

# レアメタルの現状と今後の課題

Current state that surrounds rare metal, problem in the future, and solution

田中和明

Tanaka kazuaki

## 1 コモンメタルとレアメタル

金属は、図1に示すように、コモンメタルとレアメタルに大きく分けられる。資源が使いやすく古くから用いられてきた金属がコモンメタル（普通金属）であり、使いにくく最近になって利用され始めた金属がレアメタル（希少金属）である。レアメタルは、偏在していたり、精製が困難である。また最先端技術に用いられる場合も多い。

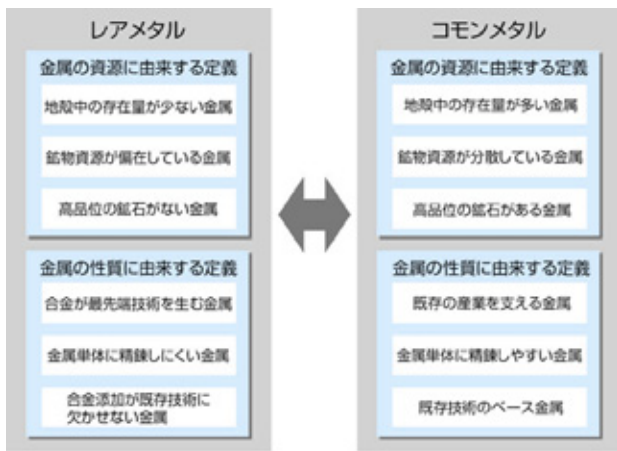


図1 コモンメタルとレアメタルの比較

レアメタルは、図2に示すように、31 鉱種 47 元素の総称である。利用形態は、鉄鋼、銅、アルミニウムなどコモンメタルの添加物としての使用するものが最も多い。その他、半導体や磁石や超伝導素子など電子・磁性材料に用いられ、ITO（透明電極材料）やセンサー、発光素材など機能材料に用いられられている。

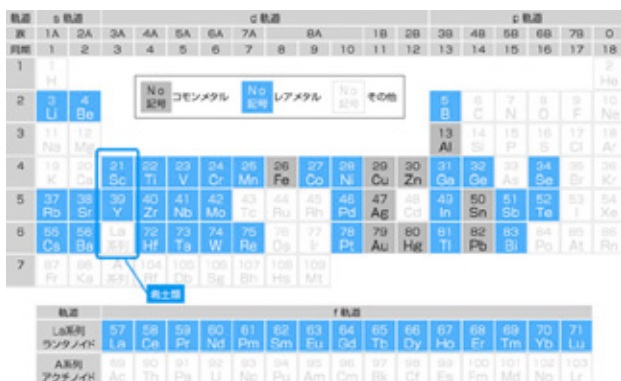


図2 周期表上におけるレアメタルの存在場所

## 2 レアメタルの用途

レアメタルの用途は、図3に示すように、大きくわけて構造材用添加、電子・磁性材料、機能性材料の3つに分けられる。

レアメタルの中で、主に構造材用添加金属であるマンガン、バナジウム、ニッケル、クロム、モリブデン、タングステン、コバルトの7種類は、使用量が多いため、特に重要な金属として60日間の国家備蓄が行われている。

電子・磁性材料用金属は半導体や電池素材、磁石の素材、超伝導素材などに利用されている。機能性材料用金属は、触媒、光学機器素材、ファインセラミックス、ニューガラスなどに用いられている。いずれも、最先端技術には欠かせない素材であり、使用量が少ないといえども、レアメタルが重要な役割を果たしている。

