

都市鉱山を活用した レアースリサイクル活動

Rare-earth Magnets Recycling

馬場 研二
Baba Kenji

弘重 雄三
Hiroshige Yuzo

根本 武
Nemoto Takeshi

有限の地下資源が次第に枯渇していく中で、資源の循環的な利用は避けて通れない課題である。特に、従来の磁石と比較して格段に強い磁力を持つレアース磁石については、原料であるネオジムやジスプロシウム産出国に偏りがあり、安定確保のためのリスク低減策が求められている。

日立グループは、使用済み製品からレアース磁石を回収し、経済的なレアースを分離する技術を開発した。現在、CSRの観点も重視しながら、リサイクルシステムの本格稼働をめざして取り組みを進めている。

1. はじめに

産業革命以降の人類の発展は、地下の化石燃料資源（石油、ガスなど）や鉱物資源（鉄、銅、アルミニウム、レアメタルなど）に支えられてきた。しかし、人口が増大する中で、新興国をはじめとする地域で豊かな生活を実現していくには、より多くの資源が必要となっている。地下から採掘した化石燃料は、燃やせばCO₂となって大気に放出されるが、鉱物資源は地下から採掘されて地上に移行するものの絶対量が減るわけではない。特に、人口が集中している都市では、レアメタルや貴金属（金、銀、プラチナ）が電機電子製品などの中に眠っている。これを都市鉱山と言う。低炭素型の製品としては身近には省エネルギー型エアコンがあり、情報化時代を支えるコンピュータには記憶装置としてのハードディスクが使われている。

日立グループは、「持続可能な社会」を環境経営のめざすべき姿とする環境ビジョンを掲げ、「地球温暖化の防止」、「資源の循環的な利用」、「生態系の保全」に向けた活動を展開している。このうちの資源の循環的な利用の一環として、レアース磁石のリサイクルに取り組んでいる。なお、この稿ではネオジムとジスプロシウムを使用するレアース磁石を取り上げる。

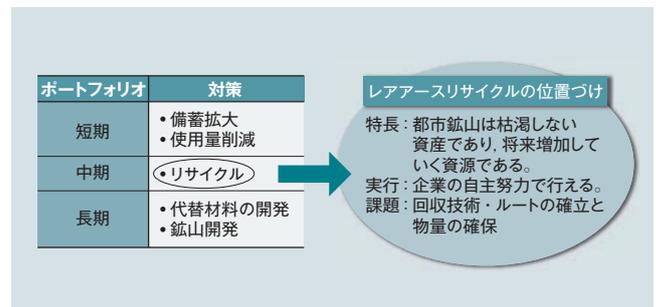


図1 | レアースの安定確保の対策

レアースの安定確保の対策として短期・中期・長期の取り組みがある。リサイクルは地下資源に依存せず、都市鉱山から回収することができる持続可能な方法である。

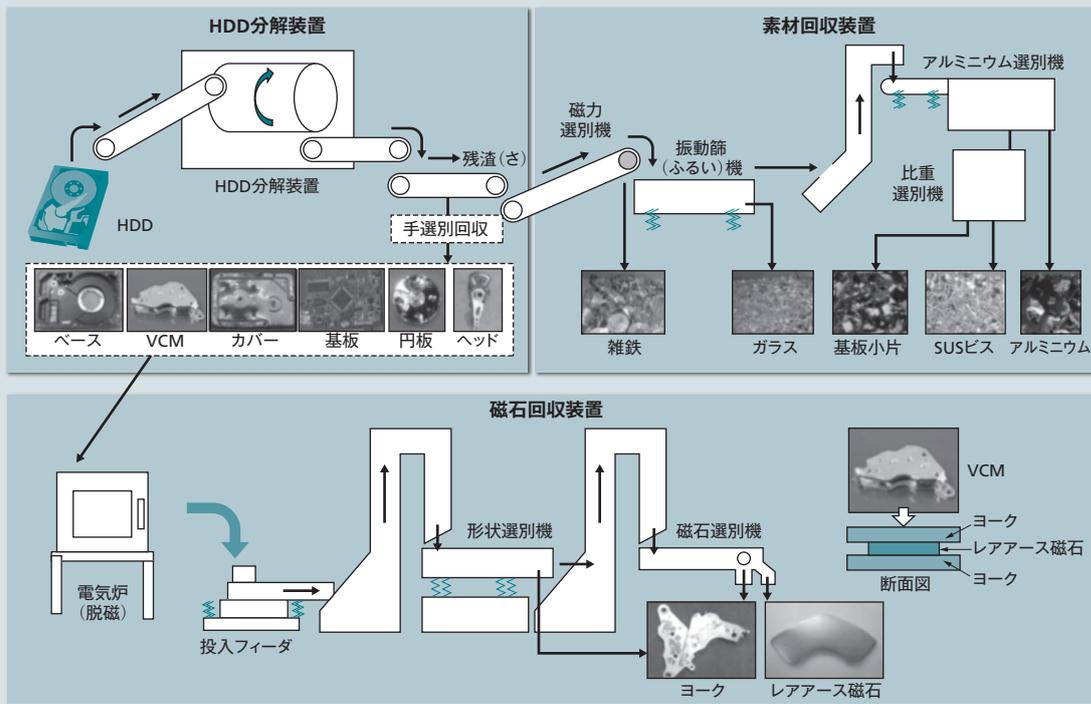
レアース磁石は、HDD (Hard Disk Drive)、高効率エアコン、ハイブリッド自動車、風力発電装置など省エネルギー・情報機器のキー材料であり、地球温暖化の防止にも貢献する。しかし、レアース原料は海外に依存しているため、安定的かつ持続的な製品製造のためにはレアースの自主確保が必要になっている。

