The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	磁気力制御技術の高度利用に関する研究 ： 環境浄化および医療への応用
Author(s)	森, 達也
Citation	大阪大学, 2017, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/61757
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

様式３

論　文　内　容　の　要　旨

氏　名　（　森　　達　　也　）	
論文題名	磁気力制御技術の高度利用に関する研究―環境浄化および医療への応用―

論文内容の要旨

本論文では磁気力制御技術の高度利用により、環境中の有害物質除去、環境低負荷化学プロセスおよび低侵襲治療に関する磁場産業（磁気力制御技術を用いた産業）の拡大のための磁気力制御システムの新概念の提案を行った。

第1章では、本論文で用いる磁気力制御技術の高度利用の概念について述べた。本論文における磁気力制御技術の高度利用とは、次の2つの意味を持つ。1つは磁気力制御技術を用いて既存技術より高度な技術を実現すること(①既存技術への高機能性付与)、もう1つは磁気力制御技術を用いて既存技術では困難であったことを可能にすること(②新奇技術の創生)を意味する。本論文で提案した具体的技術は「磁気撹拌(研磨)」「磁気浮上(沈降)」「磁気集積」技術である。「磁気撹拌(研磨)」技術は有害物質除去やリサイクルに、「磁気浮上(沈降)」技術は環境低負荷化学プロセスに、「磁気集積」技術は低侵襲治療にそれぞれ応用することが可能である。このような本論文の概念と位置づけについて述べ、最後に本論文の構成について述べた。

第2章では、実汚染コンクリートにおけるCsの吸着状態の調査結果に基づき、コンクリート建材の効果的な除染手法として、表面研磨材として加工鉄球を用い、容器外部から印加する磁場の周期的変動によりがれきを撹拌することで、破砕を抑制しながら表面研磨を制御するシステムを提案した。このシステムを用いて、模擬汚染セメント建材の研磨条件を検討し、磁気力制御による研磨量の調整、破砕の抑制が可能であることを見出した。これらの結果より、磁気力制御によって汚染がれきとして排出される汚染コンクリート廃材を効率的に研磨することで廃材を再利用できるようにし、放射性廃棄物を減容化できる可能性が示された。

第3章では、物理的・化学的性質が類似しており分離が困難である構造異性体に関して、磁気アルキメデス法を用いた新たな分離法の提案を行った。まず構造異性体の一例として1,6-DDAと1,10-DDAをペレット錠に成型し、媒質の種類と濃度を検討して、超電導バルク磁石を用いた磁気浮上を行うことにより、その浮上高さにより分離可能であることを確認した。次に実用に近い条件として粉体の構造異性体の分離を試みた。媒質のpHを調製することで、磁気分離を行う上で問題であった粒子同士の凝集を解消し、ハルバッハ磁石を用いた分離の可能性を確認した。本結果を基に、より高精度の分離が可能となるような超電導磁石の設計を行った。

第4章では、強磁性を付与した薬剤の新たな薬剤集積システムとして、回転磁場を用いた体内深部における薬剤集積システムについて検討した。まず、粒子軌跡計算を行うことで、回転磁場上と回転磁場外における強磁性粒子の軌跡についてシミュレーションを行った。その結果、回転磁場の中心軸上では集積し、中心軸上外では下流に流されていくことが示された。この結果をもとに、電磁石を用いた回転磁場による集積実験を行った。4つの電磁石を模擬生体の周囲に設置し、電流制御を行うことで回転磁場を印加する集積実験を行った。その結果、電流制御による回転軸上への局所的な集積が確認され、また電流制御を適切に行うことで、集積部位を調整できることも示された。最後に実利用を目指し、磁石の空間配置、回転磁場の周波数と磁石の安定性、磁場の生体影響を考慮した超電導磁石システムの設計を行った。

第5章「総括」では、上記の内容を総括し、本論文の結論を述べた。

様式 7

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏　名　（　森　達　也　）	
論文審査担当者	（職）　氏　名 主 査　教授　西嶋　茂宏 副 査　教授　村田　勲 副 査　准教授　秋山　庸子

論文審査の結果の要旨

本論文では磁気力制御技術の高度利用により、環境中の有害物質除去、環境低負荷化学プロセスおよび低侵襲治療に関する磁場産業（磁気力制御技術を用いた産業）の拡大のための磁気力制御システムの新概念の提案を行っている。

第 1 章では、本論文で用いる磁気力制御技術の高度利用の概念について述べている。磁気力制御技術の高度利用とは、①既存技術を高性能化する、②既存技術では困難であったことを可能にすることを指し、本論文で提案した具体的技術は「磁気撹拌(+研磨)」「磁気浮上(沈降)」「磁気集積」技術である。「磁気撹拌(+研磨)」技術は有害物質除去やリサイクルに、「磁気浮上(沈降)」技術は環境低負荷化学プロセスに、「磁気集積」技術は低侵襲治療にそれぞれ応用することが可能である。このような本論文の概念と位置づけについて述べ、最後に本論文の構成について述べている。

第 2 章では、実汚染コンクリートにおける Cs の吸着状態の調査結果に基づき、コンクリート建材の効果的な除染手法として、表面研磨材として加工鉄球を用い、容器外部から印加する磁場の周期的変動によりがれきを撹拌することで、破砕を抑制しながら表面研磨を制御するシステムを提案している。このシステムを用いて、模擬汚染セメント建材の研磨条件を検討し、磁気力制御による研磨量の調整、破砕の抑制が可能であることを見出している。これらの結果より、磁気力制御によって汚染がれきとして排出される汚染コンクリート廃材を効率的に研磨することで廃材を再利用できるようにし、放射性廃棄物を減容化できる可能性が示されている。

第 3 章では、物理的・化学的性質が類似しており分離が困難である構造異性体に関して、磁気アルキメデス法を用いた新たな分離法の提案を行っている。まず構造異性体の一例として 1,6-DDA と 1,10-DDA をペレット錠に成型し、媒質の種類と濃度を検討して、超電導バルク磁石を用いた磁気浮上を行うことにより、その浮上高さにより分離可能であることを確認している。次に実用に近い条件として粉体の構造異性体の分離を試みている。媒質の pH を調製することで、磁気分離を行う上で問題であった粒子同士の凝集を解消し、ハルバッハ磁石を用いた分離の可能性を確認している。本結果を基に、より高精度の分離が可能となるような超電導磁石の設計を行っている。

第 4 章では、強磁性を付与した薬剤の新たな薬剤集積システムとして、回転磁場を用いた体内深部における薬剤集積システムについて検討している。まず、粒子軌跡計算を行うことで、回転磁場上と回転磁場外における強磁性粒子の軌跡についてシミュレーションを行っている。その結果、回転磁場の中心軸上では集積し、中心軸上外では下流に流されていくことが示されている。この結果をもとに、電磁石を用いた回転磁場による集積実験を行った。4 つの電磁石を模擬生体の周囲に設置し、電流制御を行うことで回転磁場を印加する集積実験を行っている。その結果、電流制御による回転軸上への局所的な集積が確認され、また電流制御を適切に行うことで、集積部位を調整できることも示されている。最後に実利用を目指し、磁石の空間配置、回転磁場の周波数と磁石の安定性、磁場の生体影響を考慮した超電導磁石システムの設計を行っている。

第 5 章「総括」では、上記の内容を総括し、本論文の結論を述べている。

以上のように、本論文は独自の高度な磁気力制御により、環境および医療分野に適用可能な実用に向けたシステムを設計・提案するものであり、学術的な新規性と幅広い実用展開の可能性を兼ね備えた研究であるといえる。

よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。