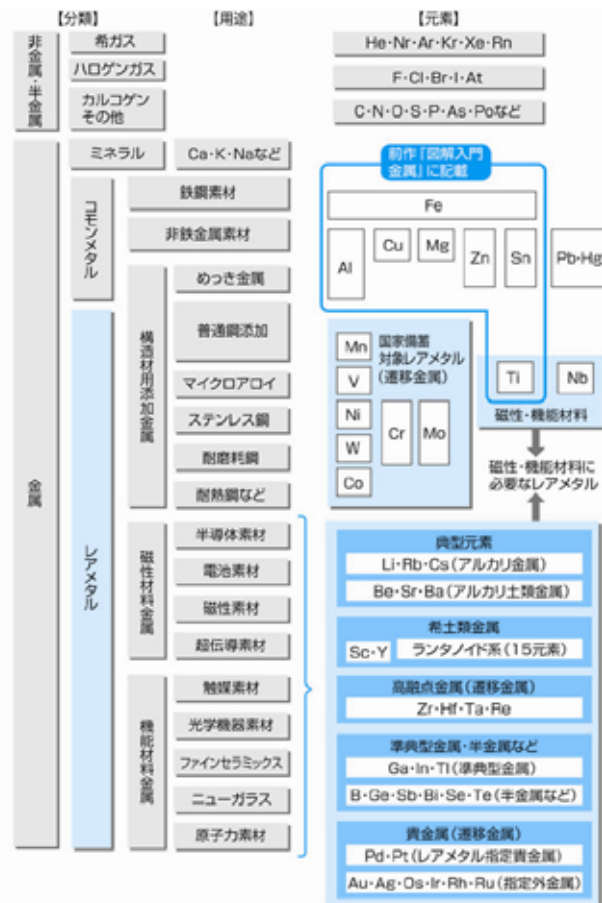


図3 レアメタルの用途と種類の元素対応

### 3 海外に依存する金属資源

日本の金属素材は、その原材料供給の大半を海外に依存している。特にレアメタルに関しては、日本は世界有数の消費国である。一方、図4に示すように、レアメタルは生産地域が偏在し、生産国が数カ国に限られているという特徴がある。これまでレアメタルは、鉄や銅などのコモンメタルに添加されて材質を向上させる「産業のビタミン」としての位置付けが長かった。それが、近年では最新技術、たとえば磁石や電池などには欠かせない「産業の根幹」に関わる重要な元素になってきた。コモンメタルの需要増もあり、レアメタルの安定供給がますます重要な課題となった。

消費量の世界順位	レアメタル生産量の集中度合い			
	1国で70%以上	3か国で70%以上	3か国で50%以上	不明
1位		In Sr	Ce	Ga Ge
2位	レアアース(中国) Pt(南アフリカ)	Li Pd	Ni	
3位	Ba(アメリカ)	Cr Mo Bi	Ti	
4位	W(中国)	V Zr		
5位		Ba B	Mn	
不明	Nb(ブラジル) Sb(中国)	Ta Re	Ce Ti	Cs Hf Rb Ta

独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構希少金属調査グループ  
平成19年レアメタル調査データ集(総論)より集計

図4 レアメタルの国内消費と産出国

レアメタルの使用量は、図5のように先端技術への採用で爆発的に増加する。近年、液晶テレビの増加に伴い、インジウムの使用量が激増している。また、二次電池などに用いるレアアースも増加傾向である。今後も新技術により、新需要が生まれる可能性がある。

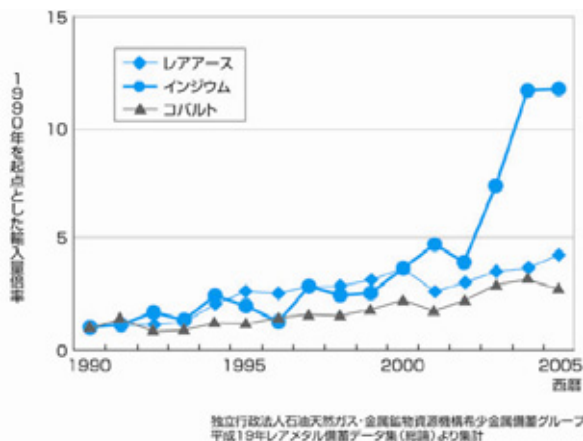


図5 主要レアメタルの輸入量倍率の推移

### 4 レアメタルの現状と今後の課題

図6で示すように、レアメタル供給を取り巻く状況は、供給国の輸出規制、付加価値の高い製品への加工、資源ナショナリズムの台頭など深刻なものが多い。また、資源が偏在しているために供給元の政情や天災などに影響されることがあることと、中国が供給国から消費国へ変化したことが国際的な背景としてあげられる。

