様　式　Ｃ－１９、Ｆ－１９－１、Ｚ－１９　（共通）

科学研究費助成事業　　研究成果報告書

令和　５ 年　６ 月 １４ 日現在

機関番号：２７１０１
研究種目：基盤研究(A)（一般）
研究期間：2019～2022
課題番号：１９Ｈ００８４２

研究課題名（和文）地熱水からのリチウムの分離回収ならびに高純度精製のための統合型システムの開発

研究課題名（英文）Development of Integrated System for Selective Recovery and Purification of Lithium from Geothermal Water

研究代表者

吉塚　和治（Yoshizuka, Kazuharu）

北九州市立大学・国際環境工学部・教授

研究者番号：７０１９１５６７

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費）　35,300,000円

研究成果の概要（和文）：(1) リチウム吸着剤を充填した吸着分離カラムによる分離回収装置を用いて、実地熱水から吸着カラムにリチウムを選択的に吸着回収する実証試験を行い、供給液速度、吸着後のカラム洗浄（スクラビング）、脱着についての最適操作条件の決定とその性能評価を行った。
(2)電気透析装置にてリチウムを濃縮するための実証試験を行い、リチウム濃縮液の生産効率と操作条件との関係を明らかにした。加えて、(1)のリチウム溶離液の蒸発濃縮も並行して行い、濃縮効率やエネルギー効率等の観点から比較検討した。

研究成果の学術的意義や社会的意義
本研究の学術的意義は、地熱水から高付加価値なリチウム資源を採取可能な分離回収プロセスを開発するとともに、最高純度のバッテリーグレードの炭酸リチウムを製造することができる分離回収ならびに濃縮精製プロセスを開発したことである。また、社会的意義は、未利用資源である地熱水から国産のリチウム資源を回収することによって我が国のリチウム資源確保問題の解決に貢献できることである。

研究成果の概要（英文）：(1) Using a separation and recovery apparatus with an adsorption separation column of lithium adsorbent, we have conducted practical tests of selectively adsorbing and recovering lithium from actual geothermal water. Determination of the optimum operating conditions for desorption and evaluation of the performance of lithium recovery have been carried out.
(2) Practical tests have been conducted to concentrate lithium with an electrodialysis device, to clarify the relationship between the production efficiency of the lithium concentrate and the operating conditions. In addition, the evaporative concentration of the lithium eluent has also been carried out in parallel, for comparing the concentration and energy efficiencies between electrodialysis and evaporative concentration.

研究分野：分離プロセス工学

キーワード：吸着分離　地熱水　リチウム　電気透析　蒸発濃縮

※科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

１．研究開始当初の背景

近年の先進科学技術は急速に発展に伴い、高性能材料の添加材料や新規産業分野における金属資源の重要性が高まっている。金属資源は銅、亜鉛、鉛、アルミニウムなどのベースメタルとニッケルやクロム、リチウムなどのレアメタルに分けられる。レアメタルはもともと存在量の少ない金属、高品位の鉱石がない金属、精錬の容易でない金属などを総称したものをいい、それらの多くは様々な特性から、自動車、住宅、電気・電子、航空・宇宙の幅広い分野に用いられている。レアメタルの中でもリチウムは携帯電話や電気自動車（EV）のリチウムイオン電池(LIB)、耐熱ガラスの添加材、飛行機などに用いられるアルミニウム軽合金など広く用いられており需要が増加している元素である。特に LIB は、環境意識の高まりとともに EV の普及が増加しており、それに伴う今後の需要の拡大が予想されている。

リチウム供給源はリチア（ウロコ）雲母（$LiAlSi_2O_6$）やリチア輝石（$K_2Li_3Al_4Si_7O_{21}(OH,F)_3$）、ペタル石（$(Li,Na)[AlSi_4O_{10}]$）などの鉱石やかん水があげられる。リチウム鉱石は濃硫酸で処理し、硫酸リチウムとする方法や石灰とともに焼き、水で処理し、水酸化リチウムにする方法がある。一方で、かん水は高濃度のミネラル塩を含む水のことであり、海水を濃縮したかん水、塩湖から採取される塩湖かん水がある。かん水は前処理等が必要ないという利点がある。

新規のリチウム資源として海水や地熱水、天然ガスかん水、工業廃水などが注目されている。地熱水は、再生可能エネルギーの一つである地熱エネルギーを利用し、地下からくみ上げられた地熱水が蒸気と還元熱水に分けられ、蒸気は発電に使用され、還元熱水は地下に戻される。この還元熱水中にはリチウムが溶存している。天然ガスかん水は天然ガスに付随して採取されるもので、地熱水に分類され、化石燃料に乏しい我が国にとって貴重な国産資源であり、天然ガスかん水中にはリチウムが溶存している。

