

レアメタル動向調査報告(特に IT 産業関連素材の動向)

ロンドン海外調査員 森脇久光報告

目次

はじめに

白金族：PGM

1. 概要
2. 価格変動とロシア動向
3. 最近の需給動向と今後の展望

レアアース

1. 概要
2. 生産動向
 - 2.1. 中国の生産動向
 - 2.2. 欧州のレアアース加工業者
3. 需要動向
 - 3.1. 石油接触分解触媒
 - 3.2. 自動車排気ガス用触媒
 - 3.3. 磁性材料
 - 3.4. バッテリー材料
4. 市場、価格動向

(付表)

- 第1表 ロシア・ノリルスク各鉱床の採掘量
- 第2表 白金族の価格変化(平均)
- 第3表 白金需給
- 第4表 パラジウム需給
- 第5表 世界のレアアース工業埋蔵量、2000 年の採掘量
- 第6表 2000 年の中国国内レアアース生産地内訳
- 第7表 2000 年～2010 年の中国国内レアアース消費及び輸出量予測
- 第8表 1999 年及び 2000 年の中国レアアース輸出相手国及び輸出量
- 第9表 世界のレアアース市場需要量
- 第10表 各レアアース価格推移表

はじめに

2000 年度に引き続き、レアメタル動向調査を実施した。2001 年度は、情報技術(IT)産業関連素材の動向に注目し、その中から白金族金属(以下白金族と略)、レアアースに焦点をあて検討を行ったので、以下に報告する。

白金族：PGM

1. 概要

このグループには白金(Platinum)の他、イリジウム(Iridium)、オスミウム(Osmium)、パラジウム(Palladium)、ロジウム(Rhodium)、ルテニウム(Ruthenium)の 6 金属が属し、金を除き、国際的に最も高い価格で取引されている。中でもロジウムの市場取引価格は最も高く、最近の平均価格の例として約 55,000US\$/kg と、グループ内の他の金属の白金(16,800US\$/kg)、パラジウム(16,600US\$/kg)、イリジウム(13,100US\$/kg)、オスミウム(12,900US\$/kg)、ルテニウム(4,400US\$/kg)に比べても際立っている。

白金族のこうした高価格の最大の理由は、触媒等、工業品用途としての需要もさることながら、錆びにくく、美しい光沢を有し、「宝飾品素材」として最高品質と見なされていることに起因しているのは周知のとおりである。

2. 価格変動とロシア動向

この 1~2 年、不安定なロシアの供給事情などを背景として、これ程大きく価格が動いた金属は他に殆ど存在しない。この原因について一部には、「経済危機に悩むロシア政府が、世界の白金族供給に関するその特異な立場を利用し、人為的に価格操作を実施したため」と見る向きもある。

まず注目されたパラジウム価格の値動きについては、1996 年平均約 130US\$/oz、1998 年は約 290US\$/oz に、さらに 1999 年から 2000 年にかけて、680US\$/oz に上昇し、2000 年末には 950US\$/oz、2001 年 1 月には 1,090US\$/oz まで達したが、高値を嫌った需要家離れ、ロシアからの供給改善の見通し、及び米国経済の停滞などが現実化する中、それをピークに落ち込み傾向が現在も続いている。このレポートを纏めつつある時点の流動化する国際情勢(テロ事件及びそれに続く米・英国によるアフガニスタン攻撃など)の中でも、パラジウム価格は 345US\$/oz(10 月 11 日現在)まで低下し、一部専門家はさらに価格は世界的な経済停滞などを理由に、「弱含み」と予想(Metal Bulletin)している。

最近の下落の主な原因として、日本を中心とする景気後退による急速な消費量の減少と、ロシアの輸出安定化傾向が挙げられ、特に日本は、2000 年 1~8 月期の消費実績(55.3t)に比べ、2001 年は 34.3t と、実に 38%の減少となった(Metal Bulletin)と伝えられている。

