



リウムなどの有害な放射性元素を伴うことがあり、この放射性廃棄物の管理コストが大きな課題となっております。

レアアースは図表2のとおり、大きく軽レアアース・重レアアースに分類されます。一般には、ランタンからユウロピウムを軽レアアース、ガドリニウムからルテチウムを重レアアースと呼び、文献や分野によってはイットリウムやスカンジウムを重レアアースに含めることもあります。軽レアアースはランタン、セリウム、ネオジムが代表格で、地殻中の存在量は比較的多く供給量も大きいレアアース元素です。一方、重レアアースは、軽レアアースより希少で、分離や精製がより難しい元素群であり、テルビウムやジスプロ

シウムが代表格で、産出量が少なく高価となりやすいのが特徴です。

## 2. レアアースの特性・能力

レアアースが現代文明を支える隠れた立役者である理由は、その特異な物理・化学的性質にあります。ほかの元素で代替することが難しいとされる、レアアースならではの能力を大きく3つあげるとすれば、それは「強力な磁力」「鮮やかな発光・蛍光」「エネルギーの制御」です。それぞれ具体的にみてみましょう。

図表2 レアアース元素名とその主な用途

区分	原子番号	元素名	主な用途
軽レアアース	57	ランタン (La)	ニッケル水素電池 (ハイブリッド車など)、光学ガラス、触媒
	58	セリウム (Ce)	ガラス研磨剤 (HDD・液晶パネル製造)、自動車排ガス浄化触媒
	59	プラセオジウム (Pr)	磁石材料 (ネオジム磁石への添加)、ガラス着色
	60	ネオジム (Nd)	ネオジム磁石 (EVモーター、風力発電)、レーザー発振器
	61	プロメチウム (Pm)	(※商業利用はきわめて限定的)
	62	サマリウム (Sm)	サマリウムコバルト磁石 (高温環境用)、原子炉制御棒
	63	ユウロピウム (Eu)	赤色・青色蛍光体 (LED照明など)、紙幣偽造防止インク
重レアアース	64	ガドリニウム (Gd)	MRI造影剤、中性子吸収材、磁気冷凍技術の材料
	65	テルビウム (Tb)	緑色蛍光体、磁石の高温保持力向上
	66	ジスプロシウム (Dy)	ネオジム磁石の耐熱性向上
	67	ホルミウム (Ho)	レーザー材料、磁性合金材料
	68	エルビウム (Er)	光ファイバー増幅器、レーザー材料
	69	ツリウム (Tm)	携帯用X線撮影装置
	70	イッテルビウム (Yb)	ファイバーレーザー、ステンレス鋼の添加剤
	71	ルテチウム (Lu)	PET診断用シンチレータ、LED蛍光体、触媒
	39	イットリウム (Y)	赤色蛍光体 (ユウロピウムと混合)、YAGレーザー
	21	スカンジウム (Sc)	アルミニウム合金 (軽量・高強度化)、固体酸化物形燃料電池

出所：公開資料などより執筆者作成

### (1) 強力な磁石の力(磁気的特性)

レアアースの中には驚異的に強い磁石をつくれるものがあります。その代表がネオジム(Nd)です。ネオジム(Nd)・プラセオジム(Pr)を主成分とするNdFeB磁石(ネオジム磁石)は非常に強力な永久磁石として知られ、1980年代に開発されて以降、これまで電子機器の小型化に革命をもたらしてきました。

たとえば、スマートフォンのスピーカーやバイブレーション、イヤホンにはネオジム磁石が使われています。限られたスペースの中で、強い磁力を発揮できる点でさまざまな小型機器で重宝されています。

自動車分野でも電気自動車(EV)の駆動用モーターに採用されることがあり、小型で高出力の駆動を可能にしています。また一部の風力発電機の内部にもネオジム磁石が使われています。ほかにも、産業用ロボット、ハードディスクドライブ(HDD)の駆動装置などの基幹部品でネオジム磁石が用いられています。

さらに、EVモーターや高出力モーター内では高温環境にさらされることがあり、そのような場合に磁力を維持するために、ジスプロシウム(Dy)・テルビウム(Tb)がネオジム磁石に添加されることがあります。これら重レアアースは産出量がきわめて少なく、特に分離・精製工程において中国依存度がきわめて高く、経済安全保障上の重要な課題となっております。このようにレアアース磁石によって、小さな機器に大きな力を詰め込むことが可能になった点を踏まえると、レアアースはいわば現代技術の「小さな巨人」といえます。