２．研究の目的

本研究では、λ-MnO_2 吸着剤を充填したカラムを用いて新規のリチウム資源からリチウムの分離回収、回収したリチウム溶離液からバッテリーグレードとして使用できる純度 99.5%以上のバッテリーグレードの炭酸リチウムの製造プロセスの構築を目的とした。

３．研究の方法

地熱水である天然ガスかん水（$[Li] = 1.71$ mg/L)から λ-MnO_2 吸着剤を用いたカラム操作にてリチウムを含む溶離液を回収した。次に溶離液をエバポレーションによって濃縮を行った。不純物の除去は、水酸化物沈殿とイオン交換を用いて不純物の除去を行った。最後に炭酸ナトリウムの添加による炭酸塩沈殿、リキシビエーションにより炭酸リチウムの精製を行った。

3.1　λ-MnO_2 吸着剤を用いた地熱水からのリチウムの回収

地熱水を用いたカラム実験は新潟県の中条油業所で行った。カラム実験の概略図を Fig. 1 に示す。カラムに λ-MnO_2 吸着剤 4 kg（湿潤体積 4 L）をカラムに充填した。その後、イオン交換水、1 mol/L 塩酸水溶液の順に通液し、酸処理を行った。その後イオン交換水を流し前処理を行った。

中条油業所の天然ガスかん水を流量 33 L/h で吸着カラムに 792 時間（27000 L）通液してリチウム吸着実験を行った。吸着操作の後、イオン交換水をカラムに通液し、天然ガスかん水の追い出しと洗浄を行ったリチウムの溶離は 1 mol/L 塩酸水溶液を流量 20 L/h で 110 分通液することによって行った。溶離後はイオン交換水を流し、塩酸の追い出しとカラム内の洗浄にした。得られた溶離液はそれぞれポリ瓶で採取しリチウム濃度を原子吸光光度計（Shimadzu AA-7000）で測定した。
Bed Volume は式(1)を用いて算出した。

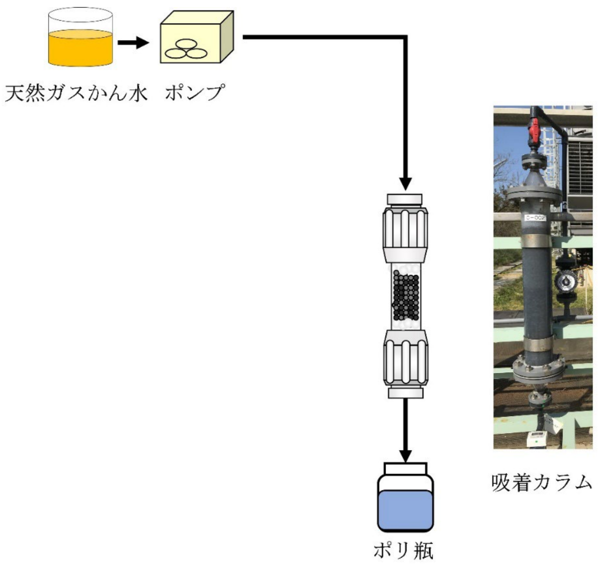

Fig. 1 カラム実験の概略図

$$\text{Bed Volume} = \frac{v \times t}{V} \qquad (1)$$

ここで、v は流量（L/h）、t は通液時間（h）、V は吸着剤の湿潤体積（L）である。

【結果と考察】
　リチウム吸着時の破過曲線および溶離曲線を Fig. 2 および 3 に示す。リチウムは Bed Volume = 30 で破過した。溶離においては、リチウム濃度は最大約 1100 mg/L まで濃縮された。Table 1 に溶離液の金属組成を示す。得られた溶離液は 33 L であり、リチウム濃度は 1021 mg/L となった。また、溶離液中にはアルミニウム、カルシウム、マンガン等の不純物が含有されていた。

