

Title	Recycling of Rare Earth Magnet Scraps for Reusing as Electromagnetic Wave Absorber Materials
Author(s)	三浦, 晃嗣
Citation	大阪大学, 2008, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/48708">https://hdl.handle.net/11094/48708</a>
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉</a> 大阪大学の博士論文について <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈/a〉</a> をご参照ください。

***Osaka University Knowledge Archive : OUKA***

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

Osaka University

氏 名	三 浦 晃 嗣
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 2 1 9 9 5 号
学 位 授 与 年 月 日	平成 20 年 3 月 25 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第 4 条第 1 項該当 工学研究科応用化学専攻
学 位 論 文 名	Recycling of Rare Earth Magnet Scraps for Reusing as Electromagnetic Wave Absorber Materials (電波吸収材料への再生を目指した希土類磁石廃材のリサイクル)
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 宇 山 浩  (副査) 教 授 桑 畑 進    教 授 大 島 巧    教 授 林 高 史 教 授 今 中 信 人    教 授 平 尾 俊 一    教 授 安 藤 陽 一 教 授 田 川 精 一

### 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、希土類焼結磁石粉末廃材に含まれる希土類元素の回収と、磁石の主成分であるにも関わらず廃棄されてきた鉄成分の磁性材料（電波吸収材料）への再生に関する研究成果をまとめたものであり、緒言、第一章～第三章および総括より構成されている。

緒言では、本研究の背景と目的について述べた。

第一章では、粉末廃材と、産業廃棄物として処理されているケイ素またはチタンを併せて熔融する合金再生法を適用することで約 60%の希土類成分がスラグとして回収可能であることを明らかにするとともに、鉄成分を鉄-ケイ素または鉄-チタン系合金粉末が良好な電波吸収特性を有する磁性材料として再生可能であることを見出した。

第二章では、カルボニル化を用いた鉄成分の抽出と、得られた鉄カルボニル錯体からの微粒子の作製について検討を加えた。まず、磁石粉末廃材を水素化分解後カルボニル化を行ったところ、鉄成分の9割を付加価値のあるカルボニル錯体として回収可能であることがわかった。また、炭素質溶媒中に試料を補足することにより、一酸化炭素の再生と炭化鉄/カーボンナノワイヤーの生成が同時に進行し、鉄成分の連続抽出プロセスの可能性も示唆された。一方、界面活性剤をテンプレートとすることで、鉄カルボニルから  $\text{Fe}_7\text{C}_3$  ナノロッドの作製に成功し、これに表面修飾を施すことで形状を維持したまま鉄への還元ができ、高い飽和磁化を有する磁性鉄ナノロッドが得られた。

第三章では、塩化アンモニウムを塩素化剤として比較的酸化劣化の度合いが低い磁石粉末廃材に適用し、温和な条件下で希土類成分を選択的に塩素化することで分別抽出できることを明らかにした。さらに、鉄を主成分とする多孔質微粒子となる固体残渣物は電波吸収材料としても有用であることから、比較的高品位の磁石粉末廃材に対し有効なリサイクル法であることを明らかにした。

総括では、本研究によって得られた成果を要約し、本論文の結論とした。

## 論文審査の結果の要旨

本論文は、希土類焼結磁石粉末廃材に含まれる希土類元素の回収と、鉄成分の磁性材料への再生に関する研究成果をまとめたものであり、主な結果を要約すると以下のとおりである。

第一章では、希土類焼結磁石の粉末廃材に、産業廃棄物として処理されているケイ素またはチタンを併せて熔融する合金再生法を適応することで、約 60%の希土類成分がスラグとして回収可能であることを明らかにするとともに、鉄-ケイ素合、鉄-チタン合金粉末が良好な電波吸収特性を有する磁性材料として再生可能であることを見出している。希土類成分の分離回収だけでなく、従来の合金再生法では材料化が困難であった鉄成分について有効に再利用することを実証している。

次に、第二章では、カルボニル化を用いた鉄成分の抽出と、得られた鉄カルボニル錯体からの微粒子作製について検討している。磁石粉末廃材に対し、水素化分解後の試料についてカルボニル化を行い、鉄成分の9割を付加価値のあるカルボニル錯体として回収に成功している。また、炭素質媒体との同時反応により、一酸化炭素の再生および炭化鉄/カーボンナノワイヤーの生成が可能であることを見出している。この結果は、鉄成分の連続的なカルボニル化抽出・分解で一酸化炭素を再利用するプロセスの可能性を示唆している。一方、鉄カルボニルから、界面活性剤をテンプレートとすることで、 $\text{Fe}_7\text{C}_3$  ナノロッドを作製することに成功している。これに表面修飾を施すことで、水素還元後もその形状が維持され、高い飽和磁化を有する磁性ナノロッドの作製が可能であることを実証している。

最後に第三章では、塩化アンモニウムを塩素化剤として比較的酸化劣化の度合いが低い磁石粉末廃材に適用し、温和な条件下で希土類成分を選択的に塩素化することで分別抽出できることを明らかにしている。さらに、鉄を主成分とする多孔質微粒子となる固体残渣物は電波吸収材料としても有用であることを見出し、比較的高品位の磁石粉末廃材に対し有効なリサイクル法であることを明らかにしている。

以上のように、本論文は希土類焼結磁石粉末廃材から希少な希土類成分を分離回収するだけでなく、従来産業廃棄物として処理されてきた鉄成分を化学的手法により磁性材料（電波吸収材料）に再生する方法を研究し、循環型社会における資源再生の基礎・応用の両面から重要な知見を与えている。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。