

# 次代 Ask about the next generation を見据えて

所長  
**岡部 徹**

## レアメタルの新規製造プロセスや リサイクル技術の開発に関する研究を推進

電動車の高性能化に欠かせないレアメタル。自動車分野ではモーターにネオジウムやジスプロシウムなど、バッテリーにはリチウムやニッケル、コバルトなどが使用されている。一部で「将来、枯渇する」と言われているが、東京大学生産技術研究所所長であり同大教授の岡部徹さんは「資源量に問題はなく、枯渇はしない」と断言する。今回は主に自動車分野におけるレアメタル活用に際して、何が最大の課題になっているのか、レアメタルのエキスパートである岡部教授に聞いた。

レアメタルの高騰はあっても枯渇することはない

— 電動車の普及が加速しています

電動車は「走るレアメタル」です。私は昔からクルマのアニメが好きでよく見ており、自動車は将来「走るレアメタルになる」と思っていました。こんなに早く実現するとは思っていませんでした。私が若い頃、電気自動車（EV）は「東京から出発すると箱根を越えられない」と言われていましたが、今ではバッテリーやモーターの性能が格段に良くなり、航続距離も伸びています。


— レアアースなどは数年で枯渇すると言われていました

2014年時点で、レアアースの世界生産量は110キロトンですが、埋蔵量は130メガトンと言われており、（生産量と埋蔵量は）1千倍も違います。需要増加で供給が追いつかなくなり高騰することはあるでしょうが、レアアースそのものはいくらでもあります。私はこれまで、南アフリカの鉱山など数々の現場に足を

岡部 徹（おかべ とおる）  
東京大学生産技術研究所  
所長、教授。1993年3月  
京都大学大学院工学研究  
科博士課程修了、同年5  
月日本学術振興会海外特  
別研究員、マサチューセツ  
工科大学博士研究員、  
2001年東京大学生産技  
術研究所・助教授、同大  
学大学院工学系研究科課  
程担当（マテリアル工学専  
攻）・助教授などを経て現  
職。京都府出身。1965  
年12月生まれ、56歳



運んできました。レアメタルの白金は、実際に（現地の人に）話を聞くと「あと100年分はある」と言います。ただ、白金はロシアと南アフリカにしか優良な鉱山が存在しないので、急激に需要が増大すると自動車メーカーなどは調達が難しくなります。そのため、部品メーカーも鉱

<b>鉄鋼部材(特殊鋼・ハイテンなど)</b> →合金添加元素(Cr, Mn, Mo, V, Nb, Ti …) <b>モータ類</b> →磁石材料(Nd, Dy, Sm, Co, Tb …) 現在、100個以上のモータが1台の車に使われている ハイブリッド車や電気自動車には、多量のNdやDyが必要	<b>排気ガス浄化触媒</b> →白金族金属(Pt, Pd, Rh, …)
 <a href="http://shop.fsystem.co.jp/toyota/">http://shop.fsystem.co.jp/toyota/</a>	<b>電池</b> →ニッケル水素電池(Ni, Co, …) →リチウムイオン電池(Li, Co, …) →燃料電池の触媒や電極(Pt, …)
<b>自動車の製造時にも多くのレアメタルが使われる</b> →工具用特殊合金(W, Co, Ta, …) →工作ロボット用のモータ(Nd, Dy, Sm, …) <b>未来の車にはさらに多くのレアメタルが使われる</b> →超長寿命・軽量材料(Ti, Sc…)	<b>照明</b> →LEDライト(Ga, In, …) →ハロゲンランプ(Sc, …) <b>液晶ディスプレイ</b> →透明電極(In, …)
	<b>電子基板・センサ等</b> →トランジスタ(Si, Ge, Ga, In, …) →コンデンサ(Ta, Ag, Pd, …) →抵抗(Ru, Pd, …) →電極(Au, Ag, Pt, Pd, …) →はんだ(In, Ga, Bi, …)

自動車に使われるレアメタルの一例

暴騰の可能性は十分あります。  
 —市場価格が高騰しています—  
 ウクライナ危機などによる東西分断が進めば、さらに高騰するでしょう。ロシアと中国が西側諸国と分断されれば、資源供給のスキームが変わります。レアメタルの一つであるレアアースは、現状では大半を中国

山会社や商社などと手を組み、サプライチェーンを押さえておく必要があります。  
 —現在のレアメタル市場について—  
 ケース・バイ・ケースですが、どのレアメタルも枯渇することはありません。前述の通り資源は豊富なので（発掘すれば）いくらでもあります。ただ、需要が急激に増え、生産量を急に増やすことはできません。そのため、供給障害や価格



レアアースの資源量と年間生産量（東北大学・竹田修教授の資料より）

EVは走行時、二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)  
 —レアメタル活用による環境問題について—  
**採掘時の環境破壊が課題**  
**リサイクル推進が重要**  
 が抑えていますし、パラジウムはロシアが半分抑えているため、商流自体が変化し、安く購入できていた地域から買えなくなります。

