

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 6 年 6 月 23 日現在

機関番号：17601

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2021～2023

課題番号：21K12313

研究課題名(和文) 深共晶溶媒を用いた新たな分離場の創出と貴金属の革新的分離技術の開発

研究課題名(英文) Creation of new separation fields using deep eutectic solvents and development of innovative separation technologies for precious metals

研究代表者

馬場 由成 (BABA, Yoshinari)

宮崎大学・工学部・特任教授

研究者番号：20039291

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,200,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では「水素結合受容体」としてトリオクチルホスフィンオキシドおよびアミン系抽出剤を基体とし、一方「水素結合供与体」として新たに開発したN-ラウロイルサルコシン、イソステアリン酸、イソオクチルグリコレートで創出される「深共晶溶媒(DES)」を調製し、貴金属を含む各金属イオンに対する抽出選択性を評価した。まず既存の工業用抽出剤あるいは新たに合成した抽出剤を用いて「環境調和型であるDESの調製指針」を提示することができた。さらに、貴金属などの希少金属に対して、今回のDESが発揮した「高い抽出選択性を発現する抽出機構」について「協同効果」と「拮抗作用」を組み入れることによって定量的に説明できた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は安定確保が困難である希少金属の中の貴金属を産業廃棄物からリサイクルすることで、環境保全および資源有効利用を目指すものである。本研究で開発した「深共晶溶媒」は環境調和型の新規抽出剤で、これらに関する学術研究は緒についたばかりであり、今後の展開が期待される。一方、貴金属は環境・資源の観点から社会的に意義があり、資源循環システムの構築による持続可能な社会づくりへの貢献が期待できる。さらに、回収した貴金属をナノ材料として再資源化することは学術的にも価値も高く、センシング、医療、フォトニクス材料などへの応用が期待される。

研究成果の概要(英文)：Deep eutectic solvents (DES) were created by using trioctylphosphine oxide (TOPO) and amine-based extractants as “hydrogen bond acceptor” and newly synthesized N-lauroyl sarcosine (NLS), isostearic acid (ISA), and iso-octyl glycolate (IOTG) as “hydrogen bond donor”. The extraction selectivity was evaluated for the metal mixture including precious metals. Here, we were able to present “Guidelines for preparation of DES” based on our basic data obtained in this study. Furthermore, it should be noted that the extraction mechanism expressed the high selectivity for precious metals and rare metals may be reasonably explained by incorporating “synergistic effect” and “opposing reaction”.

研究分野：分離機能材料工学

キーワード：新規抽出剤 深共晶溶媒 Sc, Yの分離回収 Pd, Rh, Ptの分離回収 廃電子機器 自動車廃触媒 資源循環型社会 分離・回収プロセス

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。

様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

資源循環型社会への移行が求められている今日、廃電子機器や廃自動車触媒等からの溶媒抽出法を利用した希少金属（貴金属・クリティカルメタル）のリサイクル技術の研究開発が活発に行われている。溶媒抽出法は、希少金属の分離・回収および精製・濃縮に関して非常に有効な手段であり、高純度が要求される最先端材料の開発に欠かすことができない技術の一つである。しかしながら、これらの廃棄物には難分離性の金属（Au・Ag・Pd・Pt・Rh等の貴金属）が含まれているため、従来の工業用抽出剤では特に化学的性質の類似した貴金属間の相互分離には対応できない。そのため、複数の抽出剤を必要とし、処理工程が長く、コストがかかる等の重要な問題点がある。また、大量の揮発性有機溶媒を使用しなければならない等の環境的問題点も常に抱えており、これらの解決法が求められている。

2. 研究の目的

本研究では、新たな深共晶溶媒の創出およびそれを用いた難分離性貴金属の省エネ・環境保全型の分離・回収技術の開発に挑戦する。この挑戦は、工業用抽出剤/改良型新規抽出剤-揮発性有機溶媒/イオン液体等の組み合わせによる従来型の溶媒抽出技術に代わる次世代型の抽出分離技術の基礎研究であり、低コストかつ環境保全型のリサイクル技術確立に向けた大きな足掛かりになると考えられる。

