

【3K143005】溶融塩電解法を用いたネオジム磁石からの希土類元素の選択的分離回収（H26～H28
累計予算額 34,323 千円）
研究代表者 神本 祐樹（名古屋大学）

1. 研究開発目的

既存のネオジム磁石からの希土類のリサイクルプロセスは、図2に示す様な多段プロセスで多くの薬品や熱エネルギー消費した後に希土類酸化物として元素ごとに回収される。回収された希土類酸化物は、フッ化物溶融塩を用いた電解プロセスによって金属に還元される。その後、ネオジム磁石用の磁石用合金などに使用される。その図2の技術を代替するために多くの研究が、近年、実施されてきた。その多くは、希土類酸化物として回収するまでのプロセスを代替するものあり、金属として回収する研究はわずかであった。研究代表者は、銅精錬等で使用されている電位差を用いた電解精錬を用いることでネオジム磁石から希土類を選択的に侵出可能なことを見いだした。希土類が侵出されたネオジム磁石は、Fe-ホウ素（B）合金として回収できた。

本研究では、簡易な装置と操作により低温条件（450℃）下でネオジム磁石から希土類の選択的分離回収を検討している。本研究では電解精錬の電解浴として塩化物溶融塩を用いて、ネオジム磁石からの希土類の侵出と回収に関する研究を実施している。また、希土類は合金状態で回収されるが、簡易な方法を用いて回収された希土類合金中の重希土類の高純度化を試みている。個別の研究課題として、塩化物溶融塩を用いる際の課題であるオキシハイト塩の生成や溶出した微量な鉄（Fe）の除去に関した検討を行っている。ネオジム磁石は製法や組成により電気化学的特性が異なるため、組成などの影響についても検討を加える。Dy と Nd の分離技術として、溶融塩中の希土類イオンを液体金属電極内で還元し、比重差による Dy と Nd の分離の検討を実施している。

2. 本研究により得られた主な成果

(1) 科学的意義

ネオジム磁石から希土類を選択的に侵出し、金属として回収する条件を明らかにした。また、回収のための電位条件を詳細に検討したことで、ネオジム磁石の重希土が高濃度に存在する粒界（希土類相）を選択的に溶解する条件を明らかにした。ネオジム磁石の粒界相を選択的に侵出させたことで、主相である希土類合金からの電気化学的な希土類侵出条件を見いだした。これらによって、ネオジム磁石からの希土類元素の侵出メカニズムを解明した。

(2) 環境政策への貢献（研究代表者による記述）

<行政が既に活用した成果>

特に記載すべき事項はない。

<行政が活用することが見込まれる成果>

これまでネオジム磁石のリサイクルに関する研究は多く行われてきた。しかしながら、希土類元素は元来、貴金属等に比べて価格が安価であり、銅やニッケルなどの金属と比較して使用量が少ない。さらに、希土類元素の有する酸素親和性などの特性から精錬にも特別な設備を必要とし、環境負荷ならびにコストが高かった。これらの課題から、希土類元素のリサイクルはその必要性が認められながらも進行しなかった。本研究では、ネオジム磁石中の希土類元素の回収をこれまでの既存のプロセスからエネルギーならびに設備を大幅に削減可能なプロセスを提案し、実用化に必要な種々の課題について検討した。その中で、電位の操作によってネオジム磁石中の希土類元素を選択的に侵出可能なことを証明し、特に回収が求められている重希土類を選択的に回収可能な条件を明らかにした。コストと供給の面からジスプロシウムなどの重希土類元素の選択回収が産業界からは望まれている。本研究はその要望を満たすものであり、企業からの要望がある際に技術移転は可能である。本研究で得られ

た成果を企業への技術移転を行政が支援することで、希土類元素のリサイクルチェーンの構築が可能となる。

3. 委員の指摘及び提言概要

熔融塩電解に関する基礎的な知見を得ており、また組成の異なる磁石を対象として、電位を選ぶことで希土類元素の選択的侵出が可能であることを示した。しかし、熔融塩電解精製で希土類元素単独では回収できておらず、当初計画した Nd、Dy の比重差分離に関しては問題点が解決できたとは言えない。大変意欲的なプロセス開発に臨んだ点は、評価できるが、これを工業的に利用するにはまだ多くの改善が必要である。

4. 評点

総合評点：B