レアースを安定確保するための短期・中期・長期にわたる対策を図1に示す。短期的な対策には備蓄拡大と使用量削減、中期的にはリサイクル、長期的には代替材料の開発と鉱山開発がある。リサイクルは使用済み製品からレアース磁石を回収して再利用するもので、地下資源に依存せず、企業が自主努力で行える対策である。単に資源の循環というだけでなく、持続可能な社会をめざして企業が推進すべき課題と言える。

ここでは、都市鉱山を活用したレアースリサイクル活動について述べる。

2. レアースリサイクル技術

レアース含有製品として、HDDとエアコンのコンプレッサに着目してレアース磁石回収装置を開発した。



注：略語説明 HDD (Hard Disk Drive), VCM (Voice Coil Motor), SUS (Steel Use Stainless)

図2 | HDDのレアアース磁石分離回収プロセス

HDDからレアアース磁石を回収するとともに、残渣(さ)を素材ごとに分離して貴金属片などを自動回収するプロセスを開発し、実用化した。

2.1 HDDのレアアース磁石回収装置

HDDには、VCM (Voice Coil Motor) と呼ばれるレアアース磁石を用いたモータが使われている。レアアース磁石を分離回収するプロセスを図2に示す。HDDからVCMを分離して脱磁するHDD分解装置¹⁾はすでに開発済みであるが、新たに、脱磁後のVCMから磁石そのものを自動的に分離回収する磁石回収装置と、HDD分解装置で発生する分解残渣(さ)を素材ごとに効率よく回収する素材回収装置を開発した。HDD分解装置で分離したVCMを電気炉で脱磁すると磁場はなくなるが、VCMを構成する外側のヨークとレアアース磁石は炭化した接着剤で固着したままである。そこで、磁石回収装置は、ヨークとレアアース磁石を分離し、形状識別機でそれぞれを識別・分離して回収する。

HDD分解装置から発生した残渣には鉄、ガラス、基板小片、SUS (Steel Use Stainless)、アルミニウムが含まれている。素材回収装置は、これらの残渣を磁力選別機、振動篩(ふるい)機、比重選別機などを組み合わせて素材ごとに分離する。特に、基板小片は貴金属を含むものであり、このプロセスは一種の貴金属回収の役割を果たしている。

2.2 エアコンのレアアース磁石回収装置

省エネルギー型エアコンのコンプレッサにはレアアース磁石が使われている。レアアース磁石を回収するプロセス

は、ケーシング切断装置(機械式)、ロータ取り出し装置(引き抜き式)、脱磁装置(常温式:共振減衰脱磁法)、磁石抜き取り装置(打撃落下式)で構成され、基礎技術はすでに開発済みである¹⁾(図3参照)。しかし、コンプレッサは基本構成が同じであってもメーカーによって形状・構造に微妙な差があり、これに対応しなければならない。そこで、例えば断面が楕円状のコンプレッサにも対応して操作性と処理スピードを向上できるように改善を重ね、実用性を高めた。

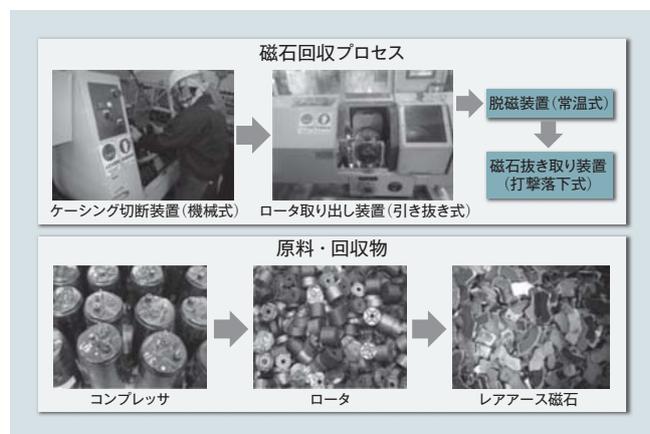


図3 | エアコンのレアアース磁石回収プロセス

エアコンの省エネルギー型コンプレッサにはレアアース磁石が組み込まれている。強力な磁場を減じ、機械的に効率よく分離回収する装置を開発し、実用規模で量産試験中である。