国内的な背景としては、資源の戦略的投資がなされにくいことと、技術の進歩によりレアメタルが必須元素になり、レアメタル使用量が急増していることがあげられる。

こうした背景から最近ではレアメタル価格の暴騰が発生し、供給不安定を招いたりしている。この状況は、経済環境が変わった2008年末以降も変化がないため、今後も発生しうる状態である。

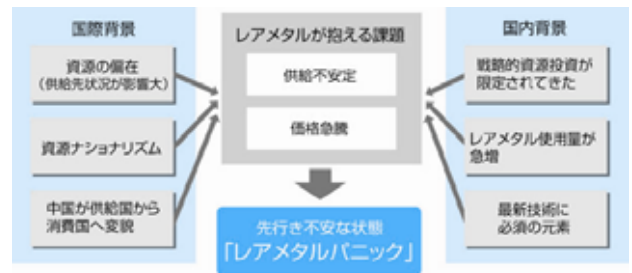


図6 レアメタルが抱える課題

こうした国内外の状況の中で、レアメタルが抱える4つの課題は、安定供給懸念、価格不安定、需要増大対応、新たな需要の拡大の4つである。

解決への道筋および具体的活動として示されている項目は、図7で示すように、削減、再利用、リサイクルの3つの柱で活動する3R活動、元素戦略や希少金属代替技術開発などによる代替金属の探索、国内や海洋での資源開発、海外鉱山との連携や開発協力などによる資本算入、資源備蓄による資源セキュリティの強化があげられる。

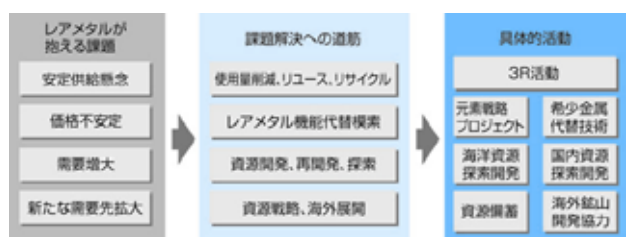


図7 レアメタルが抱える課題解決への道

## 5 国内でできるリサイクル対策

金属は、図8に示すように、鉱石の採掘から最終消費に至る産業連関の中で、さまざまな形態でロスが発生している。ロスの中には、貴重な金属が高濃度で含まれている場合が多い。これまでのように、鉱物資源が安価であった場合には、産業の上工程から下工程への金属の動脈流だけで産業連関が成り立ってきた。しかし、現在のような資源高騰が続くと、ロスを極限まで減少させる効率化と同時に、ロスを回収して再び動脈流に戻す静脈流の整備の必要が生じている。

この産業連関の静脈流が、他金属代替や使用量削減（リソース）、再利用（リユース）、再資源化（リサイクル）などである。

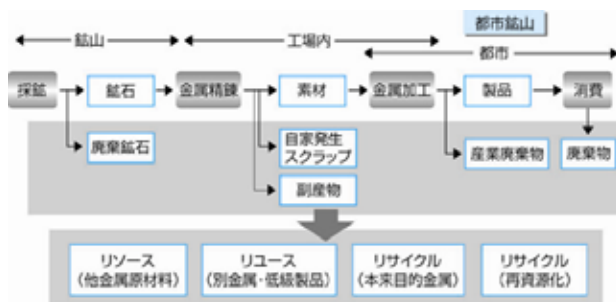


図8 金属の産業連関図

中でもリサイクルは、その原材料を国内に求めるため、安定した静脈流を作ることができれば、有効な金属資源となりうる。しかし実際にレアメタルがリサイクルされているのは、図9に示すように、自家発生スクラップや一部の市中廃棄物からである。