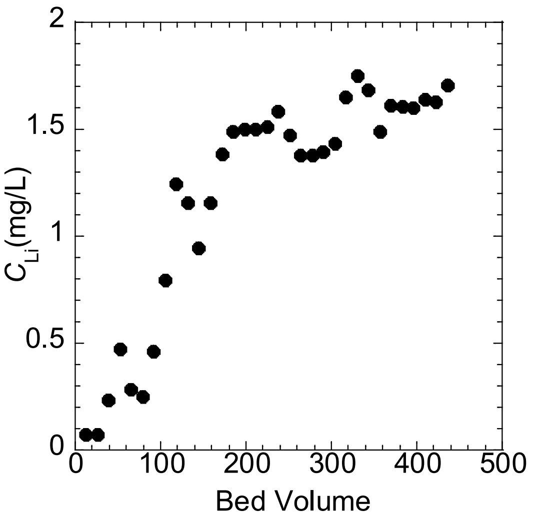

Fig. 2 地熱水からのリチウムの破過曲線

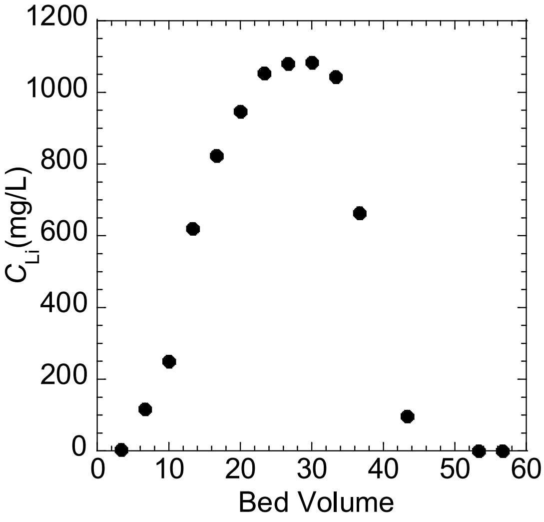

Fig. 3 地熱水からのリチウムの溶離曲線

3. 2 溶離液からの炭酸リチウムの製造
① 　リチウムの濃縮および不純物の処理
　λ-MnO_2 吸着剤を用いて地熱水から回収した溶離液をナス型フラスコに入れ、エバポレーターを用いて濃縮を行った。濃縮時間は 142 時間であった。不純物の除去は、水酸化ナトリウム粉末を用いた水酸化物沈殿と CR-11 を用いた吸着検討した。Fig. 4 に各方法の前処理のフローを示す。1 つ目の方法は水酸化ナトリウム粉末を添加して pH = 11、12、13 として水酸化物沈殿を行った。2 つ目の方法は水酸化ナトリウム粉末を添加して pH = 11 として水酸化物沈殿を行った。沈殿物をろ過後、pH を 4 に溶液に 1 mol/L 塩酸水溶液を添加して pH = 4 に調整した。その後、コンディショニングした CR-11 を添加して 25℃で 3 時間振盪した。各処理後の水溶液中の金属濃度を誘導結合プラズマ発光分光分析装置（Shimadzu, ICPE-9000）と AAS によって測定した。

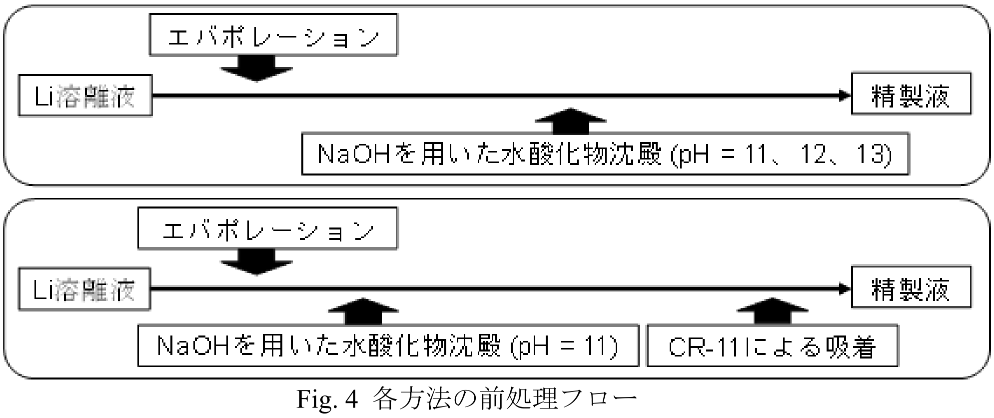

Fig. 4 各方法の前処理フロー

【結果と考察】
　Table 1 に各処理後の水溶液中の溶存組成を示す。エバポレーションによる蒸発濃縮により、リチウム濃度は 10000 mg/L 以上に濃縮された一方で、他の金属も同時に濃縮された。続いて、水酸化ナトリウム粉末を添加し pH を 11 に調整した場合、ほとんどの不純物を沈殿できたが、カリウムはほとんど溶液中に残り、ナトリウム濃度は大幅に増加した。pH を 12 に調整した場合はカルシウムをより除去することができ、pH を 13 に調整した場合にカルシウムは完全に除去することができた。pH を 11 に調整した溶液中に残存する不純物はキレート樹脂 CR-11 を用いたイオン交換により吸着分離されホウ素、カルシウムは除去された。濃縮および不純物の処理を行った各精製溶液を①～④として Table 1 に示している。これらの不純物除去後のリチウムの減少率は各々 5 %であった。