また、ロジウム価格はさらに極端な高騰傾向を示し、1997 年の市場価格は 300US\$/oz であったが、1998 年は 620US\$/oz、1999 年には 900US\$/oz を越え、さらに 2000 年には 1,800US\$/oz に達した。

これに比べて、白金価格もかなり上昇はしたものの、これほど極端な値動きは示さなかった。1996 年から 1999 年にかけては、375～400US\$/oz の範囲に止まったものの、2000 年は 540～600 US\$/oz と推移し、2001 年 1 月には 640US\$/oz に達したが、その後下降し、現時点(10 月 11 日)では 427US\$/oz となっている。

白金族のその他の金属のイリジウム、オスミウム、ルテニウムもほぼ同様に、この 1～2 年間に上昇し、その後下降傾向を示している。

白金族の価格変動の激しい主な原因として、一般的に総供給量が少なくかつ賦存の遍在性があり、その割に需要先が拡大しているところにあるとされている。

白金族価格を押し上げる背景には、近い将来の一段の価格上昇を前提とした「より低価格時での原材料確保」という消費者の心理も大きく影響していると考えられている。その背景には世界の白金族の生産が、政治的、経済的不安要素の多い南ア、ロシアに遍在している影響も大きく、取り分けパラジウムの供給は、ロシアの動向に大きく左右されている。また後述するように、ロシアの PGM(白金族)生産量、ストックパイル量については、共産主義体制が崩壊した現在でも公表されておらず、憶測による投機的動きや過剰な原材料確保への動きを発生させ易い状況が続いており、価格変動の大きな要因となっている。

ロシアは年間生産量、在庫量データの守秘義務を、関係者に課している。2001 年 9 月 19 日、ロンドンで開催された「Precious Metals Seminar」に於いて、ロシアのパラジウム生産の現状について講演した、白金族輸出機関「Almaz」(ロシア大蔵省の下部機関)の副総裁 Mr.Alexander Vassiliev も、全く関係データを示さず、「ロシアはパラジウム世界生産量の 2/3 を生産する。このため生産者としての責任を十分認識している。今後、ロシアはこれまでの長期戦略を変更し、消費者への信頼性を回復させ、より魅力的な生産者へと変身する予定。但し、パラジウムの生産、ストックレベルのデータは国家機密であり、漏らすと懲役 15 年以上となる。従って詳しいコメントをここでは出来ないが、全体のストックレベルはこの 5～10 年間、減少傾向にある。しかし、契約等を履行するに必要な量は確保されており、その面では全く心配が無い。また、ここ数年、ロシアからのパラジウム輸出業務は滞っておらず、むしろ相手国での国境通関手続に問題があるのではないかと自社の正当性を主張している。しかし一方では、価格の高騰を契機に、需要先の白金族ばなれが加速し、さらに米国を中心に経済停滞が進み、価格の下落傾向が強まる中で、パラジウムの将来に対

する供給者の不安も見えかくれし、その掴み所の無いプレゼンテーションと併せて、極めて興味深いものであった。

一般的にロシアでは、現在に於いても、銅、ニッケル、銀、金、白金族は戦略鉱物と位置付けられており、輸出量に制限が加えられている。中でも「貴金属」については、国家保有スキームを通じ、その売買に政府自身が直接関与している。

ロシアのパラジウム輸出の主要供給源は、「Norilsk Nickel 社」、「Gokhran(政府の貴金属・宝石リザーブ組織)」及び「ロシア中央銀行」と言われており、ロシア政府は、これら組織に対して期限限定の輸出割当て許可書を交付することを介して総供給量をコントロールし、大きな利益を手中にしているといわれている。

このため、これら組織はすべて上記輸出機関の「Almaz」を通して対外輸出を行っている。因みにこの内、Norilsk Nickel 社(Norinickel)は、1999 年に既に今後 10 年間の輸出割当て許可を政府から取得したと言われているが、それであっても単年度毎の輸出割当て量の決定は政府の権限となっている。

