

■ シリーズ特集 ■ 明日を支える資源 (11)

# レアメタル資源の現状と将来

## The Present Situation and the Future of Rare Metals Resources

清 滝 昌 三 郎\*

Shozabro Kiyotaki

### はじめに

急速に発展しつつある技術革新の分野のなかで、新素材が注目を集めているが、新素材開発の中核的素材がいわゆるレアメタルである。レアメタルは特異な電子・光特性、磁性等の性質により、各種の機能材料に用いられているほか、少量の添加によって特殊鋼などの材料の耐熱性、耐食性を著しく高め、過酷な条件に耐える構造材を生み出すなど、極めて重要な役割を果たしている。レアメタルは、鉄、銅、鉛など従来から大量に使用されてきたベースメタルを除く金属元素の大部分を示し、その種類もかなり多い。

しかしながらレアメタルはその名が示すように、学術的には、地球上に存在が稀であるか、抽出が困難なメタルと定義される他、資源の賦存ないし生産が特定少数の国に偏って、供給面での脆弱性があるなど独特の資源問題をも抱えている物資でもある。このような観点も含めて、今後さらにその重要性が増大すると予想されるレアメタルに関する現状と将来について述べることにする。

### 1. レアメタルとは

1954年刊行の“Rare Metals Handbook”(米国ラインホルド社刊)では、次のいずれかに該当するものを「レアメタル」と称している。

- ① 地球上での天然の存在量が極めて稀である場合。
- ② 地球上での存在量が多いが、その金属を抽出するに足るだけの濃縮した経済性のある品位の鉱石が少ない場合。
- ③ 地球上での存在量が多いが、化学的、物理的に純粋な金属として抽出することがきわめて困難な場合。
- ④ 抽出された金属を利用するだけの用途がなく特

性の明らかでないために未開発である場合。

1961年の同書改訂版では、次の元素群を対象としてあげている。

アルカリ土類金属 (Ca, Ba, Sr) Be, Bi, B, Cd, Cr, Co, Nb, Ga, Ge, Hf, In, Li, Mn, Mo, Pt族, Pu, RE, (Se, Yを含む17元素) Re, Rb, Cs, Se, Si, Ta, Te, Tl, Th, Ti, W, U, V, Zr.

周期律表でみると、レアメタルの概念はアルカリ金属、アルカリ土類金属、遷移金属元素群、レアアース放射性金属、半導体金属に非金属の一部を含んでの総称といえよう。

一方、通産省の鉱業審議会の鉱山部会レアメタル総合対策特別委員会では、上述のような学術的アプローチと併せて、政策的観点(現在、工業的需要があるか又は今後見込みがあるもの<特に新素材の原料となるもの>)経済安全保障面からの観点(埋蔵及び生産が極く少数の国に偏し、ほぼ全量を特定国からの輸入に依存せざるを得ないため、各種要因により供給途絶の危険性があるもの)からも対象物資として取りあげ、31鉱種(但し、レアアースは17鉱種を総括して1鉱種)をあげている。ここでは前述の元素群の他に新たに、Ni, Pd, Sbがつけ加えられ、Ca, B, Si, Th, U, Pu, が外されている。

### 2. レアメタルの特性と利用分野

レアメタルの物理的、化学的特徴は多岐にわたり、またその特性域も広い。それらの諸特性を生かした合金の特性は一層幅広い範囲にわたり、多方面からの要求に対応しうる可能性をもっているわけである。とくに先端技術産業との関連において要請されている諸機能の実現を担う重要な材料としての関心が寄せられ期待されているが、その機能としては次のようなものがあげられる。

- ① 絶縁機能(高絶縁、強誘電、圧電、焦電、イオン導電)

