

## 原子力技術応用工学科

## キーワード

高勾配磁気分離法、磁気アルキメデス法、資源回収、汚染土壤減容化、廃水処理、マイクロプラスチック海洋からの分離捕集、酸化鉄スケール回収



教授 / 工学博士

西嶋 茂宏

Shigehiro Nishijima

## 学歴

大阪大学 工学部 原子力工学科、大阪大学 大学院 工学研究科 原子力工学専攻 修士課程、大阪大学 大学院 工学研究科 原子力工学専攻 博士課程修了（工学博士）

## 経歴

大阪大学産業科学研究所 助手、助教授/准教授、大阪大学教授、大阪大学名誉教授  
大阪大学産業科学研究所招聘教授、（一社）環境放射能除染学会 学術賞（2018）

## 相談・講演・共同研究に応じられるテーマ

（強磁場を利用した）混合物から特定の材料を高速・高効率に分離する講演と技術相談、（強磁場を利用した）環境浄化に関する技術相談、耐放射線性先進複合材料の開発に関する技術相談

## メールアドレス

nishijima@fukui-ut.ac.jp

## 主な研究と特徴

## 「磁気アルキメデス法によるレアアース（酸化セリウム）のリサイクル技術開発」

レアアース材料のリサイクルを強磁場を利用して可能とした。本研究では、レアアース材料のみならず従来では分離・回収が困難であった砥粒のような材料に対してもリサイクルを可能とする技術である。さらに構造異性体のように微妙な磁化率に差がある材料についても分離回収が可能であることが明らかになった。

常磁性を示す懸濁液に磁場を下方から印可すると、懸濁媒（液体の方）が磁場にけん引され、見かけ上密度が増加したようになる。このため懸濁質は浮力が大きくなり浮上する。この浮上の大きさは印可磁場と懸濁質の磁化率、さらにはそれぞれの密度に依存する。この現象を磁気アルキメデス現象と呼ぶ、この現象を利用すると、複数の粒子が混合しているような状態の場合、常磁性の液体に懸濁させ磁場を印可すると、異なる浮上位置を得ることができる。こうやって複数の混合物を同時に分離回収することができるようになる。また浮上するような物質の場合は、上部から磁場を印可すれば、異なる位置に沈降させることができるようになる。さらに横方向から磁場を印可すると、懸濁粒子を（巨視的な流体の移動なしに）輸送することができるようになる。この現象を利用して、レアアースを回収する装置を開発した（図1）。



図1. 開発した酸化セリウム回収装置

## 「磁気分離法を利用した火力発電所給水系からの酸化鉄除去に関する研究」

火力発電所給水系からの酸化鉄スケールを磁気的に分離する手法を開発した。これは酸化鉄スケールの蓄積がボイラーの熱効率を低下させ、結果として温室効果ガス（二酸化炭素）を多量に放出するようになることを防ぐことが目的である。この手法は、火力発電所のみならず原子力発電所、さらにはボイラーを使用している系統への応用が可能な技術である。分離手法は高勾配磁気分離法であり、磁場内に高勾配磁場を発現させる磁気フィルター（強磁性細線で作られた網）を配置し、そのフィルターから働く磁気力により酸化鉄スケールを吸着させる手法である。本手法は、微小粒子や磁化率の小さな粒子の分離には利用されていたが、高速・大量処理は実現していなかった。本研究により高速・大量処理を可能としたため、発電所の給水系に応用が可能となったものである（図2）。この装置を火力発電所給水系のドレインに設置予定である。一方、給水系の化学洗浄の廃液からのスケールの分離も可能であることが明らかになっている。高速・大量処理を可能としたのは、磁気フィルターを高度設計したことによる。またこの磁気フィルターの高度設計により常磁性スケールの分離も可能であることが明らかになった。

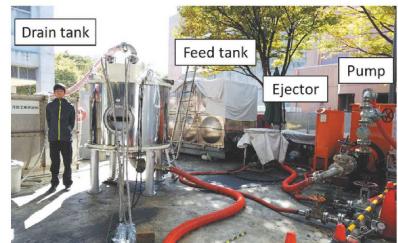


図2. 磁気分離を利用した火力発電給水系からの酸化鉄除去装置

## 今後の展望

磁場を利用した資源材料の回収技術あるいは環境浄化技術、さらには材料濃縮手法を確立したと言える。

資源材料の回収としては、酸化セリウム、蛍光材料、さらには太陽電池工場からの砥粒の回収に成功している。また、環境浄化技術としては福島汚染土壤の減容化、工場排水の浄化（CODの低減）さらに、海洋からのマイクロプラスチックスの分離を手掛けている。材料濃縮技術は構造異性体の分離濃を可能とした。当該研究では社会実装を見据えた形で研究を遂行している。

磁場を使った材料の動態制御は新しい分野であり、材料の磁気的性質を利用し効率的に制御できる分野である。これまで動態制御技術として材料の磁気的性質を利用した技術はあまり見当たらず、まったく新しい分野であるがため、新たな可能性を秘めていると言える。

特に最近、ハルバッハ磁石（永久磁石の組み合わせで強磁場を発生させる磁石）や超電導磁石が簡単に利用できるようになったため、本技術の実用化が見通せるようになった。今後、ますます本技術を利用した応用が拡大していくものと考えられる。

一方、極低温用、あるいは耐放射線性を有する先進複合材料の開発にも成功しており一部実用化し利用させていている。今後、航空宇宙分野、核融合環境分野への応用を見据えている。

## 所属学会

一般社団法人 電気学会会員  
公益社団法人 低温工学・超電導学会会員  
一般社団法人 環境放射能除染学会会員  
日本磁気科学会会員

## 主要論文・著書

S.Nishijima, Removal of iron oxide scale from feed-water in thermal power plant using superconducting magnetic separation, Progress in Superconductivity and Cryogenics, 21 (2019) 22-25.

西嶋茂宏、秋山庸子、三島史人、磁気力制御法による希土類元素含有蛍光体の濃縮回収技術の開発、低温工学55 (2020) 189-194

西嶋茂宏著 放射線の生体影響と物理一原発事故後の周辺住環境問題を考える－大阪大学出版会 (2019年) ISBN978-4-87259-683-0 C3)