

【課題番号】 3-2503

【研究課題名】 革新省エネ分離技術による廃水からの希少資源循環

【研究期間】 2025 年度（令和 7 年度）～2027 年度（令和 9 年度）

【研究代表者（所属機関）】 根岸 雄一（東北大学）

研究の全体概要

近年、リニアエコノミーからサーキュラーエコノミーへの移行が重要な課題となっている。現状では、工業施設から毎年 3～4 億トンの重金属を含む廃棄物が水域に投棄されていることが指摘され、バリューチェーン全体での環境負荷削減と資源循環の徹底が求められている。また、新興国での研究開発の進展に伴い、日本の生産シェアが減少しているのが現状である。内閣府は「マテリアル革新力強化戦略」を策定し、資源循環の強化を目指しているが、実際には希少資源の多くが再利用されず最終処理場へ送られるケースが多い。希少資源を含む廃液体からの回収が進まない理由として、廃液中の希少資源濃度が数百 ppm 以下で、多種類の金属や有機物が混在しているため、経済的に効率の良い回収技術が存在しないことが挙げられる。その結果、廃水中の金属は最終的に廃棄され、未利用のまま放置されている。また、一部が回収されても、その再生過程で大量のエネルギーが消費されるため、持続可能な資源循環の構築が求められている。この提案では、希少資源の回収技術を確立し、持続可能な循環利用サイクルの実現を目指す。

過去には工業廃液から金属を回収する技術が提案されてきたが、イオン交換樹脂やキレート樹脂は十分な吸着量が得られず、普及には至っていない。溶媒抽出法も存在するが、金属含有量が希薄な廃液には適用できない。対象となる廃液は、主に電子産業や貴金属回収業から排出される洗浄工程水であり、経済的に回収可能な技術が確立されてはいない。そこで本提案では、透過と吸着能を併せ持つ多孔質材料である COF (Covalent Organic Framework) 膜と、FO (Forward Osmosis) /DS (Draw Solution) 濃縮技術の組み合わせに取り組む。COF 吸着膜は高い選択性を持ち、従来材料と比較して吸着能が高く、脱着が容易である。また、FO/DS による濃縮プロセスは低エネルギーで廃液の濃縮を可能にする。この新技術の導入により、廃水から金属を再生する持続的な資源循環が実現されると期待される。

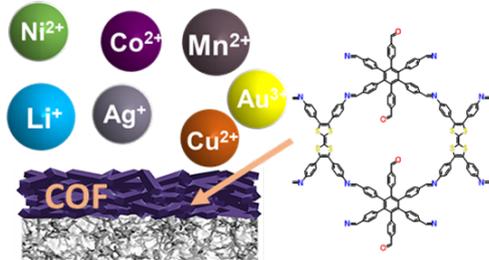
本技術が完成すると、希少資源を回収再生する新たな静脈産業ビジネスが創出できる。2040 年時点では、プロセスの効果により年間約 6,000 億円規模のプラスの経済効果が発生する。希少金属回収・再生による静脈産業がもたらす経済効果は、回収再生設備の製造で約 500 億円/年、回収・再生した希少資源の価値は約 4,500 億円/年と見積もられ、プラスの経済効果は約 1 兆 1 千億円/年に達する。全世界での市場創出効果は約 11 兆円/年と見積もられる。本提案はバリューチェーン全体における資源効率性及び循環性の向上に貢献出来、循環型社会の形成を促進する。またライフサイクル全体での徹底的な資源循環を促し静脈産業の創出にも貢献できる。開発技術は環境中に排出される有害金属量を抑制できるため、地域循環共生型社会の構築に向けて、自然の循環と調和した究極的な経済社会の物質フローに近づけることができ、我が国の進める循環産業の国際展開の推進にもつなげることができる。

研究の全体概要図

テーマ 1: 金属選択COF吸着膜、超耐酸性FO膜の開発の開発

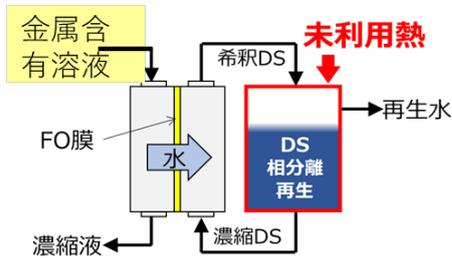
1-1: 金属選択COF吸着膜の開発
東北大学

COF: Covalent Organic Framework, 共有結合性有機構造体



1-2: 超耐酸性FO膜の開発
神戸大学

FO: Forward Osmosis, 正浸透

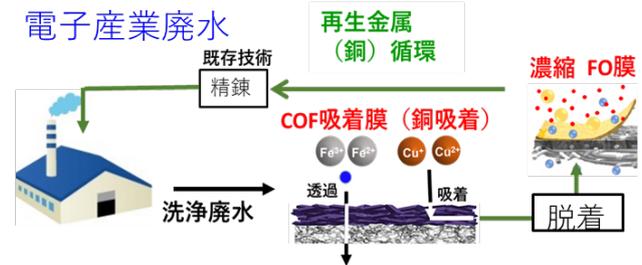


DS: Draw Solution, 高浸透物質

テーマ 2: 金属資源回収プロセスの開発
神戸大学

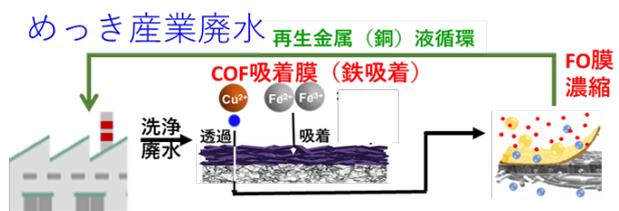
2-1: 廃液を金属固体として再生

電子産業廃水



2-2: 廃液を金属溶液として再生

めっき産業廃水



テーマ 3: プロセス開発、コスト試算
栗田工業

