



教授 / 博士 (工学)

三島 史人

Fumihito Mishima

学歴

工学院大学 工学部 電気工学科、工学院大学 大学院 工学研究科 電気電子専攻 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

経歴

大阪大学大学院 工学研究環境・エネルギー工学専攻 特任研究員、大阪大学大学院 助教 (専任)
福井工業大学 工学部 原子力技術応用工学科 准教授、福井工業大学教授

相談・講演・共同研究に応じられるテーマ

汚染排水・土壌の浄化に関する基礎から応用(装置作製も含む)の講演と技術相談、磁気力による有価資源の比重分離・磁気分離による回収技術、分離対象物質の分散・凝集に関する評価

メールアドレス

f-mishim@fukui-ut.ac.jp



主な研究と特徴

「磁気力を利用した高温高圧配管中のスケール(クラッド)除去技術の開発」

2011年3月11日に起きた東日本大震災に伴い発生した福島原子力発電所の事故以降は既存の廃炉に加え、設備の老朽化や安全性への問題を抱える原子力プラントについての廃炉作業が進められている。廃炉作業を行う工程において原子炉冷却水を取り出すことが必要となる。冷却系循環水中にはクラッド(Crud)と呼ばれる配管金属材料の腐食によって発生する腐食生成物が放射化されて存在しており、放射能上昇の原因となる。放射性腐食生成物は、炉内や循環系統に蓄積し、原子炉及び周辺機器の保守や点検に支障をきたすだけでなく、燃料棒に付着して熱効率を低下させる。よって、稼働状態の原子炉のみならず廃炉作業の原子炉においてもその除去と回収は重要である。今後、運転開始から40年前後が経過している原子炉が増える中で、廃炉作業に貢献できる新たな技術の創生が望まれている。これらのクラッドは常磁性や強磁性の磁気的性質を示すため、回収に必要な物理的外力として磁気力に着目し、本研究では高温高圧流体中に混入しているクラッドを直接過できる方法として、高勾配磁気分離法の適用を提案しその実用化に向けた除去装置の開発を目指している。

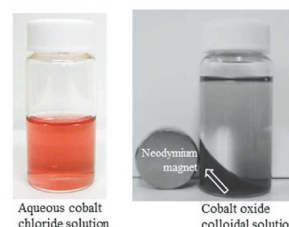
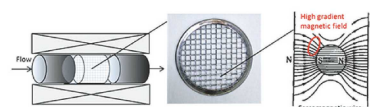


図1. 高勾配磁気分離法概念図～強磁性細線近傍の磁場～(上図)とクラッド模擬サンプルへの磁気力の適用(下図)

「常磁性体を示す(放射線)汚染物質の高度磁気分離に関する研究」

水や土壌の環境浄化や有価物回収などに乾式・湿式条件下で、磁気分離法は利用されている。現在開発されている常磁性物質の磁気分離法においては、7T程の超電導磁石の強力な磁場と高勾配磁場を併用することが必要とされている。しかし、分離対象物となる常磁性物質は高勾配磁場形成用の強磁性細線表面に吸着されるため処理量が少なく、微量な有価物資源の回収などへの適用にとどまっている。本研究で提案する磁気分離法は、2T程の開放勾配磁場と磁気分離装置底部からの上昇流の流体制御を行うことで、常磁性物質の磁気分離を可能としている。具体的には淘汰管を用い、分離対象物に作用する重力とドラッグ力のつり合いを利用し、浮遊状態にある常磁性物質に直接磁気力が作用するように磁気分離法の高度化を図っている。従来の超電導高勾配磁気分離法と比べ、適用する磁場が比較的低磁場のため、磁場発生源のボア径の拡大が可能であり、回収領域も広く設定できるため常磁性物質の高速大量処理も可能である。淘汰管を用い、分離対象粒子を開放勾配磁場により磁気分離することで、社会実装可能な価格帯で実施できる磁気分離装置の開発を目指している。

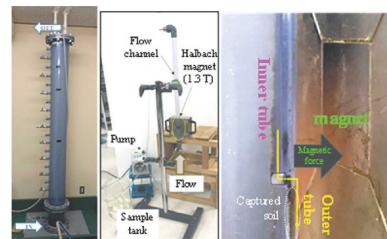


図2. 淘汰管による流体制御を利用した常磁性体粘土鉱物の磁気分離実験。淘汰管(左)、小規模実験装置(中)と分離プロセス(右)

今後の展望

以上に述べたように、磁気力を利用して分離除去する技術は、水や土壌の環境浄化およびリサイクルに関する有価資源の回収法として多くの分野への適用が確立しつつある。しかしながら、高速大量処理での実用化に向けては、技術上は可能であるものの、必要となる磁場発生源のコストや、装置を設置する施設でのユーティリティに合わせた設計上の関係などがあり量産化が難しく、普及する技術へと熟成されていない。回収してまで使用価値のある高価な分離対象物の大半は常磁性体であり、それらを磁気力で分離しようとした場合には、強力な磁場発生源である超電導磁石を適用する、またその分離装置内に高勾配磁場領域を発生するための磁気フィルタ、それを洗浄する装置などが別途必要があり、イニシャルコストが高いことが普及しない要因である。現在、三島研究室では、装置のコストいわゆる磁場発生源の低磁場化を行い、専門知識を必要とせずに、常磁性体を分離できる磁気分離装置、また、分離対象物の分散・凝集制御も取り入れ、生産性のニーズにみあう磁気分離としての開発を進めている。現在まだ利用価値が見出されていない廃棄物からの有用資源のリサイクルの創生を今後の研究展望にする。

所属学会

一般社団法人 電気学会 (2003年～現在まで)
公益社団法人 低温工学・超電導学会 (2005～現在まで)
一般社団法人 日本原子力学会 (2018～現在まで)

主要論文・著書

F. Mishima, N. Nomura, S. Nishijima, "Study on multi-stage magnetic separation device for paramagnetic materials operated in low magnetic fields", Progress in Superconductivity and Cryogenics, 25 (3), pp13-17 (2023)

F. Mishima, N. Nomura, S. Nishijima, "Magnetic separation device for paramagnetic materials operated in a low magnetic field", Progress in Superconductivity and Cryogenics, 24 (3), pp19-23 (2022)

F. Mishima, Y. Akiyama, S. Nishijima, "Fundamental Study on Magnetic Separator Using Oxygen Dissolved Perfluorocarbon", IEEE Trans. Appl. Supercond. 24, NO. 3, Page(s)3700705, (2014).

F. Mishima, S. Hayashi, Y. Akiyama and S. Nishijima "Development of a superconducting high gradient magnetic separator for a highly viscous fluid", IEEE Trans. Appl. Supercond. 22 Page(s)3700204, (2012)