### (2) 鮮やかな発光の魔術(光学的特性)

光を操ること、すなわち発光や蛍光もレアアースの重要な能力です。ユウロピウム(Eu)、テルビウム(Tb)、セリウム(Ce)といったレアアースは白色LED、液晶ディスプレイのバックライト用蛍光体として利用されます。これらの蛍光体がLED照明や液晶を通じて、明るく高効率な発光を制御しています。

また、レーザーの分野でもレアアースが重要です。イットリウム(Y)が材料となるYAGレーザーは微量のネオジム(Nd)を添加することで工業用や医療用のレーザーとして広く使われ、強力なレーザー光の発振源となります。光学ガラスにはランタン(La)やネオジム(Nd)が用いられており、カメラレンズなどの高屈折率化や色収差補正に貢献しています。また、セリウム(Ce)酸化物は優れた研磨特性をもち、半導体ウエハーや光学レンズ、液晶パネルガラスの研磨材として大量に消費されています。

エルビウム(Er)を添加した光ファイバー増幅器(EDFA)は、長距離通信で信号を増幅するのに利用され、世界の情報インフラに欠かせない存在です。ほかの物質では実現が難しかった発光や光信号の制御が、レアアースによって容易になり、映像技術・通信技術の飛躍につながっています。

### (3) エネルギーを制御する力(化学・触媒特性)

レアアースはエネルギーの制御においても、少量の添加でエネルギー効率を劇的に向上させるという特性を発揮します。直接エネルギーを生むのではなく、無駄を減らし、効率を劇的に高める「重要な黒子」となっています。

たとえば、自動車の排ガス浄化装置にはセリウム(Ce)化合物が使用され、排気ガス中の有害物質を効率よく分解する手助けをしています。

また石油精製の工程でもランタン(La)を含むゼオライト触媒が使用され、原油をガソリンなどに分解する際の効率向上に貢献しています。微量のレアアースを加えるだけで反応効率が高まり、エネルギー消費を抑えたり不要な副産物を減らしたりすることができるのです。

また、ランタン(La)やミッシュメタル(複数のレアアース元素の合金)はニッケル水素電池の負極合金材料として使われており、ハイブリッド自動車(HV)のバッテリーとして、蓄電機能を支えています。

さらに、原子力エネルギーの制御にもレアアースは貢献しています。たとえばガドリニウム(Gd)は中性子をよく吸収する性質があり、原子炉の制御材に利用されることがあります。

以上のとおり、レアアース元素は「磁力」「発光」「化学・触媒」の領域で、それぞれほかの元素にはない卓越した働きを行い、現代テクノロジーの性能を根底から支えています。

## 3. レアアースを使った製品・産業別用途

レアアースは具体的に私たちの身の回りのどのような製品あるいは産業・分野で使われているのでしょうか。ここからはレアアースの製品・産業別での活躍分野をみてまいります。

### (1) 自動車産業(電気自動車(EV)、ハイブリッド車(HV))

自動車産業はレアアースの主要な需要セクターです。ガソリン車から電気自動車への転換が進むにつれ

て、レアアースの需要は増加していきます。電気自動車の駆動用 모터には高性能磁石が欠かせないからです。多くのEV車種でネオジム磁石を用いたモーターが採用されており、小型で高出力の駆動を実現しています。自動車の電動化が進めば進むほど、レアアースへの需要は高まるものと考えられます。クリーンエネルギーとして環境に優しい未来を目指すほど、皮肉にもレアアースという地下資源への依存度が高まる側面がみえてきます。

## (2) 電機・電子産業（スマートフォンなど）

スマートフォンをはじめ、産業用ロボットやHDDなどの電子機器もレアアースの重要な需要先です。スマートフォンを例に考えてみると、ディスプレイやバックライトには上述のユロピウム（Eu）やテルビウム（Tb）などのレアアース由来材料が使用され、鮮やかな発色を支えています。また、カメラのレンズにもランタン（La）が含まれた特殊ガラスが使用され、高い屈折率と透明性によって、小さなレンズながらも高性能な撮影が可能となります。

さらに、スマートフォンに内在するスピーカーやバイブレーションモーターにはネオジム磁石が組み込まれているなど、スマートフォンの細部に至るまでレアアースが使用されています。こうしてさまざまなレアアースの恩恵にあずかって、われわれは小型・高性能のスマートフォンを日々享受しているわけです。

