

Title	レアメタル高度分離プロセスの合成に関する研究
Author(s)	轡, 泉
Citation	大阪大学, 1991, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/37361
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉 大阪大学の博士論文について <a>〉 をご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏名・(本籍)	くつわ 轡	いずみ 泉
学位の種類	工	学 博 士
学位記番号	第	9 6 0 9 号
学位授与の日付	平成 3 年 3 月 14 日	
学位授与の要件	学位規則第 5 条第 2 項該当	
学位論文題目	レアメタル高度分離プロセスの合成に関する研究	
論文審査委員	(主査)	教授 駒沢 勲
	(副査)	教授 伊藤 龍象 教授 樺田 榮一 教授 東稔 節治

論 文 内 容 の 要 旨

本研究は、希薄な濃度でレアメタルを含む産業廃棄物などの二次資源からレアメタルを分離・回収する高度分離プロセスを系統的に合成することを目的とする。すなわち固体資源から対象レアメタルを分離・回収するプロセスについて、統一的な基本パターンを設定し、レアメタルの含有量および特質に応じた改良を加えて、分離プロセスを合成するその手法を研究する。基本パターンの設定および操作条件の選定には、発見的プロセス合成法に基づくヒューリスティックルールを基本ルールとする。また、そのプロセス中で単一の分離操作を組み合わせる場合に適用可能な逐次探索的消去法に基づく計算機援用プロセス合成プログラムもあわせて提案している。

大量の希薄資源を出発物質とするための基本パターンとしては、(i)選択的溶(浸)出、(ii)キレート樹脂による選択的濃縮、および(iii)溶媒抽出法(あるいは沈澱・再溶解法)による分離・濃縮・精製、の3段階からなるパターンが選ばれた。第1段階の溶(浸)出操作で十分な濃度の溶液が得られた場合には、第2段階が省略される。濃縮操作が必要な希薄資源の場合には、濃縮操作がプロセスの中核となり、その上流(i)・下流(iii)はこれによって支配される。

対象レアメタルが濃縮された溶液に対して、溶媒抽出法あるいは沈澱・再溶解法などの単一の分離操作を組み合わせるプロセス合成を行うために、計算機援用プロセス合成を適用する。分離プロセス合成のための各ステップ成立の評価基準として、ある条件下での「化学種の種類およびその存在している相」で定義される成分の「状態」を採用した。その評価をもとに、逐次探索的消去法に基づいてプロセス構造の合成を行い、その後定量的評価を付与する tree-type 計算機アルゴリズムを開発した。

提案した基本パターンおよび計算機援用プロセス合成法に従って、実際に、①重油燃焼ボイラースラ

グからバナジウムとニッケル, ②乾電池からニッケル, カドミウムあるいはマンガン, ③石炭フライアッシュからチタン, ④同じく石炭フライアッシュからホウ素, ガリウム, バナジウム, ベリリウム, ヒ素, ジルコニウム, ⑤廃FCC触媒からセリウム, ネオジム, ⑥製鋼ダストからホウ素, ガリウム, バナジウム, の各回収プロセスを合成した。これらの合成結果の妥当性を, 実験結果との比較から確認した。

①から③については比較的高濃度の浸出液を得ることができ, 得られた浸出液から直接溶媒抽出法によってレアメタルを分離・精製した。溶媒抽出法の抽出試薬の選択およびその順序の決定は, 逐次探索的消去法溶媒抽出金属分離プロセス合成プログラムを用いて行った。④から⑥についてはレアメタルを極めて希薄な濃度で含有する資源からのレアメタル回収プロセスであり, 基本パターンに操作の追加あるいは改良を加える必要のある場合も生じた。計算機援用プロセス合成に実験的プロセス合成を併用することで各種レアメタルの高度分離プロセスが合成できた。

以上のように, レアメタル高度分離プロセスのための3段階からなる基本パターンを設定し, それに基づくプロセス合成に計算機援用プロセス合成と実験的プロセス合成を併用して用いるプロセス合成手法を研究し, 多くの希薄資源からレアメタルを分離・回収した。

論文審査の結果の要旨

地球上の存在量に限りがある天然資源, 特にレアメタル資源の延命のために, また, 環境保全のために, これまで資源とみなされていなかった物質からレアメタルを分離・精製する技術の開発が必要である。

本論文は, 希薄資源, すなわち発生量は膨大であるがレアメタル含有量は希薄である物質から, レアメタルを分離・回収する高度分離プロセスを系統的に合成している。大量の原料(出発物質)を扱うのに適する分離操作として, キレート樹脂による選択的濃縮を中心操作とし, ヒューリスティック・ルールを用いた進化的プロセス合成法によって, プロセスの上流と下流を検討した。上流部として希薄資源の選択的浸出法でレアメタル含有水溶液を得ること, 次にキレート樹脂による選択的濃縮を経て, 溶媒抽出法または沈澱・溶解法により精製するという3段階からなる基本パターンを構成した。

上流・中流部は機能性と分離効率を統一的に評価することは困難で, 実験的プロセス合成が不可避である。下流部は溶媒抽出法または沈澱・溶解法という単一の分離操作の組み合わせであり, 組み合わせ順序の決定および最適化に計算機援用プロセス合成法を行った。すなわち, データベースを用い, 消去法を基本とした tree-type の逐次探索アルゴリズムを開発した。これは, プロセス構造合成部と, 発生した構造に対し操作段数や試薬必要量の知見を与える定量的評価部の2つからなる。

分離対象として, 石炭フライアッシュから, B, Ga, V, Be を, 使用済みFCC触媒から Ce, Nd を, 製鋼ダストから B, Ga, V の分離・回収を選んだ。基本パターンに基づいて, 前処理操作, 操作条件の適性化を実験的に確定し, 分離・回収を成功裡に実施した。また, 放電済み電池から Ni, Cd, Mn の分離・回収, および重油燃焼ボイラースラグからの V, Ni の分離・回収は, キレート樹脂による濃縮操作は省略でき, 選択的浸出法と溶媒抽出法で成功裡に実施した。

以上のように、本論文は大量の夾雑物質中に希薄に存在する有価物の分離・濃縮・回収プロセスの開発を、レアメタルを対象として行ったものである。本研究は化学工学の発展に寄与するところ大であり、工学博士の学位論文として価値あるものと認められる。