\* 石油公団理事(元(社)特殊金属備蓄協会副会長兼専務理事)  
〒100 東京都千代田区内幸町2-2-2 富国生命ビル

表1 主なレアメタルの特性と利用分野

名称	特 性	分 野												
		特殊鋼	特殊合金	形状記憶合金	水素吸蔵合金	電子材料	半導体材料	電池材料	磁性材料	超電導材料	原子力核融合材料	ニューセラミックス材料	触媒材料	
B	ほう素	熱中性子吸収大											○	○
Ba	バリウム	X線遮蔽, 耐熱他								○			○	○
Bi	ビスмут	低融点								○			○	○
Co	コバルト	強磁性, 耐熱耐摩耗	○	○				○						○
Cr	クロム	高融点, 耐食耐熱	○	○		○			○					○
Ga	ガリウム	低融点, 高沸点											○	
Ge	ゲルマニウム	半導体								○				
Li	リチウム	軽 量		○						○			○	
Mn	マンガン	磁 性							○	○				
Mo	モリブデン	高融点, 高強度	○	○				○						○
Nb	ニオブ	高融点, 耐食性	○	○				○		○			○	
Ni	ニッケル	耐熱耐食, 高強度	○	○	○			○	○					○
Pt族	白金族	安定性, 化学反応活性												○
RE	レアアース	蛍光性, 磁性		○		○		○					○	
Si	シリコン	半導体											○	○
Sr	ストロンチウム	X線防止, 磁性							○				○	○
Ta	タンタル	高強度, 耐食耐熱, 高誘電率		○									○	
Ti	チタン	軽量, 耐食耐熱		○	○	○		○		○	○	○	○	○
V	バナジウム	耐熱性	○	○						○				○
W	タングステン	高融点, 高強度	○	○				○						○
Zr	ジルコニウム	熱中性子吸収小												
/		耐食		○						○			○	
Hf	ハフニウム	熱中性子吸収大												

- ② 半導体機能（整流，増幅，発振，光伝導，発光，受光，光検出，記憶）
- ③ 金属機能（超電導，超塑性，防振，形状記憶，電子放射）
- ④ 光学機能（蛍光，透光，反射，吸収，導光，複屈折，偏光，変調，光弾性，光磁気）
- ⑤ 磁気機能（軟磁性，硬磁性，磁歪，磁気変態，転移）
- ⑥ 機械機能（耐摩耗，切削，潤滑）
- ⑦ 熱的機能（耐熱，断熱，熱電導）
- ⑧ 化学的機能（担体，触媒，水素吸蔵，耐食）
- ⑨ 核的機能（照射特性，耐スウェリング，耐放射線特性）

表1はいくつかのレアメタルの主な特性と機能材料を中心とした利用分野について示したものである。

レアメタル利用分野のうち，主要なものないしは今後著しく発展すると思われる先端技術分野に関してレアメタルとの関連を含めて概観すると次のとおりである。

### 2.1 特殊鋼分野

機械の構造部品や工具に用いられるような高級炭素鋼のほかに，鋼の性質を改善するためにニッケル，クロム，モリブデン，マンガン，コバルト，バナジウム，タングステン等のレアメタルを添加した合金鋼が特殊鋼である。添加レアメタルの特性におよぼす影響は，構造用鋼では耐食性，耐熱性等が改善され，工具鋼，

ステンレス鋼では高温での強度，耐摩耗性，焼入性などが向上する。特殊鋼は現在，自動車および産業機械に最も多く使われているが，エネルギー産業，航空宇宙産業等の各分野においても広く多用されている。

### 2.2 特殊合金分野

耐熱，耐食，高強度等の特徴をもち，特殊鋼同様広く各分野で使われている。耐食合金の代表的なものはニッケル基合金であり，耐熱合金には基地金属としてニッケルの他，コバルト，クロム，ニオブ，モリブデンが用いられる。航空機，ロケット等で重要な高比強度合金としては，アルミニウム－リチウム合金，チタン合金等が有力であり，チタン合金にはモリブデン，ジルコニウム，クロム等が添加されている。工具材料としては炭化タングステン系ないし炭化チタン系超硬合金であるサーメットが用いられるようになってきているが，いずれも各種のレアメタルを多く含んでいる。現在，次世代の耐熱合金として粒子分散合金（従来の耐熱合金基地中に微細な酸化物を分散させたもの）や，結晶制御合金（一方向性凝固合金など）が目ざされており，上記レアメタルに加えて，各種レアアースの利用が研究中である。

### 2.3 形状記憶合金

マルテンサイト状態（準安定組織）にある材料に任意の変形を加えても，変形温度以上に加熱すれば元の形に戻ってしまう現象を利用した合金で，形の記憶，温度センサー，熱エネルギーの機械エネルギーへ

