 9 月 8-13 日 主催:International Society of Electrochemistry</p> <p>8)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>9)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:日本(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>10)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2件</p>	<p>(取得済み) 計0件</p> <p>(出願中) 計2件</p> <p>1) 名称:リチウムの回収方法およびリチウムの回収装置 発明者:星野毅、及川史哲 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 2011-169342 出願年月日:2011 年 8 月 2 日 出願国:日本</p> <p>2) 名称:金属イオン回収装置、金属イオン回収方法</p>

	<p>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、ポリビア、PCT 国際出願</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：リチウム資源 イオン液体を用いた革新的海水リチウム資源回収の研究 インターネット掲載日：2011年12月29日 対象者：ネット閲覧可能な一般向け 閲覧数：82回 内容：誰でも閲覧可能なインターネットを活用した研究紹介を行い、コメントを随時受け付けると共に、返答を行った。その他、グリーンイノベーションに関する話題に関しても、意見交換を行った。</p> <p>2) 標題：第11回産学連携推進会議、イノベーションジャパン 2012 「リチウム資源が拓くグリーン・イノベーション」 実施日：2012年9月27-28日 対象者：一般向け 来場者数：22,992名 内容：最新の研究状況を、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、多くの来場者にリチウム資源問題の重要性について理解を得ると共に、産学官連携のための意見交換を行った。</p> <p>3) 標題：相双地区 2013 七夕講演会 「電気自動車時代の到来－最先端のリチウム資源確保戦略－」 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>4) 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－最先端のリチウム資源確保戦略－」 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>
<p>新聞・一般雑誌等掲載計41件</p>	<p>1)日経産業新聞、2013年1月1日、10ページ、お宝眠る日本近海-レアメタルとレアアース-原子力機構-リチウム回収研究 2)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 3)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 4)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</p>

	<p>5) 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</p> <p>6) 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</p> <p>7) 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</p> <p>8) 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</p> <p>9) 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</p> <p>10) 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</p> <p>11) 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</p> <p>12) 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</p> <p>13) 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</p> <p>14) 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</p> <p>15) 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</p> <p>16) 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</p> <p>17) 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</p> <p>18) 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</p> <p>19) 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</p> <p>20) 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</p> <p>21) 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</p> <p>22) 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</p> <p>23) 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/nnp/science/article/68390</p> <p>24) 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</p> <p>25) 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</p> <p>26) 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</p> <p>27) 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</p> <p>28) 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</p> <p>29) 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</p> <p>30) 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</p>
--	---

	<p>膜で分離、「発電」もー原子力機構 http://jp.wsj.com/article/JJ11030685037210874887518496283630865439672.html 31) 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 32) 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/ 33) 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 34) 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 35) 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/ 36) 環境ビジネスオンライン、2014年2月17日、海水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 37) 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 38) 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 39) 日経テクノロジーオンライン、2014年4月16日、JAEA のリチウム分離技術 電力を使わず、海水から回収 南米からの輸入に頼らない http://techon.nikkeibp.co.jp/article/MAG/20140320/341331/ 40) ジャパン・フォー・サステナビリティ、2014年5月16日、JAEA 海水中のリチウム回収技術を開発 http://www.japanfs.org/ja/news/archives/news_id034899.html 41) 日刊工業新聞、2014年6月13日、17ページ、海水からリチウム回収 イオン伝導体分離膜利用 省スペースで短時間に</p>
その他	特になし

7. 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成果が評価され、「Miya-Abdou Fusion Nuclear Technology Award」を受賞した。(2013年9月19日)