3. 研究の方法

(1) 金属イオンの抽出試験

抽出試験はすべてバッチ法により行った。有機相には所濃度の抽出剤を含むトルエン溶液、水相には 1mM の金属イオンを含む 1M 硝酸アンモニウム水溶液および塩酸溶液をそれぞれ使用した。両相を 3cm³ ずつサンプル管に加え、30°C 恒温槽にて 3 時間振とうした後、水相を分取した。平衡後の水相の pH は pH メーターで、塩酸濃度は電位差滴定装置で測定し、平衡前後の金属イオン濃度は原子吸光度計または ICP 発光分光計を用いて測定した。有機相の金属濃度はマスバランスにより求めた。抽出率 (E%) と分配比 (D) は以下の式によって計算した。

$$E[\%] = C_{\text{org}}/C_{\text{init}} \times 100, \quad D = C_{\text{org}}/C_{\text{eq}}, \quad C_{\text{org}} = C_{\text{init}} - C_{\text{eq}}$$

ここで、 C_{init} は初期の水相金属濃度 [mol dm⁻³]、 C_{eq} は平衡後の水相金属濃度 [mol dm⁻³]、 C_{org} は平衡後の有機相金属濃度 [mol dm⁻³] を示している。

今回使用した抽出剤の構造式を以下の Fig. 1 に示す。

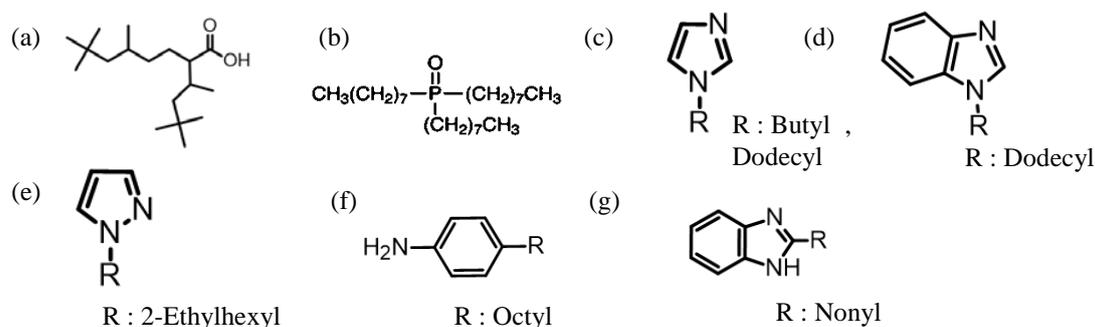


Fig. 1. Chemical structures of (a) isostearic acid, (b) TOPO, (c) alkylimidazole, (d) dodecylbenzimidazole, (e) 1-(2-ethylhexyl)pyrazole (EHP), (f) 4-n-octylaniline, (g) 2-nonylbenzimidazole.

4. 研究成果

(1) Isostearic acid、TOPO または DES による金属イオンの抽出試験

Fig.2(a)に isostearic acid による 1M 硝酸アンモニウム水溶液からの各金属イオンの抽出結果を示す。Sc(III)は pH>3 から抽出され Fe(III)と Al(III)の抽出挙動が重なった。Fig.2(b)には TOPO による抽出結果を示す。Fe(III)は pH>1 から抽出し、Sc(III)と Y(III)は共に pH=1 で 90%以上の抽出率となった。これらの結果から、isostearic acid と TOPO 単体では、Sc(III)のみを分離することは難しいことが明らかとなった。Fig.3(c)に DES(isostearic acid : TOPO = 1 : 1)の希釈系による抽出結果を示す。Isostearic acid に TOPO を添加することにより Sc(III)に対して TOPO の「協同効果」が見られ、低 pH において Sc(III)のみを分離できる可能性が示唆された。さらに、DES(isostearic acid : TOPO = 2 : 1)の無希釈系(Fig.3(d))による結果では、Sc(III)を pH<1 で 80%以上抽出し、Fe(III)および Y(III)から Sc(III)のみを高選択的に抽出できることが明らかとなった。この結果は、

isostearic acid と TOPO が水素結合により DES を形成することで、Fe(III)や Y(III)の抽出を抑制する「拮抗作用」が働いたためと考えられる。

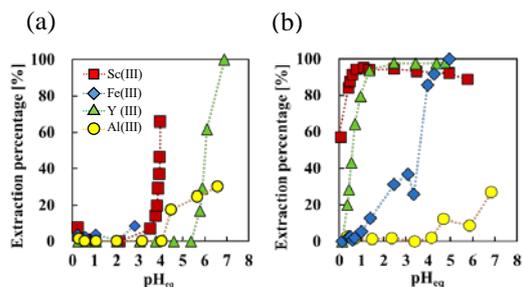


Fig. 2. Effect of equilibrium pH on the extraction percentage of metal ions with (a) isostearic acid, (b) TOPO
Aq: 1 mM metal solution in 1 M NH_4NO_3 .
Org: (a) 0.2 M isostearic acid, (b) 0.2 M TOPO.