の変換等の機能が利用される。チタン-ニッケル系合金と銅-亜鉛-アルミニウム系合金が代表的な形状記憶合金であり、パイプコネクタやエアコンの風向調整装置等に利用されているほか、生体材料への利用も研究中である。

#### 2.4 水素吸蔵合金

水素と反応して金属水素化物の形で水素を補償し、加熱により可逆的に水素を放出する合金で、応用分野としては、水素吸蔵・放出時の発熱・吸熱反応を利用した熱-機械エネルギー相互変換機能を利用した材料として広く活用が期待されているほか、水素のエネルギーシステムを実現させるための中心材料でもある。合金材料としては各種のものが見出されているが、ランタン-ニッケルに代表されるレアアース合金系のほか、チタン、ジルコニウム、マグネシウムの各合金系が中心である。

#### 2.5 電子材料

エレクトロニクスの発展は新機能材料の開発に伴われたものであるが、多種多様な機能を実現するうえでレアメタルの果たす役割は極めて大きい。エレクトロニクスで要求される機能は電気、磁気、温度、圧力、ないし光学的、力学的物理量等、様々な物理量間の変換であるが、レアメタルとその化合物には半導性、磁性、蛍光性、電気光学効果などの機能を示すものが多く、レアメタルは不可欠の素材である。

#### 2.6 半導体材料

ICに欠かせない高純度シリコンがこの分野の中核的材料である。しかし高速化への対応から最近では、化合物半導体（ガリウム-ヒ素、インジウム-リン等）が注目を集めている。化合物半導体のいくつかは、電子移動度がシリコンに比べて1~2桁高く、高効率に光を反射でき、帯域幅を可視から赤外まで変化できる等の特長を有しており、高速素子、発光素子をはじめ各種光関連部品への適用が可能となる。現状では発光ダイオードへの利用など一部を除いては本格的利用に至っていない。これは化合物半導体の結晶成長技術に難があるためであるが、現在各方面で製造技術の研究が進められている。これら研究の進展にともなって、半導体材料としてシリコン、ゲルマニウムに加え、ガリウム、インジウム、アンチモン、セレン、ヒ素等のレアメタルの重要性も一層増大してこよう。この他現在研究のものにニオブ等を利用した超高速半導体（ジョセフソン素子）ホウ素等を利用した特殊環境半導体（高温、放射線環境下で作動）などがある。なお上

記半導体基板の他にICリードフレームニッケル等セラミックパッケージにタングステン等が使われている。

#### 2.7 光材料

光技術の適用分野は情報関連とエネルギー関連とに大きく分けられる。前者に属するものとしては、半導体レーザーや発光ダイオード等の発光素子（レアメタルとしてはガリウム、インジウム等が使われる）光ファイバー（ジルコニウム、ガドリニウム等）光制御素子（リチウム、ニオブ、テルル、モリブデン、イットリウム等）受光素子（ガリウム、インジウム、アンチモン、セレン等）などがあり、また撮像管、ブラウン管（セレン、テルル、レアアース等）複写機感光体（セレン、テルル）などにもレアメタルが多用されている。一方後者に属するものとしては、太陽電池（現在はアモルファスシリコンが中心）固体レーザーおよび蛍光材料（ともに各種レアアースが主役）等がある。なお今後急増するとみられているものの一つに光ディスクメモリー（テルル、セレン、クローム、マンガン、ビスヤス、カドミウム等）があるが、これもレアメタルが不可欠な材料となっている。

#### 2.8 センサー

上に述べた光材料もセンサーの一つであるが、光以外のものでは歪センサー、磁気センサー、温度センサー、湿度センサー、ガスセンサー等様々なものがある。素子としても半導体、誘電体、磁性体など様々なものがあり、バリウム、ガリウム、ゲルマニウム、インジウム、ヒ素、シリコン、テルル、チタン、タンタル、各種レアアースが幅広く使われている。