また、Gokhran 及びロシア中央銀行とも「Multi-Year Export Licence」取得申請を政府に提出しているが、これに対し 2001 年 4 月までは単年度のライセンスさえも許可されなかったようであり、2001 年中の複数年のライセンス取得は望み薄な状況と考えられている(Metal Bulletin)。

3. 最近の需給動向と今後の展望

上述の様な急激な価格変動を背景に、白金族の使用量を削減する動きや、代替品にシフトする動きが加速されとの考えが、急速に広まりつつある。

既に代替品として多重層セラミックスを使用した触媒などや、パラジウムの量を減らし、銀、その他の金属(ルテニウム、ルテニウム等)へのシフト傾向が明らかになっており、現時点では、特に「ルテニウム」に注目が集まりつつある。

この金属は、通常他の白金族メタルのバイプロとして生産されるが、ルテニウム酸化物は発火しやすく取り扱いにくい上に、ドイツの製錬業者の Heraeus 社など、生産者が限定的であるところに難点があると言われている。しかし最近、既に白金・ルテニウム触媒の開発や、IBM はルテニウムを使用した「PIXIE DUST」と呼ばれるデータ集積プロセスの開発に成功したとの情報が伝えられるなど、一段と重要度を増してきているものと見られている。

一方、供給サイドの動きを見ると、ここ数年間に亘る白金族価格の高騰と需要拡大の影響を受け、白金族を主なターゲットとした探鉱・開発が世界中で積極的に展開されている。特にこのところ、主要供給国である南アに於いて、新たな開発プロジェクトのスタートが相次いで発表されている。

南アでは、伝統的に南ア経済を支えて来た金産業が採掘深度の深部化と価格低迷などにより生産量の減少傾向を続け、当面この傾向への歯止めが期待出来ない状況の中であって、白金族は金に換わる付加価値の高い鉱種として現在同国で最も開発が期待されている。

ジョンソンマッセイ(Johnson Matthey)社が発表した 2000 年の世界の白金需給中間報告によれば、昨今のパラジウム価格高騰の影響などにより、自動車触媒用途などでは、パラジウムから白金にシフトする動きも起っており、これを受け白金需要量は対前年比 1.6%増(自動車用触媒は 11.8%増)の 5,690 千 oz、供給量は対前年比 11%増の 5,410 千 oz の見込となっており、全体的に価格低迷の続く非鉄金属産業の中であって、開発の活性化が目立っている。

この中間報告によれば、世界の最重要白金供給国である南アからの 2000 年の供給量は、1999 年(合計 390 万 oz)に比べ 2 万 oz 増加し、合計 392 万 oz となる見込とし、併せて、パラジウムは 196 万 oz(1999 年供給量 : 187 万 oz)、ロジウムは 43 万 4 千 oz(99 年供給量 : 41 万 oz)に達するものと推定。さらに、幾つかの南アの白金鉱山は年当初の大雨の影響を受け上半期の生産量は予想レベルを下回ったものの、各鉱山での設備増強が進んでおり、2000 年は結果として微増にとどまると予想。しかし価格の高騰を背景に各鉱山の設備増強、拡張計画が軌道に乗りつつあることから、2001 年以降は、さらに大幅な供給増が期待されるとしている。

この中間報告以降も、南アのアングロ・アメリカン・プラチナ社(Anglo American Platinum Corp.)と英国ベースのロンミン社(Lonmin Plc)は、南アのブッシュフェルト火成岩体(Bushveld Igneous Complex)中の UG2 層に胚胎する白金鉱床の共同開発に合意し、2001 年 7 月 1 日から活動を開始すると発表(Mining Journal 2001 年 4 月 13 日)。