自家発生・産業廃棄物	ITOターゲットスクラップ	In						
	ステンレス鋼自家発生スクラップ	Ni	Cr					
	自家発生・加工時スクラップ	Ta	Ti	Ga				
	歯科治療時発生スクラップ	Pd						
市中廃棄物	使用済みステンレス鋼スクラップ	Ni	Cr					
	アルミ缶リサイクル中合金	Mn						
	自動車三元触媒	Pd	Pt					
	使用済み触媒							
	廃棄金属・製品	Sb	Co	Mo	V	W		

図9 リサイクルされているレアメタル一覧

レアメタルのリサイクルは、金属原材料が国内の生産工場や消費場所にあるため、都市鉱山（アーバンマイニング）ともよばれる。

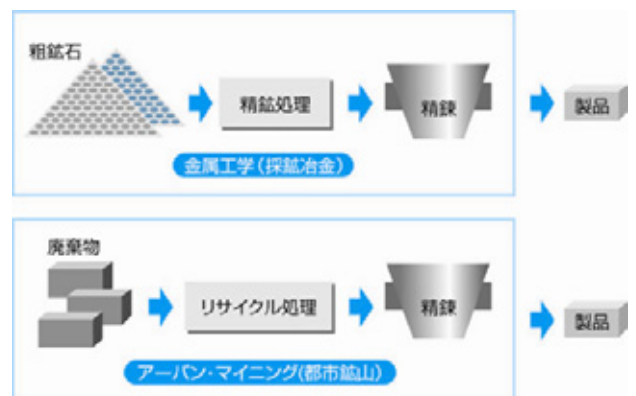


図10 都市鉱山の概念

都市鉱山を実現するためには、図11に示すように、動脈流以上の高度な技術が必要となる。有価金属を含むスクラップを有効活用するためには、高度な冶金技術や化学分析が必要になるし、産業廃棄物や副産物や製品の廃棄物から有用成分を取り出すためには、分離工学や金属物性の知識が必要になる。リサイクルは、金属工学や金属科学の知識や経験を総動員して成り立つものであり、リサイクル工学とでも名付けるべき工学体系になる。

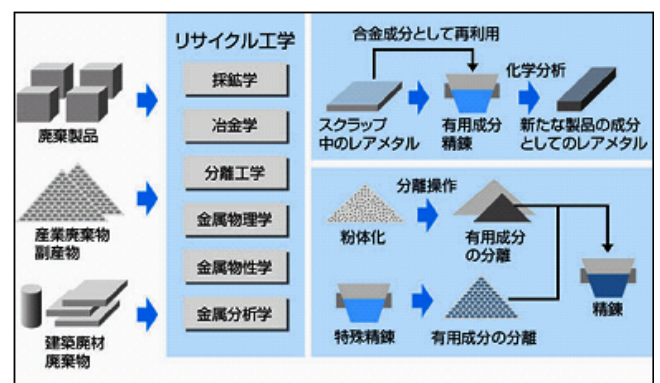


図11 リサイクル工学のイメージ

## 6 資源開発

レアメタルは、全ての元素を自前で調達するのは困難である。しかし、独自の供給源を持つことは、資源セキュリティ上重要なことである。レアメタルの供給が不安定な現在、かつて検討されてきた供給源で、経済的合理性が無いために採用されなかったものを見直す動きがでてきている。