Table 1 各処理後の水溶液中の溶存組成 (unit: mg/L)

水酸化物沈殿による不純物の除去							
元素	Li	Al	B	Ca	Mn	K	Na
地熱水	1.71	1.64	39.0	539	1.96	187	658
溶離液	1021	444	7.45	1460	5610	16.2	48.1
濃縮後	11600	3580	1190	7040	177000	421	7162
① 水酸化物沈殿後 (pH = 11)	11098	N.D.	35.1	4.02	N.D.	305	137000
② 水酸化物沈殿後 (pH = 12)	10900	N.D.	28.9	0.61	N.D.	359	163700
③ 水酸化物沈殿後 (pH = 13)	10970	N.D.	26.5	N.D.	N.D.	341	195600
水酸化物沈殿とイオン交換を組み合わせた不純物の除去							
濃縮後	11600	3580	1190	7040	177000	421	7162
水酸化物沈殿後 (pH = 11)	11500	N.D.	57.2	4.12	N.D.	402	145000
④CR-11 による吸着後	11500	N.D.	3.27	0.43	N.D.	382	144000

② 炭酸塩沈殿による炭酸リチウムの生成

リチウムの濃縮および、不純物の処理を行って得られたリチウム濃度が 10000 mg/L 以上の精製溶液を用いて炭酸塩沈殿を行った。200 mL 三角フラスコに各精製溶液(①～④)100mL に炭酸ナトリウム(Wako)17 g を添加し、160 rpm、1 時間攪拌後、1 晩静置した。静置後、得られた沈殿物をろ過し、デシケーターに入れて 24 時間真空乾燥をした。乾燥後、得られた固体粉末をメノウ乳鉢ですりつぶして、40 kV、100 mA で走査速度 0.5°/min、2θ 域が 10-60°の設定で XRD（Shimadzu XRD-6100）によって X 線分析を行った。また、沈殿物を 1 mol/L 塩酸水溶液で溶解した溶液とろ液中のリチウム濃度を AAS により測定した。

炭酸リチウムの純度は式(2)、炭酸塩沈殿操作におけるリチウムの回収率は式(3)を用いて算出した。ここで、算出した回収率と水酸化物沈殿での回収率を用いて溶離液からのリチウムの回収率を算出した。

$$\text{炭酸リチウムの純度} = \frac{W'}{W} \times 100 \qquad (2)$$

$$\text{リチウムの回収率} = \frac{C - C'}{C} \times 100 \qquad (3)$$

ここで、W は沈殿物の重量(g)、W'はリチウム濃度から換算した炭酸リチウムの重量(g)、C は精製液中のリチウム濃度(mg/L)、C'はろ液中のリチウム濃度(mg/L)である。

【結果と考察】

Fig. 5 に炭酸ナトリウムを添加して得られた沈殿物の XRD 測定結果を示す。XRD 測定結果より、得られた沈殿物は炭酸リチウムのピークと一致していることが確認された。しかし、炭酸リチウム以外のナトリウム、カルシウム、カリウムの化合物のピークも確認され、炭酸塩沈殿により得られた炭酸リチウムは粗炭酸リチウムであることが明らかになった。各精製溶液を用いた炭酸塩沈殿後の炭酸リチウムの純度およびリチウムの回収率を Fig. 6 に示す。各精製溶液を用いて得られた炭酸リチウムの純度は 70～85 %であり、リチウムの回収率は 68～87 %であった。