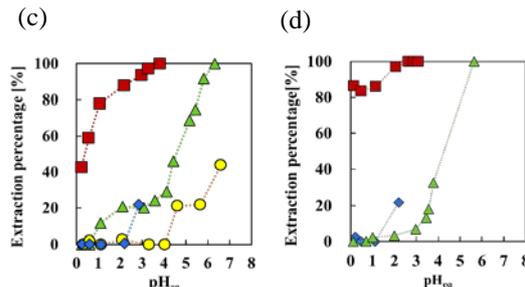


Fig. 3. Effect of equilibrium pH on the extraction percentage of metal ions with isostearic acid + TOPO.
Aq: 1 mM metal solution in 1 M NH_4NO_3 .
Org: (c) 0.2 M NLS + 0.2 M TOPO in toluene, (d) 2.1 M isostearic acid + 1.1 M TOPO.

(2)アミン系抽出剤による貴金属イオンの抽出選択性

3種類の alkylimidazole 誘導体を新たに合成し、塩酸溶液中からの Pd(II)、Pt(IV)および Rh(III)の抽出性能について検討した(Figs.4(a)-(c))。Imidazole のアルキル鎖長が短いほど Rh(III)の選択性は向上し、1-butylimidazole では高塩酸濃度で Rh(III)を高選択的に抽出した。Imidazole、benzimidazole、pyrazole および aniline による Rh(III)の抽出(Figs.4)を比較すると、抽出剤の塩基性が小さいほど Rh(III)の抽出能力が高い傾向にあることを見出した。しかし、最も塩基性の低い pyrazole の場合は Pd(II)の抽出は他の抽出剤とほとんど変化がなかったが、Rh(III)と Pt(IV)の抽出率が低下した。これは、Pd(II)塩化物錯体が平面四配位構造であるのに対して、Pt(IV)と Rh(III)の塩化物錯体が八面体六配位構造をとるため pyrazole の隣接する N 原子と錯形成の際に立体障害があるためであると考えられる。

(3)1-Butylimidazole による金属イオンの抽出挙動におよぼす抽出剤濃度、抽出時間および水相/有機相体積比の影響

Fig.4 の(b)において、1-butylimidazole (BIM)を用いた場合に高塩酸濃度領域で Pd(II)および Pt(IV)から Rh(III)のみを高選択的に抽出分離できることが分かった。さらに Rh(III)の抽出率を向上させるために抽出剤濃度、抽出時間および水相/有機相体積比(A:O)を変化させ抽出実験を行った(Fig.5)。Fig.5 (a)より 1-butylimidazole 濃度を 0.05 mol dm^{-3} から 5 mol dm^{-3} まで変化させると Rh(III)の抽出率は 30-40 %で一定でほとんど変化しなかった。また、Pt(IV)は抽出率 5 %以下であったが、Pd(II)は抽出剤濃度の増加とともに抽出率が向上した。このことから、1-butylimidazole 濃度を上げて Rh(III)の抽出率および選択性は向上しないことが分かった。Fig.5(b)は抽出時間を比較した結果である。1-Butylimidazole による金属イオンの抽出は 3 時間で平衡に達していると考えられる。Fig.5(c)は水相と有機相の体積比 (A:O) を変化させた場合の結果である。A:O を変化させても各金属イオンの抽出率はほとんど変化しなかった。以上の結果から、抽出剤濃度、抽出時間および水相/有機相体積比を変化させても Rh(III)の抽出性能は向上しなかったため、1-butylimidazole の Pd(II)および Pt(IV)を抽出しない特性を活かした混合抽出剤について検討した。