発表では本プロジェクトは「Pandora Project」と名付けられ、鉱業権を有する Anglo American Platinum 社と開発のためのインフラを提供する Lonmin 社の対等 JV 方式により行われる。鉱床の推定埋蔵量は 1 億 3 千万 t、フル操業開始の予定は 2007 年、年間約 360 万 t の粗鉱を採掘し、23 万 oz の白金と 11 万 oz のパラジウムを生産し、マインライフは 30 年以上となっている。

これらを含め、Anglo American Platinum 社は 2006 年までに白金を含む貴金属生産を現在の年産 2 百万 oz から、年産 3.5 百万 oz まで引き上げる計画を実行中で、それによる雇用創出は 2,200 人と見込まれている。

次に、ロシアは依然として市場への供給に不透明さが存在するものの、ロシアからの 2000 年の白金及びロジウム供給は大幅に増加し、白金は 110 万 oz(1999 年供給量 : 54 万 oz)、ロジウムは 28 万 oz(1999 年供給量 : 6 万 5 千 oz)の見込となっている。またパラジウムについては、最初の 8 か月はやや増加したものの、一般的にパラジウムは一部ローンの返済等に回されると考えられるため、

最終的には 520 万 oz(1999 年供給量：540 万 oz)と、微減と予想している。また、1994 年から 2000 年の間のロシアからのパラジウム供給量約 29 百万 oz の半分は政府リザーブからの供給であったと推計している(Metal Bulletin)。

ノリルスク・ニッケル銅鉱山(Norilsk Nickel)からのパラジウム供給については、前述したように、1999 年に 10 年間の輸出割り当て許可を政府より取得している。さらに近年の高価格に支えられ、2000 年の白金生産量は 2.93 百万 oz(1999 年：2.66 百万 oz)、パラジウム生産量 935,000oz(1999 年：850,000oz)と増産し、その収益を基に、白金族だけでなく銅、コバルト、ニッケル生産プラントの設備、機器等の更新などを実施し、2010 年までの開発計画を着実に進行させつつあると伝えられている。

また、1999 年 4 月には、Talnakh 選鉱所設備の改良を含む、ノリルスク鉱山の今後 10 年間の開発計画が承認されており、これに伴う白金族の回収実収率の向上が期待される。さらに近年、Talnakh 鉱床の採掘品位の低下が続いていたが、昨今の白金族価格の上昇を受け、白金族品位の高い Norilsk-1 鉱床の開発や Zapolyarny 坑内採掘の拡張、Medvezhyi Ruchei 露天掘りポテンシャルの拡大計画が軌道に乗るものと期待されている。第 1 表に各鉱床ごとの採掘量等を示す。

さらに現在、同鉱山の Talnakh の廃滓ダムには約 76 百万 t の廃滓が貯蔵されており、この中には約 5.8g/t のパラジウムと 2.1g/t の白金が含まれ、全量で約 19.3 百万 oz の白金族が見込まれている。この廃滓からの白金族回収プロジェクトの開始が 2002 年の下期から予定されており、すでにフィンランドの Outokumpu 社がそのプロジェクトに係る契約を同鉱山と締結した模様である(Metal Bulletin Monthly)。

Outokumpu 社は 1996 年以降、同鉱山設備の近代化に深く関与しており、既に選鉱施設には 13 機のドライフィルターを設置したとされている。

因みに同鉱山からの白金族精鉱は、シベリアの Krasnoyarsk にある製錬施設に送られ、ここでパラジウムインゴット(99.98%)、粉末(99.8%)、Palladium Black(98.0%)及び白金インゴット(99.8%)、粉末(99.8%)、装飾品(95～95.5%)、Platinum Black(96.7%)などに加工されている。

しかし一方、ジョンソンマッセイ社によれば、近年、ロシアの白金族生産量は徐々に減少傾向にあり、さらに巨額債務の返済問題を抱えるロシアにとり、白金族の放出・供給は、重要な資金源として「国家経済戦略」と密接にリンクしており、今後ともコンスタントな供給が継続できるかどうかの不安定要素も併せて存在しているという。