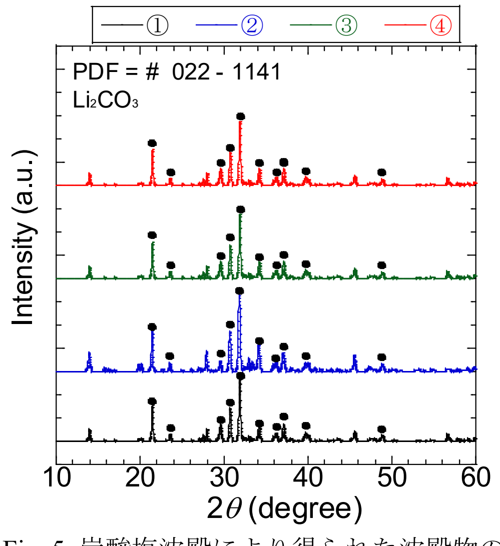

Fig. 5 炭酸塩沈殿により得られた沈殿物の XRD 測定結果

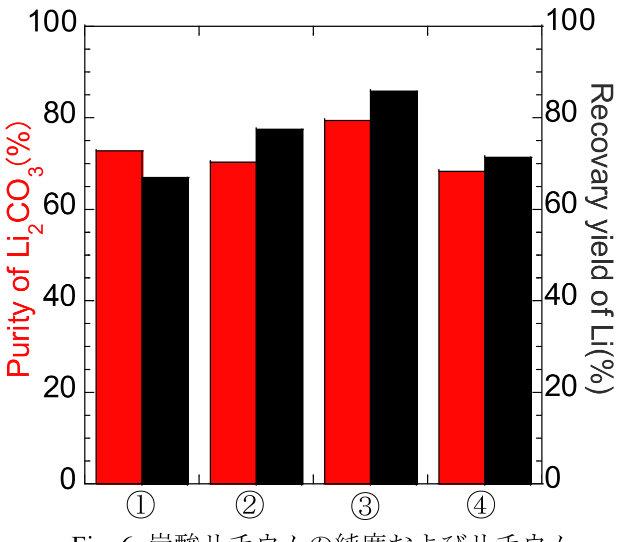

Fig. 6 炭酸リチウムの純度およびリチウムの回収率

③　リキシビエーションによる炭酸リチウムの精製

炭酸塩沈殿によって得られた粗炭酸リチウムを高純度化するために、リキシビエーションによる精製操作を行った。200 mL 三角フラスコに炭酸リチウム飽和水溶液 100 mL、粗炭酸リチウム 5.0 g を添加し、160 rpm、1 時間撹拌後、1 晩静置した。静置後、ろ過し、デシケーターに入れて 24 時間真空乾燥をした。乾燥後、得られた固体粉末を乳鉢と乳棒ですりつぶして 40 kV、100 mA で走査速度 0.5°/min、2θ 域が 10-60°の設定で XRD によって同定した。精製した炭酸リチウムを 1 mol/L 塩酸水溶液で溶解した溶液中のリチウム濃度を AAS によって測定した。
炭酸リチウムの純度は式(2)、洗浄操作におけるリチウムの回収率は式(3)を用いて算出した。ここで算出したリチウムの回収率とこれまでの回収率を用いて溶離液からのリチウムの回収率を算出した。

【結果と考察】

Fig. 7 にリキシビエーションにより得られた固体粉末の XRD 測定結果を示す。XRD 測定結果より、炭酸塩沈殿の際に確認されていたナトリウム、カルシウム、カリウムの化合物を指すピークの消失が確認された。Fig. 8 に炭酸塩沈殿後の各固体粉末をリキシビエーションした後の炭酸リチウムの純度およびリチウムの回収率を示す。精製溶液②～④から精製した炭酸リチウムの純度は 99.5 %以上であり目的純度が達成された。これは、リキシビエーションによって、炭酸リチウム中に含有していたナトリウム、カルシウム、カリウムの化合物が飽和水溶液中に溶解したためであると考えられる。しかし、精製溶液①から精製した炭酸リチウムの純度は 95.9%であり目的純度は達成できなかったが、同様なリキシビエーション操作を 2 回行うことにより炭酸リチウムの純度は 99.5%以上となり、バッテリーグレード（純度 99.5%）の炭酸リチウムの製造に成功した。また、溶離液からのリチウムの回収率は 40～65%であった。