#### 2.9 コンデンサー、電池等

コンデンサでは積層形のものに酸化チタンもしくはチタン酸バリウムが、また電解形のものにタンタルが用いられている。電池では乾電池に二酸化マンガンを多用され、最近では酸化銀、水銀、リチウムも広く使われている。また蓄電池は従来からの鉛のものに加えニッケル、カドミウム電池も普及している。この他電子材料としては送信管やマグネトロン等の電子管にジルコニウム、タンタル、モリブデン、ニッケル、タングステンが、抵抗体にニッケル、クローム、チタン等が、スイッチ、リレー、コネクタ類等の機構部品に白金、金、ロジウム、パラジウムなどが使われており、各種機能の拡大とともに使われるレアメタルの種類も広がっている。

#### 2.10 磁性材料

磁性材料の機能としては電気エネルギー変換（トラ

ンス)力学変換(磁石, 磁気ひずみ振動子)情報記憶(磁気テープ)などがある。工業的に大量に利用されている磁性材料は特性面から、硬磁性材料(保磁力が大きく、残留磁束密度が高い材料)と、軟磁性材料(保磁力が小さく外部磁界により磁化変化され易いヒステレシス損の少ない高透磁性材料)の二つに大きく分けられる。前者の代表的なものとしてはアルニコ磁石(ニッケル, コバルト, フェライト磁石(バリウム, スترونチウム)が以前からあり広く用いられているが、これに加えて最近ではレアアース系磁石(サマリウム, コバルト, ネオジウム)が小型高性能磁石として電子機器に用途を広げている。後者のうち金属系の代表はケイ素鋼板(シリコン)パーマロイ(ニッケル)であるが、この他各種の合金(コバルト, クロム等)があり、アモルファス合金の研究も盛んである。一方、酸化物系の代表は従来から酸化鉄であるが、最近では酸化クロムが磁気ディスク等に使われバリウムフェライト等も研究されている。

### 2.11 超電導材料

超電導は直接抵抗がゼロ、完全反磁性、量子効果という主要な三つの特性を有しており、エネルギー(MHD発電, 超電導送電)運輸(磁気浮上列車, 船舶高速推進)医療(NMR)第5世代コンピューター(ジョセフソン素子)等幅広い分野での実用化が活発に検討されている。金属元素のうち半数以上は極低温で超電導を示すが、臨界温度の関係から現在実用化されているのは、ニオブチタン合金および化合物系のニオブチタン、バナジウムニオブチタン合金である。

### 2.12 原子力関連材料

原子炉には種々のタイプがあり、使用される材料も多様であるが、用途としては、核燃料、燃料被覆材、構造材料、減速材、冷却材、反射材、制御材、遮蔽材に分れる。このうち例えば燃料被覆材としては核分裂により発生するエネルギーをなるべく妨害せずに冷却材へ伝達することが要求され、このため熱中性子吸収断面積の小ささ、燃料および冷却材との共存性の良さ、強度および延性の大きさ、熱伝導性の良さ、照射損傷の少なさ、製造性の良さ等の条件にあった金属が要請される。これは炉形によっても異なるが、現在動力炉の主流を占める軽水炉ではジルコニウム合金(ジルカロイ)が多く使われている。その他減速材としてベリリウム、制御材としてホウ素、カドミウム、ハフニウム等が使われ、各所でレアメタルが不可欠な材料となっている。

### 2.13 ニューセラミックス材料

耐熱性、耐食性、耐久性に優れ、高硬度であるなどの特性に加えて、電磁氣的、光学的にも優れた特性を有する新しい材料として需要が急増している。ニューセラミックス材料には酸化物系と非酸化物系があり、前者には、ジルコニア( $ZrO_2$ )チタニア( $TiO_2$ )マグネシア(MgO)シリカ( $SiO_2$ )ないしアルミナ( $Al_2O_3$ )が、後者にはシリコン、チタン、ジルコニウム、タンタルないしアルミニウムの炭化物、窒化物、ホウ化物などが代表的なものである。利用分野は広く機械構造材、エレクトロニクス部品材料、化学機能材料等多岐にわたっている。

