

【3K123018】湿式分離とイオン液体電析を融合した省エネルギー型レアアース回収技術の開発 (H24～H26；累計予算額 42,132 千円)

松宮 正彦 (横浜国立大学)

## 1. 研究開発目的

近年、希土類資源の安定供給策は国家規模での迅速な対応が求められており、我が国独自の希土類リサイクル技術の開発は極めて重要な喫緊の課題である。また、我が国の持続的発展に向けて、廃希土類磁石のバックエンド対策は必要不可欠な要素である。そこで、本研究ではグリーンケミストリー指向の「イオン液体」を電析媒体に応用した新規の「イオン液体電析法」を核とする希土類回収技術の基盤構築を開発目的としており、「湿式分離」技術と連携させることで、実廃棄物からの希土類金属回収に対応できる技術開発を目標とする。さらに、本技術は「廃棄物抑制」と「使用エネルギー削減」を両立できる観点から環境配慮指向の省エネルギー技術である。

本研究では使用済 HDD 中のボイスコイルモーター(VCM)の構成部である希土類磁石をターゲットとしており、以下の主要な工程により希土類成分(ネオジム、ジスプロシウム)を効率的に回収する。

### (I) 前処理工程

解体・分別～熱減磁～メッキ剥離～酸化焙焼～微粉化工程から構成される。VCM を解体し、熱減磁処理で強磁性部材を消磁させる。熱減磁処理後、メッキ層を完全に剥離する。酸化焙焼及び微粉化工程にて酸化磁粉を作製する。

### (II) 湿式分離工程

酸溶出～脱鉄処理～塩生成工程から構成される。アミド酸に希土類成分を選択浸出させた後、脱鉄工程で磁石の主成分である鉄族金属を沈殿分離法により選択的に分離する。脱鉄処理後、塩生成工程で希土類成分を主体とする希土類アミド塩を大量合成する。

### (III) イオン液体電析工程

希土類アミド塩をイオン液体系電解浴に溶解させ、定電位制御による電解析出法により、ネオジム、ジスプロシウムを段階的に電解回収する。

上記(I)～(III)を主体とする本技術は、「湿式分離工程」と「イオン液体電析工程」を融合した新規の省エネルギー型希土類回収技術であり、その基盤技術確立を目標とする。本基盤技術の確立により従来技術である溶融塩電解法に比べて、イオン液体電析では使用エネルギーを約 10 分の 1 に抑制した上で、希土類金属の効率回収が実現できる。

## 2. 本研究により得られた主な成果

### (1) 科学的意義

本研究は「湿式分離法」と「イオン液体電析法」を融合した希土類回収技術を検討した。基礎的検討から希土類含有イオン液体の還元挙動、拡散挙動、溶媒和構造を明らかにした。前処理工程～湿式分離工程までのスケールアップ試験を連携企業側で 2 回実施しており、希土類純度 96.0wt.%以上の希土類アミド塩約 3.5kg を効率的かつ大量に回収できた。スケールアップ試験時の希土類アミド塩の生成収率は 91.6%を実現できた。

Nd 電析工程では電極面積を 17.2 倍、建浴量を 22.7 倍にスケールアップしたイオン液体電析から平均電流効率：70%以上での連続電解を実現できた。総電気量 2142C に対して、陽極側の平均電流効率 87.4%を維持できた。最終的な陰極析出物 1164.3mg を連続的に電解回収でき、陰極回収率 76.3%を達成した。

### (2) 得られた成果の実用化

本研究開発は連携企業である DOWA エコシステム環境技術研究所とともに研究開発を進めてき

た。前処理工程～湿式分離工程は連携企業側と協力体制で実施し、10kg 以上の実廃棄物 VCM 部材を利用したスケールアップ試験まで完了した。本研究の遂行により、希土類アミド塩を約 3.5kg (Ndとして1kg以上)回収することに成功した。

イオン液体電析工程では、連続的な定電位電解試験から電流効率：70%以上での電解回収を実現できた。さらに、イオン液体電析の建浴費は従来技術と比べて、低コストであることから、連携企業側で研究蓄積のある「湿式分離法」と新規の「イオン液体電析法」を連携させることで、希土類回収技術の早期実用化が期待できる。

### (3) 社会への貢献の見込み

本研究の遂行により、直接的な社会的成果として、廃家電部材を連携企業側で効率的に回収できており、「都市鉱山」の再資源化に大きく貢献してきた。また、本技術は電析技術が簡素化されており、イオン液体は再利用可能であるため、従来技術と比べて廃棄物発生量が極めて少なく、総合的に判断しても、環境政策に十分に寄与できる技術である。

本研究では省エネルギー指向の希土類回収技術を確立することにより、kg スケールの小型電子機器類も処理でき、希土類元素の再資源化を促進するという観点から「小型家電リサイクル法」に合致した行政ニーズ及び環境政策に対して多大な貢献ができる。

### 3. 委員の指摘及び提言概要

イオン液体電析の部分に技術的な成果があったが、申請書および中間評価で指摘された、コスト評価、事業性検討は実施できていないのではないかと。したがって、技術として確立した点は評価できるが、実用化への道のりはまだまだ先であるとの印象である。また、大変挑戦的なテーマで面白い研究であるが、まだ Nd の還元・金属化が明確になったとは言えないのではないかと。今後、さらに検討が進むことを希望する。

### 4. 評点

総合評点： B