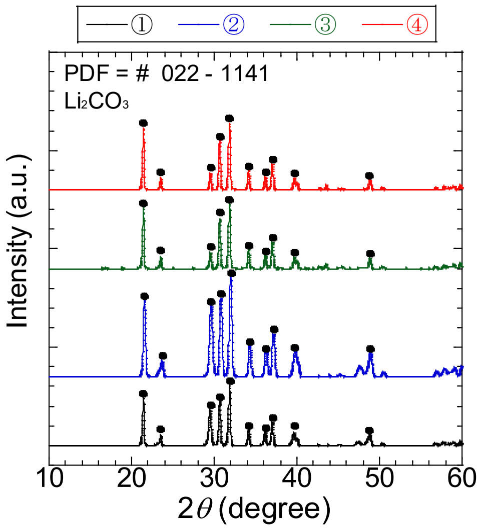

Fig. 7　リキシビエーション後の炭酸リチウムの XRD 測定結果

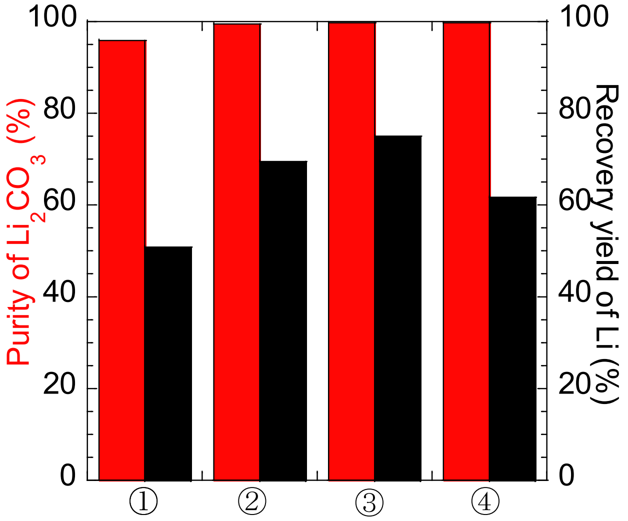

Fig. 8　炭酸リチウムの純度およびリチウムの回収率

４．研究成果

本研究では、リチウムが含まれた地熱水（天然ガスかん水）からのリチウム溶離液の分離回収および、回収したリチウム溶離液を用いてのバッテリーグレード（純度 99.5%）の炭酸リチウムの製造を目的とし、地熱水である天然ガスかん水からのリチウムの分離回収、溶離液の濃縮および水酸化物沈殿およびキレート樹脂 CR-11 を用いた吸着による不純物の除去方法の検討、炭酸塩沈殿および精製操作の検討を行った。それぞれの結果を以下に示す。

① λ-MnO_2 吸着剤を用いて天然ガスかん水からリチウムの吸着分離と定量的な溶離回収が達成された。
② 蒸発濃縮法によりリチウム濃度は 10000 mg/L 以上に濃縮することが可能であった。
③ 水酸化ナトリウム粉末を用いて pH を 11～13 にして水酸化物沈殿を行うと、アルミニウムとマンガンの除去が可能であった。
④ pH 11 にした溶液に CR-11 を用いた吸着により、ホウ素とカルシウムの除去が可能であった。
⑤ 各精製溶液を用いて炭酸塩沈殿によって炭酸リチウムが得られた。
⑥ リキシビエーションによる精製操作によってバッテリーグレード（純度 99.5%）の炭酸リチウムの製造が達成された。

５．主な発表論文等

〔雑誌論文〕　計8件（うち査読付論文　7件／うち国際共著　1件／うちオープンアクセス　0件）

１．著者名 Yoshizuka Kazuharu, Nishihama Syouhei, Takano Masatoshi, Asano Satoshi	４．巻 39
２．論文標題 Lithium Recovery from Brines with Novel λ-MnO₂ Adsorbent Synthesized by Hydrometallurgical Method	５．発行年 2021年
３．雑誌名 Solvent Extraction and Ion Exchange	６．最初と最後の頁 604-621
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1080/07366299.2021.1876443	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 －

１．著者名 Pham Minh Tuan, Nishihama Syouhei, Yoshizuka Kazuharu	４．巻 39
２．論文標題 Effect of Operational Conditions on Arsenic Removal from Aqueous Solution Using Electrodialysis	５．発行年 2021年
３．雑誌名 Solvent Extraction and Ion Exchange	６．最初と最後の頁 655-667
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1080/07366299.2021.1876987	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 －

１．著者名 Ipekci Deniz, Kabay Nalan, Bunani Samuel, Altok Esra, Arda Muserref、Yoshizuka Kazuharu、Nishihama Syouhei	４．巻 479
２．論文標題 Application of heterogeneous ion exchange membranes for simultaneous separation and recovery of lithium and boron from aqueous solution with bipolar membrane electrodialysis (EDBM)	５．発行年 2020年
３．雑誌名 Desalination	６．最初と最後の頁 114313-114313
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.desal.2020.114313	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

１．著者名 Pham Minh Tuan、Nishihama Syouhei、Yoshizuka Kazuharu	４．巻 53
２．論文標題 Arsenic Removal from Aqueous Solutions by Forward Osmosis	５．発行年 2020年
３．雑誌名 JOURNAL OF CHEMICAL ENGINEERING OF JAPAN	６．最初と最後の頁 95-99
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1252/jcej.19we207	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 －

1．著者名	4．巻
Pham Minh Tuan、Nishihama Syouhei、Yoshizuka Kazuharu	197
2．論文標題	5．発行年
Concentration of lithium by forward osmosis	2020年
3．雑誌名	6．最初と最後の頁
Hydrometallurgy	105485-105485
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子）	査読の有無
10.1016/j.hydromet.2020.105485	有
オープンアクセス	国際共著
オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	－

1．著者名	4．巻
高野雅俊，浅野聡，西浜章平，吉塚和治	135
2．論文標題	5．発行年
塩湖かん水からのリチウム回収を目的としたλ-MnO2系吸着剤の開発	2019年
3．雑誌名	6．最初と最後の頁
Journal of MMIJ	83-88
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子）	査読の有無
10.2473/journalofmmij.135.83	有
オープンアクセス	国際共著
オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	－