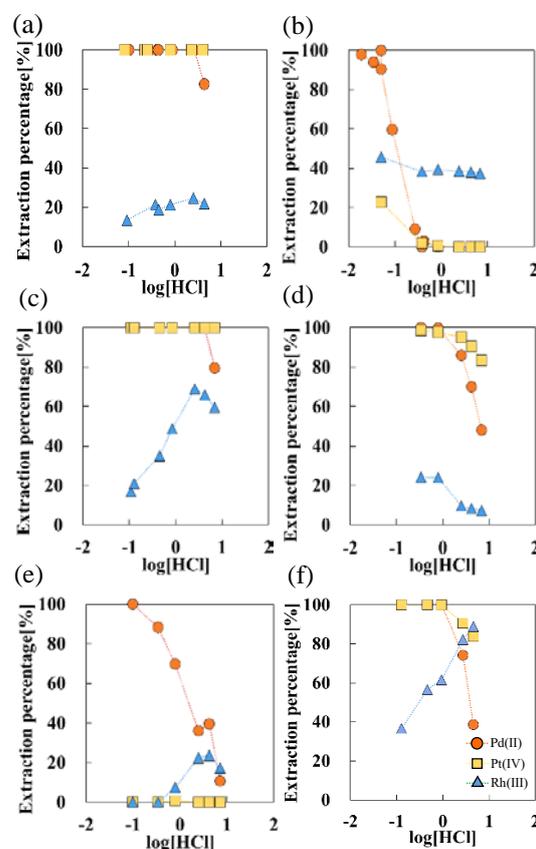


Fig.4. Effect of concentration of HCl on the extraction percentage of Pd(II), Pt(IV) and Rh(III) with (a) 1-dodecylimidazole, (b) 1-butylimidazole, (c) 1-dodecylbenzimidazole, (d) 2-nonylbenzimidazole, (e) 1-(2-ethylhexyl)pyrazole and (f) 4-n-octylaniline. Aqueous phase: $[\text{M}]_{\text{init}} = 1 \text{ mM}$ in 0.1-8 N HCl. Organic phase: 0.1 mol dm^{-3} in toluene.

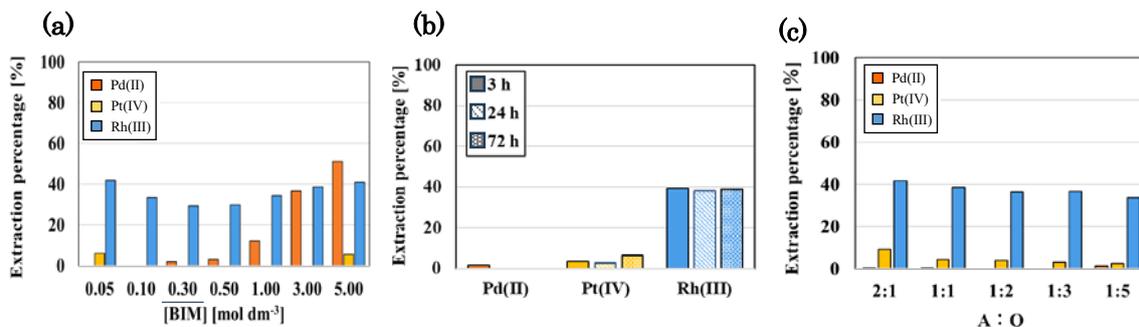


Fig. 5 Effect of (a) 1-butylimidazole (BIM) concentration, (b) extraction time and (c) A:O on the extraction percentage of Pd(II), Pt(IV) and Rh(III). Organic: (a) 0.05-5 M, (b) and (c) 0.1 M 1-butylimidazole in toluene. Aqueous: $[M]_{\text{init}}=1$ mM in 8 N HCl.

(4) 1-Butylimidazole と 4-n-Octylaniline との混合抽出剤による貴金属イオンの選択的分離

1-Butylimidazole (BIM) との混合抽出剤として、Fig.4 (f) において最も Rh(III)の抽出率が高かった 4-n-octylaniline (OAN) を選択し抽出剤として用いた。Fig.6 に OAN 濃度を 0.1 mol dm^{-3} で一定に保ち、BIM を $0.5\text{-}5.0 \text{ mol dm}^{-3}$ まで添加したときの Pd(II)、Pt(IV)および Rh(III)の抽出率の変化を示した。Rh(III)の抽出率は 70-90 %で一定に保ったまま、Pt(IV)の抽出率が 75 %から 10 %以下まで大きく低下した。これは、BIM による Pt(IV)の抽出に対する拮抗作用であると考えられる。BIM は疎水性が低く水相中に一定量溶解しているため、水相中で Pt(IV)と錯体を形成し、OAN との抽出錯体の形成を抑制していると考えられる。一方で、Pd(II)の抽出率は BIM の添加量 1.5 mol dm^{-3} から上昇している。これは、BIM 濃度が増加すると、有機相中に分配される抽出錯体が形成されるためであると考えられる。以上の結果より、OAN と BIM との混合抽出剤を用いることで、特に Pt(IV)と Rh(III)との分離性能が向上することがわかった。さらに、混合抽出剤 (OAN:BIM=0.1: 3) からの逆抽出 (Fig.12) では、 1 mol dm^{-3} NaOH を用いて Pt(IV)および Pd(II)から Rh(III)のみを高選択的に逆抽出できることが明らかとなった。