参考として、第2～4表に1999年～2000年の価格変化、白金、パラジウムの需給実績及び予測を示す。

第1表 ロシア・ノリルスク各鉱床の採掘量

Mine	Ore Type	1998 年			2002 年		
		採掘量 (mt)	品位 (g/t)	鉱石中の PGM 量(mt)	採掘量 (mt)	品位 (g/t)	鉱石中の PGM 量(mt)
Oktabrysky	Ni-rich	4.0	10.8	1.4	3.4	10.8	1.2
	Cuprous	0.1	9.8	0.0	1.6	9.8	0.5
Taimyrsky	Ni-rich	2.0	10.8	0.7	2.0	10.8	0.7
Komsomolskiy	Ni-rich & Cuprous	1.6	10.3	0.5	1.4	9.8	0.4
Zapolyarny	Disseminated	1.0	4.3	0.1	1.0	4.3	0.4
	Low-Sulphur Disseminated	-	-	-	2.0	9.0	0.4
Medvezhyi Ruchei (Open Pit)	Disseminated	0.4	4.3	0.1	0.4	9.0	0.2
	Low-Sulphur Disseminated	-	-	-			
Mayak	Ni-rich	0.4	10.8	0.15	-	-	-
Skalisty	Ni-rich	0.2	10.8	0.08	2.0	10.8	0.7
計		9.7		3.0	1.46		4.5

出典：Metal Bulletin Monthly 10/2001

第2表 白金族の価格変化(平均)

(単位：USドル/oz)

平均	白金	パラジウム	ロジウム
1999 年(1-9 月期)	359.04	343.12	897.50
2000 年(1-9 月期)	528.93	640.76	2,025.47
変化率(%)	47%	87%	126%

出典：Platinum 2001(Johnson Matthey)

第3表 白金需給

(単位：千 oz)

	1999	2000	2001(E)	2002(E)
供給				
South Africa	3,900	3,800	4,126	4,679
Russia	540	1,100	1,110	1,050
North America	270	285	362	436
Others	160	105	100	125
供給合計	4,870	5,290	5,698	6,290
需要				
Autocatalyst: gross (recovery)	1,610 (425)	1,840 (470)		
Jewellery	2,880	2,840		
Industrial	1,355	1,450		
Investment	180	(60)		
需要合計	5,600	5,600		
在庫変動	(730)	(310)		

出典：Platinum 2001、及び HSBC 資料

第4表 パラジウム需給

(単位：千 oz)

	1999	2000	2001(E)	2002(E)
供給				
South Africa	1,870	1,860	2,091	2,387
Russia	5,400	5,200	5,500	5,000
North America	630	635	896	1,261
Others	160	95	150	150
供給合計	8,060	7,790	8,637	8,798
需要				
Autocatalyst: gross (recovery)	5,880 (195)	5,650 (230)		
Dental	1,110	820		
Electronics	1,980	2,140		
Others	585	520		
需要合計	9,360	8,900		
在庫変動	(1,300)	(1,110)		

出典：Platinum 2001、及び HSBC 資料

レアアース

1. 概要

一般にランタン族の 15 元素に、イットリウム、スカンジウムを加え、計 17 元素を一括して「レアアース」と呼んでいる。以下にレアアースの元素名、元素記号、原子番号、地殻存在量、原子量を示す。

Element	Symbol	Atomic No.	Abundance (ppm)	Atomic mass
ランタン(Lanthanum)	La	57	30.0	138.92
セリウム(Cerium)	Ce	58	60.0	140.13
プラセオジウム(Praseodymium)	Pr	59	8.7	140.92
ネオジウム(Neodymium)	Nd	60	28.0	144.27
プロメチウム(Promethium)	Pm	61	n/a	145.00
サマリウム(Samarium)	Sm	62	6.0	150.43
ユウロピウム(Europium)	Eu	63	1.8	152.00
ガドリニウム(Gadolinium)	Gd	64	5.2	156.90
テルビウム(Terbium)	Tb	65	0.94	159.20
ジスプロシウム(Dysprosium)	Dy	66	6.2	162.46
ホルミウム(Holmium)	Ho	67	1.2	163.50
エルビウム(Erbium)	Er	68	3.0	167.20
ツリウム(Thulium)	Tm	69	0.5	169.40
イッテルビウム(Ytterbium)	Yb	70	2.8	173.04
ルテチウム(Lutetium)	Lu	71	0.5	174.99
イットリウム(Yttrium)	Y	39	33.0	88.92
スカンジウム(Scandium)	Sc	21	22.0	45.10