1．著者名	4．巻
Viet Anh Hoang, Syouhei Nishihama, Kazuharu Yoshizuka	52(11)
2．論文標題	5．発行年
Adsorptive Removal of Arsenic from Aqueous Environment	2019年
3．雑誌名	6．最初と最後の頁
Journal of Chemical Engineering of Japan	829-834
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子）	査読の有無
10.1252/jcej.19we084	有
オープンアクセス	国際共著
オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	－

1．著者名	4．巻
吉塚和治	38(1)
2．論文標題	5．発行年
様々なかん水からのリチウム回収	2023年
3．雑誌名	6．最初と最後の頁
New Glass	15-21
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子）	査読の有無
なし	無
オープンアクセス	国際共著
オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	－

〔学会発表〕　計27件（うち招待講演　8件／うち国際学会　13件）

1．発表者名 山縣亮介，西浜章平，吉塚和治
2．発表標題 電気透析法を用いたリチウムの分離精製
3．学会等名 第58回化学関連支部合同九州大会
4．発表年 2021年

1．発表者名 白石賢史朗，大島達也，大榮薫，西浜章平，吉塚 和治
2．発表標題 Li(I)吸着に用いるλ-MnO2造粒吸着剤に対する酸処理の影響
3．学会等名 化学工学会第52会秋季大会
4．発表年 2021年

1．発表者名 山縣亮介，西浜章平，吉塚和治
2．発表標題 天然ガスかん水からのリチウムの回収と精製
3．学会等名 連合年会2021（第35回日本イオン交換研究発表会・第40回溶媒抽出討論会）
4．発表年 2021年

1．発表者名 白石賢史朗，大島達也，大榮薫，西浜章平，吉塚和治
2．発表標題 λ-MnO2造粒吸着材によるLi(I)吸着回収プロセスの操作因子に関する研究
3．学会等名 連合年会2021（第35回日本イオン交換研究発表会・第40回溶媒抽出討論会）
4．発表年 2021年

１．発表者名
吉塚和治

２．発表標題
Lithium Recovery from Various Aqueous Resources by Ion Exchange

３．学会等名
The International Chemical Congress of Pacific Basin Societies 2021 (Pacifichem2021)（招待講演）（国際学会）

４．発表年
2021年

１．発表者名
川原大智、西浜章平、吉塚和治

２．発表標題
電解法を用いた塩化リチウムから水酸化リチウムの製造法の開発

３．学会等名
化学工学会九州支部オンライン学生発表会

４．発表年
2020年

１．発表者名
佐々木圭、西浜章平、吉塚和治

２．発表標題
キレート吸着繊維を用いたホウ素とヒ素の同時吸着除去

３．学会等名
化学工学会九州支部オンライン学生発表会

４．発表年
2020年

１．発表者名
白石賢史朗、大島達也、大榮薫、西浜章平、吉塚和治

２．発表標題
λ-MnO2造粒吸着剤充填カラムによるLi(I)の吸着と酸洗浄の影響

３．学会等名
化学工学会九州支部オンライン学生発表会

４．発表年
2020年

１．発表者名
川原大智，西浜章平，吉塚和治

２．発表標題
リチウム電解法を用いた水酸化リチウム製造法の開発

３．学会等名
第56回化学関連支部合同九州大会

４．発表年
2019年

１．発表者名
佐々木圭，西浜章平，吉塚和治

２．発表標題
グルカミン型キレート繊維を用いた地熱水からのホウ素とヒ素の吸着除去

３．学会等名
第56回化学関連支部合同九州大会

４．発表年
2019年

１．発表者名
吉塚和治

２．発表標題
様々なかん水資源からのリチウム回収技術の開発と実用化への道

３．学会等名
京都大学大学院工学研究科化学工学専攻 特別講義（招待講演）

４．発表年
2019年

１．発表者名
吉塚和治

２．発表標題
様々な水資源からのリチウム回収の実用化への道のり

３．学会等名
南九州化学工学懇話会第198回講演会（招待講演）

４．発表年
2019年

１．発表者名 Kazuharu Yoshizuka
２．発表標題 Lithium Recovery from Various Aqueous Resources
３．学会等名 Japan/Taiwan/Korea Chemical Engineering Conference（招待講演）（国際学会）
４．発表年 2019年

１．発表者名 Minh Tuan Pham, Syouhei Nishihama, Kazuharu Yoshizuka
２．発表標題 Production of Lithium Chloride by Forward Osmosis Technology
３．学会等名 Japan/Taiwan/Korea Chemical Engineering Conference（国際学会）
４．発表年 2019年