## (3) エネルギー産業（風力発電）

エネルギー分野では、特に風力発電がレアアースと深い関係を有しています。大型風車の回転運動を電気に変換する発電機には、強力な永久磁石としてネオジム磁石が使われることがあります。一部の大型風力発電、洋上風力では、ギアを用いずに直結で高効率な発電が可能なダイレクトドライブ方式の風車が用いられています。この方式ではローターに大量のネオジム磁石が組み込まれているため、ネオジム（Nd）とジスプロシウム（Dy）が必要となります。この強力な磁力のおかげでメンテナンスが少なく高効率なクリーン電力を生み出すことが可能となっているわけです。

## (4) 半導体・電子部品

ハイテク製品の基盤である半導体産業でも、レアアースが重要な役割を果たしています。レアアースは、半導体チップそのものの主要材料ではありませんが、その製造プロセスや周辺部品として広く利用されます。シリコンウエハーを研磨する研磨剤にはガラスやシリコンをナノレベルで滑らかに磨き上げるためにレアアース（酸化セリウム）が使用され、きわめて平坦な表面を実現する上で役立っています。半導体・電子部品の製造の舞台裏にもレアアースが「縁の下の力持ち」として高機能化に大きく貢献しているわけです。



図表3 レアアースを使った製品・産業別用途

出所：公開資料などより執筆著作作成

## (5) 医療・ヘルスケア

レアアースは医療・ヘルスケアの現場でも活躍しています。上述のとおり手術で使われる高精度レーザーメスにはYAGレーザーが用いられ、眼科手術などで威力を発揮します。また、MRI検査の造影剤としてガドリニウム (Gd) が活躍します。ガドリニウム造影剤は体内に入ると特定の組織の画像のコントラストを向上させる効果があり、安全管理のもと腫瘍の診断などに広く用いられています。がん治療薬として骨転移痛の緩和などにサマリウム (Sm) の放射性同位体が利用されています。

## (6) 軍事・防衛

軍事・防衛分野におけるレアアースの利用も見逃せません。レアアースは、特殊合金、高性能永久磁石、レーザー機器、各種センサーなどの材料として、現代の戦闘機や兵器システムの随所に組み込まれています。ミサイルの誘導システムや高度なレーダーにはネオジム (Nd) やプラセオジム (Pr) を主成分とする永久磁石が用いられ、高温下での磁力を維持するために、ジスプロシウム (Dy) やテルビウム (Tb) が添加されます。

戦闘機のアクチュエーターや各種制御機器においても、小型で高出力・高効率な永久磁石モーターが重要な役割を果たしています。さらに、夜間視認性を高める装置の一部にはレアアース由来材料が使われています。

このように、現代の軍事技術はレアアースへの依存度を高めており、レアアースを用いた高性能材料の開発や用途拡大を、軍事分野が先導してきた側面があることも指摘されています。

## 4. おわりに

レアアースの特性を整理しつつ、レアアースをめぐるサプライチェーンの下流部分の最終製品の具体的な用途をみてきました。スマートフォンから電気自動車、再生可能エネルギー、医療機器、防衛まで、レアアースが「魔法の粉」としてハイテク製品の性能の向上に貢献していることがわかりいただけたものと思います。いずれの用途にも共通するのは、少量のレアアースによって高度な性能や効率を実現することができるという点です。

ハイテク製品の安定的な生産と、さらなる技術高度化を支えるうえで、レアアースへの依存は今後さらに高まっていくでしょう。一方で、レアアースをめぐる

上流・中流での地経学的リスクが指摘されており、需給ギャップと供給リスクへの備えは今後も必要となります。こうしたなかで、本特集の寄稿にてご執筆いただいている「南鳥島沖合の海底レアアース泥の開発」や「レアアース供給源の多角化」、さらには代替技術開発・使用量削減や都市鉱山・リサイクルの活用など、多層的な戦略を官民一体で推進することで、下流製品の安定化・高度化を支えていくことが期待されています。

本稿を通じて、レアアースの重要性に関する理解の一助となれば幸いです。

### (筆者略歴)

1999年日本輸出入銀行（現国際協力銀行）に入行。2000年より国際協力銀行にて資源金融部、海外留学（英国Dundee大学院CEPMLPエネルギーファイナンス修士）、石油・天然ガス部、鉱物資源部を含めて通算9年半を資源エネルギー部門で勤務。大阪支店中堅中小企業ユニット長、鉱物資源部第2ユニット長、管理部次長等を経て、2025年より現職。