### 2.14 触媒材料

石油化学、高分子化学の発展を支えたのが様々なレアメタルを含んだ金属、化合物形態の触媒であり、自動車排ガスをはじめとする公害防止用などにも広く用いられている。最近ではC1化学、石炭液化、光反応化学等の新しい分野においての高活性、高選択性を有する新しい触媒の研究開発も活発である。触媒に使われるレアメタルの幅は広いが主なものとしては、白金族(白金, オスミウム, イリジウム)パラジウム族(パラジウム, ロジウム, ルテニウム)コバルト, ニッケル, モリブデン, バナジウム, チタン, タングステン, ビスマス, クロム, シリコン, レアアース等があげられる。

## 3. レアメタルの需要と今後の見通し

レアメタルの世界全体でみた需要動向についてみると米国の鉱山局の資料によると、表2に示したように1978年実績に対して2000年予測では2倍強となっている。

わが国についての需要予測については各機関で種々行われているが、比較的最近のものとして通産省の鉱業審議会での試算がある。

この試算は31鉱種のレアメタルを対象としたものでこの前提としては、①マクロ経済指標としては昭和59年3月の産業構造研究会の「新素材の現状と見通し」②個別の新素材の市場規模としては昭和59年7月の基礎新素材研究会の「基礎新素材研究会中間報告」等を参考としている。この結果は次のとおりである。

- ① レアメタルの現在の市場規模は約59百億円であるが、2000年においては、約1兆7千億円程度と約3倍に規模が拡大すると見込まれる。
- ② このうち、いわゆる新素材向けの原料として使わ

表2 世界におけるレアメタル需要予想

鉱種	1978年実績(A)	2000年予測(B)	B/A
ニッケル	972千t	2,500	2.6
クロム	3,900千St	7,950	2.0
タングステン	104,255千Ib	219,000	2.1
コバルト	54,364千Ib	107,000	2.0
モリブデン	927百万Ib	5,500	2.7
タンタル	1,814千Ib	4,900	2.7
エオブ	23,590千Ib	84,000	3.6
マンガン	9,582千St	19,600	2.0
白金族	7,079千OZ	11,815	1.7
ストロンチウム	52千St	103	2.0
アンチモン	145,614St	229,000	1.6
バナジウム	32,151St	75,900	2.2

(注) 1) 白金族は白金、ロジウム、パラジウム、ルチニウム、イリジウムの合計値  
 2) B/Aの算術平均は2.27  
 (出所) Mineral Facts and Problems 1978

れるレアメタルは現在約4百億円であるが、2000年には約54百億円と約15倍にも増大すると見込まれる。

- ③ 現在素材向け原料として使われるレアメタルは新素材向けに比し伸びが低いものの(約2倍)着実な増加が予想される。
- ④ 個別の鉱種についてみると、ガリウム、インジウムは約100倍と著しい伸びが見込まれる他、ゲルマニウム、ニオブ、リチウム、レアアースについては現在の5倍以上、タンタル、ジルコニウム、ニッケルは3倍以上の拡大が見込まれている。

なお、世界における日本の消費シェアについては、必ずしも正確でないが、表5のとおりで平均的には1~2割程度のシェアを占め、とくに電子材料に用いられるガリウムは約6割、白金、パラジウム、ストロンチウムも約5割と著しく高い比率である。

4. レアメタル資源供給の現状と将来

4.1 レアメタル資源の埋蔵と生産の偏在

地球の地殻の大部分は、O, Si, Al, Fe, Ca, Na, K, Mgのいわゆる8大元素によって構成されており、これにTi, H, Pを加えて11元素だけで99.3%を占めている。レアメタルを含む他の81種類の元素は僅か0.7%にすぎない。クラーク数として示されるこの地球化学的な金属の賦存において、レアとして扱われているSi, Ti, Mn, Sr, Ba, Zr, Cr, Vなどはその賦存度において、コモンメタルとして扱われているCu, Zu, Pb, Snなどよりも豊富に存在する。つまり地球化学的な賦存の豊富さは必ずしも供給・入手のし易さを示す

表3 2000年におけるレアメタル需要予測

	現在の市場規模(A)	2000年の市場規模(B)	B/A
計	58.6(百億円)	169.7(百億円)	2.9
新素材向け	3.5	53.6	15.3
現素材向け	55.1	116.1	2.1