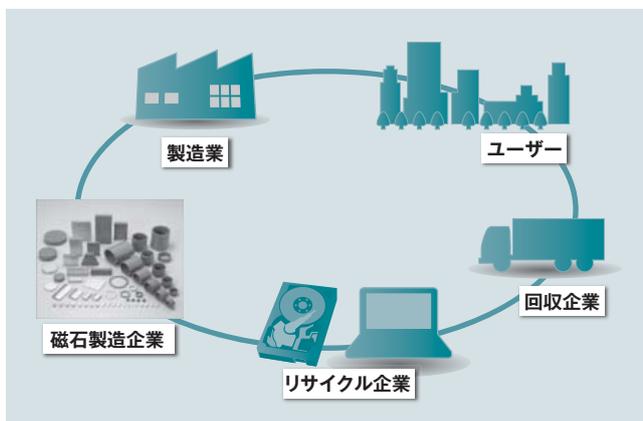


図4 | 資源循環の輪 (HDDのレアアース磁石の例)

HDDからレアアースだけでなく貴金属残渣も回収して循環するネットワークが構築できれば、都市鉱山からの安定供給の道が開ける。

2.3 実用化に向けた取り組み

HDDおよびエアコンのコンプレッサの磁石回収装置は、家電製品／PC (Personal Computer)などを回収してリサイクルする資源循環型の製品リサイクル事業者として設立された日立グループの東京エコリサイクル株式会社(東京都江東区)で2012年度から実用化し、磁石をトン単位で量産する試験を順調に継続させている。処理能力に見合う十分な量を市場から段階的に回収し、稼働率を高めていく計画である。

開発した装置はレアアース磁石の回収を主目的としているが、素材ごとに分離することによって高値で売却できるように工夫し、レアアース磁石の価格が多少変動しても磁石以外の素材の売り上げで補完することをめざしている。

3. 今後の展開

レアアース利用製品を製造する企業の課題は、原料の安定確保と価格(経済性)である。リサイクル材を製造業に循環する場合、経済性を高めるためには物量確保による稼働率の向上が有効であるが、レアアースだけでなく分解物素材の売却値も変動し、それらの影響を受ける。

また、コンピュータを組み込んだ機器やPCを利用する企業では、データ消去などのセキュリティ確保、産業廃棄物として処分する場合は委託先のコンプライアンス管理、レアアースの資源循環など、経済性以外の面への関心も高まっている。これらに対応し、環境経営方針として循環型社会、低炭素社会を掲げ、CSR (Corporate Social Responsibility)の観点も重視する企業と、回収や仕組みづくりな

どについて連携していきたいと考えている。そのような連携による資源循環の輪を図4に示す。

4. おわりに

ここでは、都市鉱山を活用したレアアースリサイクル活動について述べた。

レアアースに象徴される資源問題を解決していくためには、ここで紹介した技術開発だけでなく、使用済み製品の安定回収と経済性確保が重要である。そのためには一企業だけの活動では限界があるため、関係各位と協力し、複数の産業群の連携を図ることで循環型社会に貢献できる。

この技術開発は、経済産業省「平成21年度新資源循環推進事業費補助金(都市資源循環推進事業—高性能磁石モータ等からのレアアースリサイクル技術開発)」、ならびに、2011年度の独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)「希少金属代替材料開発プロジェクト(希少金属代替・削減技術実用化開発助成事業)、レアアース磁石利用製品からの磁石分離およびレアアース回収技術の開発」の助成事業によって推進したものであり、ここに深く感謝の意を表する次第である。

参考文献

- 1) 根本, 外: 産業の持続的発展を支える資源リサイクルへの取り組み, 日立評論, 93, 5-6, 430-435 (2011.6)

執筆者紹介



馬場 研二

1978年日立製作所入社, 社会イノベーション・プロジェクト本部ソリューション推進本部 新事業開発本部 資源循環推進室 所属
現在, 資源循環の企画・事業化に従事
工学博士
環境システム計測制御学会会員



弘重 雄三

1992年日立製作所入社, 社会イノベーション・プロジェクト本部ソリューション推進本部 新事業開発本部 企画・開発センタ 所属
現在, 日立グループの新事業企画に従事



根本 武

1992年株式会社日立システムテクノロジー入社, 日立製作所 社会イノベーション・プロジェクト本部ソリューション推進本部 新事業開発本部 資源循環推進室 所属
現在, 資源循環の企画・開発・事業化に従事