を排出しません。また、自動車メーカーの工場ではCO<sub>2</sub>削減やゴミを排出しない取り組みが進められており、これだけ見ればEVや先進工場は環境に配慮していると言えます。

ただ、大元のメタル製造で膨大な有害物質を排出しています。EVを含む次世代技術の開発は今後も推進していくべきですが、EVが環境に完全に配慮しているということは詭弁だと考えています。今、盛んに言われているカーボンニュートラル実現では、CO<sub>2</sub>の排出量が基準になっていますが、これもいつまで続くかわかりません。基準として分かりやすいですが、（環境配慮の）本質ではないというところを知っていただきたいです。

### レアメタル生産よっての環境破壊の規模は

レアメタルが採掘されることで、人が誰もいなかった辺境に産業が生まれることが一番の環境破壊になってしまします。私は、自然が本質的

レアアースなどの金属や合金を製造する場合の各種コスト比較。

	日本	米国	中国	オーストラリア
原料コスト	×(高い)	×(高い)	◎(極めて低い)	○(低い)
エネルギーコスト	×(高い)	○(低い)	?	○(低い)
環境コスト	×(極めて高い)	×(高い)	◎(極めて低い)	×(高い)
人件費などのコスト	×(高い)	×(高い)	○(低い)	×(高い)

に持つ価値のことを「バリュー・オブ・ネイチャー」と言っていますが、こうした巨大な産業を創出することで、バリュー・オブ・ネイチャーを毀損しています。レアアースの世界最大の鉱山がある内モンゴル自治区では、陸上にゴミを放置しています。でも、人が住んでいないから誰も文

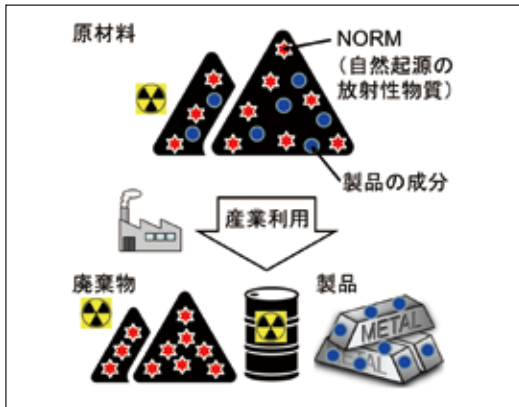
句を言いません。山に直接、硫酸をかけて銅などの金属を抽出する生産法も海外では行われていますが、人が住んでいないので誰も困りません。ただ、そこに住んでいる動植物は困っている。これをどのように捉えるかが重要だと思います。

### 解決策はありますか

レアメタルを（自動車に）使うこと自体が環境にやさしくありません。レアメタルを採掘して利用するのはなく、費用がかかったとしても、廃棄物中のレアメタルのリサイクルを推進すべきです。しかし、現状ではリサイクルの仕組みが構築されていません。車載モーターに使用されるレアアースを生み出す工程では、採掘や製錬により放射性廃棄物などの有害物が発生しますが、きちんと処理されています。一方、今の自動車業界では、高性能モーターのスクラップからレアアースを回収することとはしていません。理由は、中国は原料コストと環境コストが極めて低

# 次代を見据えて

Ask about the next generation



天然放射性物質を含む鉱石から有用物を抽出すると、廃棄物に放射性物質が濃縮される

く、(中国で採れたレアメタルを)購入した方が安く済むためです。採掘して製錬する際、害を出したるペナルティーを払い、きれいに処理しないといけないという仕組みが必要です。

—日本では銅製錬の技術などを持っています

銅製錬は、銅を生産するだけではなく、さまざまなメタルを処理し、銅や金、銀を採るプロセスです。投入できる量に限りはありますが、日本では金を含む電子基板などを世界

から集めて処理し、金などの貴金属を効率良く回収しています。白金やパラジウム、ロジウムを含む自動車スクラップも世界中から輸入してリサイクルしています。

—リサイクルを促進するには何が重要になりますか

社会システムとして取り組むことは一つの手だと思えます。欧州では、バッテリーのリサイクルについて社会全体で取り組もうとしています。レアメタルを含むスクラップを効率良く集める社会システムであれば、まとまった量を回収できる。ただ、日本には従来型の産業廃棄物処理の関係で、合理的かつ大規模に(社会システムとしてリサイクルを)促進することは難しいです。また、リサイクルは回収コストが膨大にかかります。そのため高価格の白金やパラジウムは確実にリサイクルが進む一方で、単価の安いリチウムやレアアースは、廃棄してまた新たに購入した方がコストを抑えられます。そ



鉱石から製品までのマテリアルフロー

のため、リサイクルを促進するには、低価格で高効率なプロセス開発が必要で、自動車業界の皆さんにお伝えたいことは、「技術革新は続けてほしい、同時にリサイクルをきちんとして、環境に配慮したモノづくりを実現していただきたい」ということです。