(注) 2000年の市場規模は58年価格による  
 (出所) 鉱業審議会「レアメタル総合対策について」

表4 鉱種別主要レアメタル需要予測(2000年)

	現在需要(A)	将来需要(B)	B/A
ニッケル	100,000(t)	300,000(t)	3.0
クロム (金属)	1,250	3,500	2.8
(フェロ)	600,000	1,400,000	2.3
タングステン	2,600	5,900	2.3
モリブデン	10,800	24,000	2.2
マンガン (金属)	3,100	5,500	1.8
ニオブ (フェロ)	3,100	8,000	2.6
(化合物)	40,000	116,000	2.9
(金属)	6	260	43.3
ガリウム	16	1,500	93.8
インジウム	13	1,300	100.0
レアアース	2,113	12,915	6.1

(出所) 鉱業審議会

ものではない。埋蔵量とは採鉱の可能性があると確認された鉱物資源量であって、高度に濃縮されて鉱床という形態をとるか、またはその副産物として採取しうるものとして示される。

埋蔵量からみて1千万トン以上の大規模なものは、B, Ba, Cr, Mn, Ni, Ti, V, ZrでこのうちCrとMnは極めて大規模な埋蔵量が確認されている。

一方埋蔵量が極めて小さい規模のものはBi, Ga, Ge, Pt族, Taなどがある。とくにGeは全世界でも僅か4,400トンが確認されているにすぎない。

レアメタルのうち既に鉄鋼等の既存素材向けの原料は広く利用され、資源の新しい獲得のための探鉱活動も活発に行われているが、一方、ガリウム、インジウム、レアアースなどのように新素材開発の波に乗って各種研究開発が進められた結果、最近に至って用途開発の目途がきつつあるものについては、現在の使用

表5 わが国のレアメタル消費シェア

レアメタル	世界におけるシェア	レアメタル	世界におけるシェア
ホウ素	7%	パラジウム	45%
ビスマス	11	レアアース	12
コバルト	15	高純度ケイ素	金属シリコン 17
クロム	10	単結晶	30
ガリウム	60	ストロンチウム	47
リチウム	16	タンタル	13
マンガン	16	チタン	10
モリブデン	15	バナジウム	15
ニオブ	18	タングステン	5
ニッケル	17	ジルコニウム	20
白金	50		

(出所) 工業レアメタル-86

量が少ないために市場が未確立であり、今後の需要増に対応した探鉱活動が充分に行われておらず、供給体制はまだ充分でない。

とくに埋蔵量が特定の国に集中しているものとして Co, Cr, Li, Mn, Mo, Nb, Pt族, RE, Ta, Ti, V, W などがあるが、南アフリカ、ザイール、ブラジル、チリなどのように政治・経済情勢の不安定な国や、共産圏の国にかなりの資源が集中しており、また生産国についても各々同じ傾向にある。

なお、エレクトロニクスの中核的材料として重要な金属シリコンの原料となる Si 資源の埋蔵量は不透明であり、今後のデータ整備に留意する必要がある。

また、深海底のマンガン団塊の開発によって、マンガン、コバルト、ニッケルなどの供給構造に大きな変化がもたらされるものと思われる。すなわち、マンガ

ン団塊には陸上埋蔵量の16倍(Mn) 100倍(Co) 10倍(Ni) の賦存が推定されるからである。

4.2 わが国におけるレアメタル資源供給

わが国のレアメタルはタングステン、モリブデン、マンガン等10鉱種程度の生産が行われているが、その自給率が極めて低く、輸入依存度は、コバルト(100%)モリブデン(99%)、マンガン(95%)をはじめ極めて高い状況にある。しかもその輸入先が政情不安な国を含む特定小数の国に限られている実態にあり、わが国のレアメタルの供給構造は極めて脆弱である。僅かな自給に関して大別すると次のとおりである。

- ① 国内産レアメタル鉱石によるもの(タングステン、バリウム)
- ② 国内産コモンメタル鉱石に伴伴するもの(ビスマス、ガリウム)

表6 レアメタルの賦存と供給

(千トン)

