

【3K123026】ネオジム磁石廃材からの非加熱式全元素回収プロセスの開発 (H24~H26 ; 累計  
予算額 59,063 千円)

笹井 亮 (島根大学)

## 1. 研究開発目的

強力な磁力を利用して白物家電・HDD・DVD・小型スピーカ・時計・携帯電話・情報家電・自動車 (ハイブリッド・電気自動車を含む) など、様々な先端製品中に用いられているモーター中のネオジム磁石に必要な不可欠な資源である希土類の供給リスク低減のためには、廃棄製品に含まれる希土類の回収が重要であるにもかかわらず、現在有効な工業プロセスは無く、そのリサイクル率はほぼ 0% である。そこで本提案で研究代表者は、ネオジム磁石廃材から希土類元素 (Nd および Dy) を高収率かつ高純度で分離回収できる低環境負荷型処理技術の実現を目指し、ネオジム磁石廃材に対して湿式メカノケミカル資源回収処理技術の適用を試みる。得られた結果から、ネオジム磁石廃材から工業的に利用可能な化学形態 (シュウ酸塩) で希土類元素を、高回収率かつ高純度で回収するための最適条件 (酸の種類、酸・シュウ酸の最適濃度、被処理粉末の粒径、ミリング方法、磁石の組成が与える影響) を確定する。さらにこの資源回収処理技術を実用技術として経済性を確保した状態で実現するために、大容量転動型ボールミル装置 (容量: 15 dm<sup>3</sup>) を用いた実機設計用データ取得を進める。このスケールアップ時の影響解明の実験に加えて、連続処理を、硫酸による溶解とシュウ酸による析出を別々の工程として行うことで可能となるとのコンセプトで実験を実施する。ここまでの希土類元素回収の実用化に向けた研究・開発に加えて、希土類元素回収時に発生する酸性廃液を水質汚濁防止法に準拠した基準で適正処理に関する実験をも進めた。さらに研究期間内に、将来的に本技術を採用し実機化してくれる可能性のある企業との情報共有・技術共有に向けた活動も進める。

## 2. 本研究により得られた主な成果

### (1) 科学的意義

本研究の遂行により、ボールミルにより粒子に与えられる力学的エネルギーが反応溶媒との化学反応を促進させるエネルギーとして利用可能であることを明らかに出来た。これはものづくりのみではなく、ミリング処理が反応溶媒の最適な選択により資源回収技術としても成立することを示す新しい知見であり、産業的な価値もさることながら、その表面化学反応に対する力学的エネルギーの効果を明確にした点において、その科学的意義は大きい。

### (2) 得られた成果の実用化

本研究では、硫酸-シュウ酸混合水溶液を反応溶媒として用いて湿式メカノケミカル法で、加熱脱磁後に 1 mm 以下に粗粉碎したネオジム磁石廃材を処理することにより、含有希土類元素のほぼ全てを高純度 (99 mass%以上) のシュウ酸塩として低消費電力 (約 0.2 kWh) かつ短時間 (3 時間以下) で回収できることを明らかとした。回収に伴い発生する酸性廃液についても、もっとも除去が困難なホウ素除去に研究代表者らが以前提案した水熱鉍化排水処理法による連続処理を適用するために pH=10 程度にすることで、Fe なども効果的に除去できることが示唆できた。現在、大容量 (15 dm<sup>3</sup>) の転動型ボールミル装置を用いて実証機設計のためのデータ取得 (スケール因子など) を進めることで実用を目指している。また、実際の操業では連続処理が求められるが、これを実現するために硫酸を用いた湿式メカノケミカル処理とシュウ酸による希土類の析出を別工程としたシステムの構築を考案し、すでに硫酸による溶解反応に対しても湿式メカノケミカル法の有効性を示した。さらにいくつかの企業と近い将来の実用化を目指している。

### (3) 社会への貢献の見込み

本研究を遂行した結果得られた知見に基づき、冶金的手法や化学的手法と並び立つことが可能な“湿式メカノケミカル的手法”によるネオジム磁石からの希土類元素の回収技術を提案と、その実用化の可能性を示すことが出来た。この結果は、技術選択における選択肢の広さを提供するものであり、資源回収・循環型社会の形成を促進することにつながる。さらにこの技術はネオジム磁石廃材に特化したものではないことから、資源循環型社会形成をさらに加速するものである。

### 3. 委員の指摘及び提言概要

基礎的知見はかなり深まり、実用化に近くなっている。本研究におけるメカノケミカルの手法のアイデアは面白いが、実用的な応用が見えないのではないか。また、メカノケミカルの手法がエネルギー的に他の手法より効果的であるかどうかを定量的に示すことも重要である。実用化への展望をもっと具体的に示すべきである。

### 4. 評点

総合評点： B