我が国では海底資源と国内資源が対象になる。

海底資源とは、海底に存在するマンガンノジュール、コバルトリッチクラスト、海底熱水鉱床があげられる。図 12 にその存在位置を示すが、広く太平洋に存在する。



図 12 海底資源の分布図

これらの成因は、海水や海底からの噴出物であるため、鉱物と異なり現在でもまだ成長している。

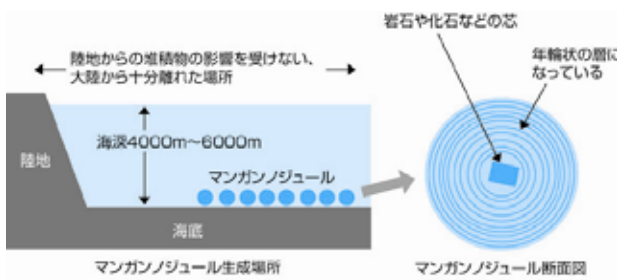


図 13 マンガンノジュールの概念図

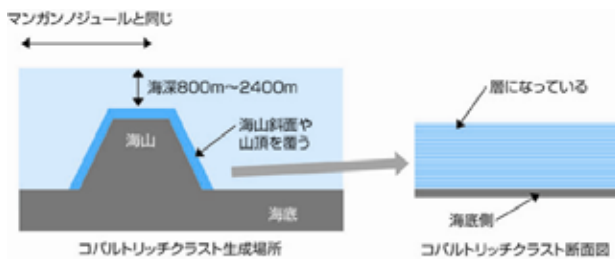


図 14 コバルトリッチクラストの概念図

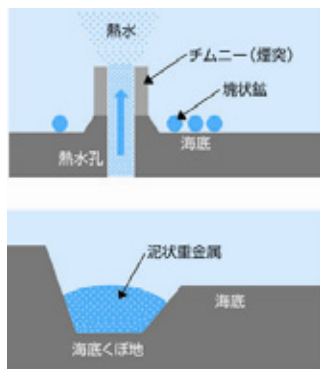


図 15 海底熱水鉱床の 2 種類の概念図

国内資源は、既存の鉱山の活用などもあるが、これまで活用されてきていないものに、図 16 に示すように東北地方に広がる黒鉱ベルトがある。黒鉱は火成岩の一種である。

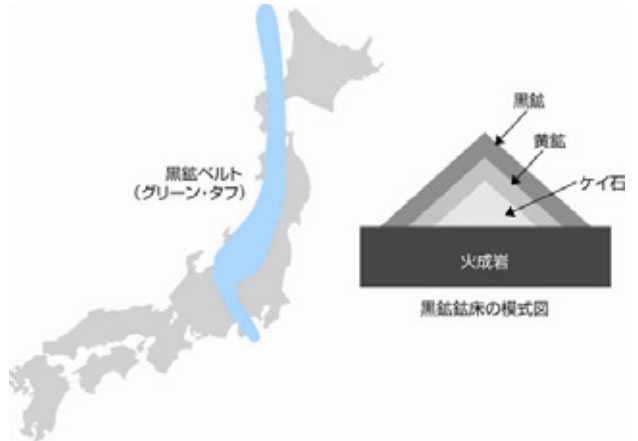


図 16 黒鉱の存在場所と黒鉱鉱床の模式図

黒鉱は、図 17 に示すように、各種金属の複雑硫化鉱である。レアメタルもバリウムやアンチモン、ビスマスなどを含む。これらを浸出法（リーチング）で取り出せば有効な資源になる。

	黒鉱鉱床	黒鉱	黄鉱	ケイ石
	鉱物	複雑硫化鉱	黄銅鉱主体	ケイ酸塩鉱主体
含有成分	Fe	○	○	○
	Cu	○	○	○
	Pb	○	△	—
	Zn	○	○	—
	Ba	○	△	—
	Si	○	○	○
	Al	△	○	○
	As	○	○	○
	Sb	○	○	○
	Bi	○	○	○
	Cd	○	○	—
	Ag	○	○	—
	Au	○	△	△

図 17 黒鉱鉱床構成鉱石の主要含有成分

田中 和明（たなか かずあき）

技術士（金属部門）

新日本製鉄株式会社 君津製鉄所勤務

e-mail :tanaka.kazuaki@nsc.co.jp



<引用文献>

1) 田中和明:よくわかる最新レアメタルの基本としくみ 秀和システム 2007年