レアメタル	世界の埋蔵量	最大保有国	最大生産国	わが国の輸入相手国	わが国の輸入依存度
ホウ素	90,000	トルコ 36,000 (40%)	アメリカ 562 (57%)	トルコ (95%) ソ連 (5%)	100%
バリウム	115,000	アメリカ 29,000 (25%)	アメリカ 635 (13%)	中国 (80%)	42%
ビスマス	94	日本 23 (24%)	オーストラリア 0.7 (23%)	ソ連 (49%) カナダ (18%)	—
コバルト	2,401	ザイール 1,178 (49%)	ザイール 9 (43%)	(鉱石)フィリピン (56%) オーストラリア (45%) (地金)ザイール (59%) ベルギー (14%)	100%
クロム	3,356,000	南アフリカ 2,268,000 (68%)	ソ連 3,447 (34%)	(鉱石)南アフリカ (47%) インド (12%) (フェロ) " (65%) ブラジル (12%)	50% 99% 49%
ガリウム	110	アフリカ 45 (41%)	アメリカ — (46%)	副産物	—
ゲルマニウム	4	アフリカ 2.4 (55%)	フランス — (28%)	フランス (51%) 西ドイツ (23%)	48%
リチウム	2,224	チリ 1,179 (53%)	アメリカ — (68%)	アメリカ (80%) 西ドイツ (19%)	—
マンガン	1,611,000	南アフリカ 717,000 (53%)	ソ連 9,251 (46%)	南アフリカ (52%) オーストラリア (25%)	95%
モリブデン	9,468	アメリカ 4,983 (53%)	チリ 14 (27%)	チリ (35%) アメリカ (29%)	99%
ニオブ	4,113	ブラジル 3,216 (78%)	ブラジル 11 (89%)	(鉱石)カナダ (100%) (フェロ)ブラジル (99%) 西ドイツ (1%)	100% 73%
ニッケル	60,000	ニューカレドニア 5,000 (25%)	ソ連 168 (55%)	(鉱石)ニューカレドニア(49%) (フェロ)ニューカレドニア(46%) (マット)インドネシア(57%) (地金)カナダ (28%)	100% 17% 100% 53%
白金族	1,180	南アフリカ 970 (82%)	ソ連 0.1 (55%)	(白金塊・粉) 南アフリカ (68%) ソ連18%	97%
レアアース	7,011 (百万トイオンス)	アメリカ 4,535 (64%)	アメリカ — (60%)	(酸化イットリウム) フランス (41%) (その他) アメリカ (48%)	100% 100%
ケイ素	—	(ブラジル 1,136)	ソ連 472 (18%)	—	100%
ストロンチウム	6,347	ヨーロッパ 3,628 (57%)	スペイン 16 (31%)	スペイン (100%)	100%
タンタル	65	ザイール 37 (57%)	オーストラリア 0.7 (31%)	(鉱石) マレーシア (90%)	100%
チタン	273,500	インド 45,000 (23%)	オーストラリア (イルメナイト) (ルチル) (64%)	(鉱石) マレーシア (42%) オーストラリア (24%)	100% 100%
バナジウム	15,782	南アフリカ 7,800 (49%)	南アフリカ 10 (34%)	(王酸化) 南アフリカ (60%) 中国 (26%)	71%
タングステン	2,582	中国 1,359 (53%)	中国 10 (27%)	韓国 (23%) ボルトガル (21%)	100%
ジルコニウム	25,224	オーストラリア 7,256 (29%)	オーストラリア 295 (57%)	(鉱石) オーストラリア (81%) 南アフリカ (16%) (地金) アメリカ (68%) フランス (32%)	86%

(出所) Mineral Facts and Problems 1978 Mineral Commodity Summaries 1984 Roskils Metals Databook 1980 鉱業便覧

- ③ 輸入コモンメタル鉱石に付随するもの（ビスマス、ガリウム）
- ④ 回収もしくはリサイクリングによるもの（バナジウム、ガリウム）

またニッケル、クロム、コバルトなど鉱石輸入により国内製錬メーカーが生産しているものが一般的であるが、地金もしくは化合物として直接輸入されるものも多い。

海外依存度 100% でしかも消費量が大きいものには、Cr, Mn, Mo, Ni, Si, Ti (いずれも年間 1 万トン以上) と、B, Co, Li, Nb, RE, V, W, Zr (年間千トン～1 万トン) のものがある。