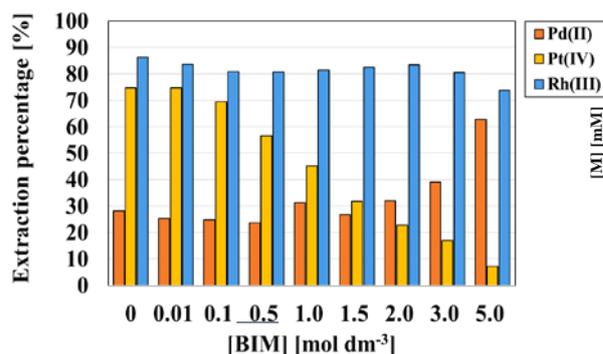


Fig. 6. Effect of concentration of 1-butylimidazole (BIM) on the extraction percentage of Pd(II), Pt(IV) and Rh(III) with 4-n-octylaniline + 1-butylimidazole. Aqueous: $[M]_{\text{init}}=1$ mM in 0.1-8 N HCl. Org: [4-n-octylaniline]= 0.1 mol dm^{-3} , [1-butylimidazole]= $0\text{-}5.0 \text{ mol dm}^{-3}$ in toluene.

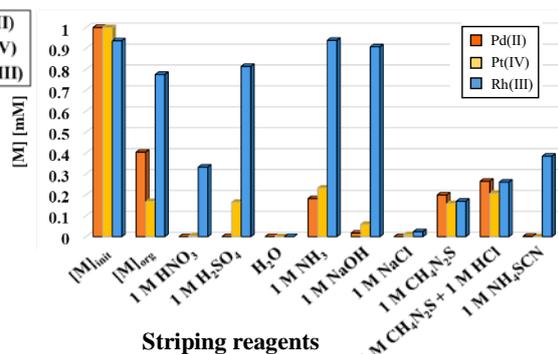


Fig. 7. Chemicals for stripping and concentration of Pt(IV), Pd(II), Rh(III). Aqueous: $[M]_{\text{init}}=1$ mM in 8 N HCl. Organic: [4-n-octylaniline]= 0.1 mol dm^{-3} , [1-butylimidazole]= 3.0 mol dm^{-3} in toluene.

参考文献

1. Y. Baba, A. Fukami, F. Kubota, N. Kamiya, M. Goto, *RSC Adv.* 2014, **4**, 50726-50730.
2. M. Goto, W. Yoshida, F. Kubota, *Bull. Soc. Sea Water Sci. Jpn.* 2016, **70**, 358-363.
3. J. Xia, A. Ghahreman, *Sep. Purif. Technol.* 2023, **311**, 123357(1-13).
4. T. Suzuki, R. Kasuya, H. Narita, *J. Japan Inst. Met. Mater.* 2021, **85**, 305-315.
5. H. Narita, M. Tanaka, *Journal of MMIJ*, 2011, **127**, 175-181.
6. K. Matsumoto, Y. Sezaki, S. Yamakawa, Y. Hata, *M. Jikei. Metals.* 2020, **10**, 324(1-10).
7. Y. Kayanuma, S. Mizuhashi, Y. Shindo, *J. Japan Inst. Met. Mater.* 2017, **81**, 152-156.
8. H. Kurokawa, *Journal of MMIJ* 2018, **134**, 74-80.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 3件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Ushizaki S., Kanemaru S., Sugamoto K., Baba Y.	4. 巻 39(4)
2. 論文標題 Selective extraction equilibria of Sc(III), Y(III), Fe(III) and Al(III) from acidic media with toluene mixture of deep eutectic solvent (DES) composed of TOPO and isostearic acid (最優秀論文賞)	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Analytical Sciences	6. 最初と最後の頁 473-481
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s44211-022-00234-z	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 Matsumoto M., Kanemaru S., Baba Y., Sugamoto K.	4. 巻 39(1)
2. 論文標題 Separation and Recovery of Sc(III) and Y(III) from Aqueous Acidic Media with N-Lauroylsarcosine	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Solvent Extraction Research and Development, Japan	6. 最初と最後の頁 71-79
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.15261/serdj.30.71	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 Matsumoto M., Ito T., Kanemaru S., Baba Y., Sugamoto K.	4. 巻 39(No.5-6)
2. 論文標題 Selective Extraction of Sc(III) over Y(III) and Fe(III) with a Deep Eutectic Solvent Composed of N-Lauroylsarcosine and Tri-n-octylphosphine Oxide	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Solvent Extraction and Ion Exchange	6. 最初と最後の頁 573 - 583
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/07366299.2021.1879458	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 -