１．発表者名 Shunta Arimori, Syouhei Nishihama, Kazuharu Yoshizuka
２．発表標題 Selective Separation of Li from Cathode Material of Lithium Ion Battery
３．学会等名 The 32nd International Symposium on Chemical Engineering (ISChE 2019)（国際学会）
４．発表年 2019年

１．発表者名 Daichi Kawahara, Syouhei Nishihama, Kazuharu Yoshizuka
２．発表標題 Development of Electrolysis Method for Lithium Hydroxide Production
３．学会等名 The 32nd International Symposium on Chemical Engineering (ISChE 2019)（国際学会）
４．発表年 2019年

１．発表者名 Kei Sasaki, Syouhei Nishihama, Kazuharu Yoshizuka
２．発表標題 Simultaneous Removal of Boron and Arsenic from Geothermal Water
３．学会等名 The 32nd International Symposium on Chemical Engineering (ISChE 2019)（国際学会）
４．発表年 2019年

１．発表者名 Ryosuke Yamagata, Syouhei Nishihama, Kazuharu Yoshizuka
２．発表標題 Production of Lithium Carbonate from Natural Gas Brine
３．学会等名 2022 Japan-Taiwan International Symposium on Environmental Science, and Management（国際学会）
４．発表年 2022年

１．発表者名 伊藤拓人，吉塚和治，吉田昌弘，武井孝行
２．発表標題 両親媒性高分子を用いたリチウム吸着剤内包カプセルの多孔質化およびその吸着特性への影響
３．学会等名 第59 回化学関連支部合同九州大会
４．発表年 2022年

１．発表者名 Kazuharu Yoshizuka
２．発表標題 Lithium Extraction Technology from Reinjection Fluid of Geothermal Power Plant
３．学会等名 Kenya-Japan Workshop on Renewable Energy Development 2022（招待講演）（国際学会）
４．発表年 2022年

１．発表者名 Ryosuke Yamagata, Syouhei Nishihama, Kazuharu Yoshizuka
２．発表標題 Production of Lithium Carbonate from Natural Gas Brine
３．学会等名 2022 Taiwan-Japan International Symposium（国際学会）
４．発表年 2022年

１．発表者名 吉塚和治
２．発表標題 海水やかん水からのリチウム回収プロセスの開発
３．学会等名 石油学会長野大会（第52 回石油・石油化学討論会）（招待講演）
４．発表年 2022年

１．発表者名 Kazuharu Yoshizuka
２．発表標題 Ion Exchange Processes for Lithium Recovery from Aqueous Resources
３．学会等名 International Conference on Ion Exchange 2022（招待講演）（国際学会）
４．発表年 2022年

１．発表者名 Ryosuke Yamagata, Syouhei Nishihama, Kazuharu Yoshizuka
２．発表標題 Lithium Recovery from Natural Gas Brine to Producing Li2CO3
３．学会等名 International Conference on Ion Exchange 2022（国際学会）
４．発表年 2022年

1．発表者名
Ryosuke Yamagata, Syouhei Nishihama, Kazuharu Yoshizuka

2．発表標題
Purification Process of Lithium from Natural Gas Brine

3．学会等名
33rd International Symposium on Chemical Engineering (ISChE2022)（国際学会）

4．発表年
2022年

1．発表者名
伊藤拓人，吉塚和治，吉田昌弘，武井孝行

2．発表標題
両親媒性高分子により多孔質化したリチウム吸着剤内包カプセルの吸着性能評価

3．学会等名
化学工学会第88年会

4．発表年
2023年

1．発表者名
Syouhei Nishihama, Sumiyoshi Yuki, Kei Sasaki, Narito Enta, Kazuharu Yoshizuka

2．発表標題
Separation of Boron from Water Environment with Adsorption by Glucamine-Based Chelate Adsorbents

3．学会等名
International Symposium on Boron (BORON2019)（招待講演）（国際学会）

4．発表年
2019年

〔図書〕　計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

北九州市立大学国際環境工学部　分離工学研究室
http://chemeng.env.kitakyu-u.ac.jp/jp/index_j.html
http://chemeng.env.kitakyu-u.ac.jp/jp/index_j.html
https://www-st.kitakyu-u.ac.jp/env/subject/d-energy/Kazuharu_Yoshizuka/index.html

６．研究組織

	氏名 （ローマ字氏名） （研究者番号）	所属研究機関・部局・職 （機関番号）	備考
研究分担者	大島　達也 (Oshima Tatsuya) (00343335)	宮崎大学・工学部・教授 (17601)	
研究分担者	西浜　章平 (Nishihama Syouhei) (00347668)	北九州市立大学・国際環境工学部・教授 (27101)	
研究分担者	武井　孝行 (Takei Takayuki) (90468059)	鹿児島大学・理工学域工学系・教授 (17701)	

７．科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕　計0件

８．本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関