また全世界に占めるわが国の消費シェアが非常に大きいものとしては Ga (60%) Pt 族 (50%) Si (20～30%) Sr (47%) Zr (20%) などがある。(表 5)

## 5. 今後の課題と対策

通産省鉱業審議会鉱山部会レアメタル総合対策特別小委員会は、今後の技術革新に伴うレアメタル需要の拡大への対応として、探鉱開発、技術開発、ならびに備蓄を含めた中長期対策を審議し、59年12月に次のような報告をとりまとめている。

### 5.1 探鉱開発

「今後のレアメタル需要の増大に対し、脆弱な供給構造を改善するためには海洋資源を含めた内外にわたる探鉱開発の推進が必要である。またレアメタルの探鉱開発を進めることは、わが国のメタル産業の新たな飛躍をもたらすものである」との認識のもとに、国内探鉱開発、海外探鉱開発、深海底鉱物資源の開発についてそのあり方を示し、具体的には国内開発対象としては、タングステン、モリブデン、ガリウム、インジウム等、海外開発の対象としては、ニオブ、レアアース、ガリウム、コバルト、クロム等、マンガン団塊開発の対象としてニッケル、コバルト、マンガンをあげ、併せて開発目標、開発体制に言及している。

### 5.2 技術開発

「今後のレアメタル需要の拡大のみならず、その質的变化に対応していくためには、レアメタル関連技術の開発が必要である。また、これらの技術開発はわが国のメタル産業の活性化および技術先進国としての国際的責務といった観点からも重要なものとして位置付けられる」との認識のもとに探査、採掘、選鉱、製錬、精製、高品質化、回収のそれぞれの分野での技術開発の課題とその進め方について述べている。

表 7 60日備蓄目標 (7 鉱種)

ニッケル		
	（フェロニッケル	40,000 t
	地金	5,700 "
	酸化ニッケル	1,500 "
フェロクロム		86,000 "
三酸化タングステン		620 "
コバルト地金		264 "
三酸化モリブデン		1,800 "
マンガン		
	（フェロマンガン	85,000 "
	電解二酸化	3,300 "
	電解金属マンガン	620 "
フェロバナジウム		890 "

## 5.3 備蓄

ニッケル、クロム、タングステン、モリブデン、コバルト、マンガン、バナジウムの 7 鉱種について、毎年わが国の消費量の 12 日相当分を積上げ、62 年度末迄の 5 年間で合計 60 日分の備蓄を実施するという、いわゆるレアメタルの、国家備蓄制度が 58 年度よりスタートした。この計画による備蓄目標量は昭和 54～56 年の 3 年間平均の消費量ベースで定められており、国家備蓄として 25 日、民間との共同で 25 日、民間備蓄で 10 日分の備蓄を行うというものである。

しかしながら最近の国家財政事情から計画は大幅に遅れ、60 年度末でようやく 21.6 日分、計画の 36 日分に較べてようやく 6 割という状態である。緊急時に備えた備蓄制度は米国、フランス、スウェーデン等の諸外国でも大規模に実施しており、わが国としても一層の推進をはかることとしている。

なお、以上の他、レアメタル資源について今後早急に対策を要するとみられる課題としては、①再資源化の促進、②代替材料の開発、③レアメタル関連情報の整備等が関係各機関の検討結果としてあげられている。

## 参考文献

- 1) ハイテク産業とレアメタル (1985) (財)産業研究所
- 2) ハイテク産業とレアメタル資源 (1985) 日本開発銀行
- 3) 機能材料を中心としたレアメタル資源に関する調査 (1984) 科学技術庁 資源調査所
- 4) レアメタル中長期安定供給対策 (1984) 通産省 鉱業審議会 鉱山部会資料
- 5) 再資源化システム技術体制整備 (1985) クリーン・ジャパン・センター
- 6) 先進諸国における希少金属の備蓄政策 (1983) 総合研究開発機構
- 7) 工業レアメタル 86号
- 8) 鉱業便覧 60年度版
- 9) 新材料の実際知識
- 10) Mineral Facts and Problems 1980