〔学会発表〕 計27件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 1件）

1. 発表者名 Sora USHIZAKI, Shintaro KANEMARU, Yoshinari BABA, Kazuhiro SUGAMOTO
2. 発表標題 Highly selective separation of Sc(III) with deep eutectic solvent (DES) and quantitative evaluation of extraction mechanism
3. 学会等名 ICSST23 (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 牛崎そら・金丸慎太郎・菅本和寛・馬場由成
2. 発表標題 アルキルイミダゾール誘導体による塩酸溶液からのPt(IV)、Pd(II)およびRh(III)の抽出選択性
3. 学会等名 化学工学会第54回秋季大会（優秀ポスター賞）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 須本 啓明・ 金丸 慎太郎・ 菅本 和寛・ 馬場 由成
2. 発表標題 深共晶溶媒を利用した有害金属As, Sb, Biの高選択的相互分離
3. 学会等名 化学工学会第54回秋季大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 牛崎 そら, 金丸 慎太郎, 馬場 由成, 菅本 和寛
2. 発表標題 深共晶溶媒を用いたSc()の高選択的な抽出分離機構の定量的評価
3. 学会等名 第33回九州地区若手ケミカルエンジニア討論会（優秀賞）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 須本啓明, 馬場 由成, 金丸 慎太郎, 菅本 和寛
2. 発表標題 深共晶溶媒を利用した溶媒抽出法によるアンチモンの選択的分離
3. 学会等名 第33回九州地区若手ケミカルエンジニア討論会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 古賀 咲也香, 金丸 慎太郎, 馬場 由成, 菅本 和寛
2. 発表標題 Cd()二核錯体の抽出平衡およびその抽出剤-高分子ハイブリッド膜への応用
3. 学会等名 第33回九州地区若手ケミカルエンジニア討論会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 須本啓明, 馬場 由成, 金丸 慎太郎, 菅本 和寛
2. 発表標題 溶媒抽出法による銅電解液からのSb, AsおよびBiの除去
3. 学会等名 第60回化学関連支部合同九州大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 牛崎 そら, 金丸 慎太郎, 馬場 由成, 菅本 和寛
2. 発表標題 アミン系抽出剤を基体とした混合抽出剤によるRh()の特異的抽出分離
3. 学会等名 第60回化学関連支部合同九州大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 古賀 咲也香, 金丸 慎太郎, 馬場 由成, 菅本 和寛
2. 発表標題 Cdの2核錯体の抽出平衡及びその膜透過機構
3. 学会等名 第60回化学関連支部合同九州大会 (優秀ポスター賞)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 牛崎そら, 金丸慎太郎, 菅本和寛, 馬場由成
2. 発表標題 イソステアリン酸とTOPOとの深共晶溶媒によるSc()の選択的分離
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 濱内莉子, 金丸慎太郎, 馬場由成, 菅本和寛
2. 発表標題 アルキルイミダゾール類の合成と貴金属の選択的抽出
3. 学会等名 第41回溶媒抽出討論会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 牛崎そら・金丸慎太郎・菅本和寛・馬場由成
2. 発表標題 有機溶媒を使用しない深共晶溶媒(イソステアリン酸 + TOPO)によるSc(III)、Y(III)およびFe(III)の選択的抽出分離
3. 学会等名 第41回溶媒抽出討論会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 古賀咲也香・金丸慎太郎・馬場由成・菅本和寛
2. 発表標題 硫黄原子を含んだ抽出剤による貴金属の選択的回収および有害金属の選択的除去
3. 学会等名 第41回溶媒抽出討論会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 松本茉李南・金丸慎太郎・馬場由成・菅本和寛
2. 発表標題 アルキルピラゾールカルボン酸の合成とレアメタルの選択的抽出
3. 学会等名 第41回溶媒抽出討論会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 古賀 咲也香・金丸 慎太郎・馬場 由成・菅本 和寛
2. 発表標題 硫黄原子を含んだ試薬による亜鉛製錬溶液からのカドミウムの選択的除去
3. 学会等名 第25回化学工学会学生発表会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Ushizaki Sora, Kanemaru Shintaro, Sugamoto Kazuhiro, Baba Yoshinari
2. 発表標題 Selective extraction and extraction equilibrium of Sc(III) from an acidic medium with Deep Eutectic Solvent (DES) composed of isostearic acid and TOPO
3. 学会等名 化学工学会第87年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Matsumoto Marina, Kanemaru Shintaro, Baba Yoshinari, Sugamoto Kazuhiro
2. 発表標題 Selective separation and extraction equilibria of scandium(III) and yttrium(III) with N-lauroylsarcosine
3. 学会等名 化学工学会第87年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 牛崎 そら, 金丸 慎太郎, 馬場 由成, 菅本 和寛
2. 発表標題 イソステアリン酸とTOPOによる深共晶溶媒の創出とスカンジウム抽出平衡
3. 学会等名 一般社団法人資源・素材学会 2022年度 春季大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 牛崎 そら, 金丸 慎太郎, 馬場 由成, 菅本 和寛
2. 発表標題 新規抽出剤であるN-ラウロイルサルコシンによるイットリウム(III)とスカンジウム(III)の高選択的分離と抽出平衡
3. 学会等名 第24回化学工学会学生発表会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 牛崎 そら, 金丸 慎太郎, 馬場 由成, 菅本 和寛
2. 発表標題 イソステアリン酸とTOPOによる深共晶溶媒の創出とSc(III)の選択的抽出および付加錯体生成平衡の定量的評価
3. 学会等名 第24回化学工学会学生発表会(優秀賞)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 松本 茉李南, 金丸 慎太郎, 馬場 由成, 菅本 和寛
2. 発表標題 TOPOを基体とした深共晶溶媒の創出とSc(III), Y(III), Fe(III)およびAl(III)の選択的分離
3. 学会等名 分離技術会年会2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 牛崎 そら, 金丸 慎太郎, 馬場 由成, 菅本 和寛
2. 発表標題 イソステアリン酸とTOPOによる深共晶溶媒の創出とSc(III)、Fe(III)およびY(III)の抽出分離
3. 学会等名 分離技術会年会2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 濱内 莉子, 金丸 慎太郎, 馬場 由成, 菅本 和寛
2. 発表標題 N-ラウロイルサルコシンおよび8-アミノキノリンによる深共晶溶媒の創出とSc(III),Fe(III)およびY(III)の相互分離
3. 学会等名 分離技術会年会2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 濱内 莉子, 金丸 慎太郎, 馬場 由成, 菅本 和寛
2. 発表標題 N-ラウロイルサルコシンとアミノキノリンを用いた深共晶溶媒の創出とSc(III)およびFe(III)の抽出特性
3. 学会等名 資源・素材2021(札幌) (仙台) 資源・素材学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 金丸 慎太郎, 濱内 莉子, 松本 茉李南, 馬場 由成, 菅本 和寛
2. 発表標題 新規抽出剤を用いた高分子包接膜による金属分離回収に関する基礎研究
3. 学会等名 資源・素材2021(札幌) (仙台) 資源・素材学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 松本 茉季南, 金丸 慎太郎, 馬場 由成, 菅本 和寛
2. 発表標題 N-ラウロイルサルコシンを基体とした深共晶溶媒の創出と Sc, YおよびFeの選択的分離
3. 学会等名 第56回化学関連支部合同九州大会 (北九州) 日本化学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 濱内 莉子, 金丸 慎太郎, 馬場 由成, 菅本 和寛
2. 発表標題 高分子包接膜による煤塵からのCu(II), Pb(II)の分離
3. 学会等名 第56回化学関連支部合同九州大会 (北九州) 日本化学会
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

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	菅本 和寛 (Sugamoto Kazuhiro) (10274771)	宮崎大学・工学部・准教授 (17601)	

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
---------	---------