この中で、人工的な産物であるプロメチウム(Pm)を除き、16 金属が天然に産出するが、ランタン、セリウム、ネオジウムなどは地殻存在量が多く、特にセリウムはその存在量が 60ppm と、銅の存在量の 50ppm を上回っており、地球上で 25 番目に存在量の多い元素で「レアアース」とは言い難い側面

を有している。

レアアースは、1952 年から採掘開始された米国カリフォルニア州、シエラネバダ山脈中の「Mountain Pass 鉱山」の操業本格化に引っ張られるように、1950 年代後半から 1960 年代にかけて、需要量が急激に増加、1970 年代の自動車排気触媒用コンバーターへの用途が確立以降、さらに需要が拡大した。現在は、その優れた物理的、科学的特性を生かし、広範な先端技術産業(エレクトロニクス、エネルギー、磁石、セラミックス、触媒等)にも使用されている。

融点はセリウムの 798 から、ルテチウムの 1,663 まで様々であるが、一般的に柔らかく、可鍛性、柔軟性を有し、灰褐色、銀色を呈する。

2. 生産動向

レアアース原料は、バストネサイト(Bastnasite)、モナザイト(Monazite)、ゼノタイム(Xenotime)、ロパライト(Loparite)、中国のイオン吸着型鉱(Lateritic Ion-Absorption Clays)などの鉱物として、主に中国、米国、ロシア、豪州などで産出するが、1980 年代以降、中国、米国が世界の主要生産国となっており、特に中国は世界供給量の 85%以上を占め、中でもイットリウムは 90%を超え、中国の生産動向が世界のレアアース市場、価格全体に大きな影響を与えている。

2.1 中国の生産動向

その現状を示すため、以下に 2001 年 9 月、「中国有色金属工業協会」が東京で行った講演の際に提示した同協会作成の「世界のレアアース工業埋蔵量、2000 年の採掘量」、「2000 年の中国国内レアアース生産地内訳」、「2000 年～2010 年の中国国内レアアース消費及び輸出量予測」等の資料を示す。

この講演に於いて担当者は、「中国のレアアース資源埋蔵量、生産量、及び輸出量は世界一であり、国際市場で支配的地位を有している。今後、レアアースの重要な役割をどのように発揮させ、人類に貢献するかが中国レアアース業界の重要課題であり、それは光栄ある事業である。」と述べ、さらに「中国は、レアアースの生産、輸出で世界一、消費はアメリカに続いて世界 2 位であり、レアアース応用技術の成熟とハイテク産業の急速な発展により、国内レアアース応用市場は絶えず拡大を続け、現在、レアアースは中国国民経済の 13 分野、40 産業に応用されている。」として、その将来の発展に対し自信の程を表明している。

これらの表からも、中国の世界市場に占める割合の大きさ、輸出相手国の多さの他、今後とも需要は順調に推移し、中国にとり重要な成長産業へ発展すると大いに期待していることが分る。

中国のレアアース開発には、技術面も含め、これまでフランスの Rhodia 社が深く関わっている。同社は 1997 年時点でも中国国内に 13 の JV プロジェクトを保有、その一例としては、1997 年、内

蒙古のパオトウに設立された Baotou Luxi Rhodia Rare Earths Co.Ltd. の 41% 利権を、米国カリフォルニア州をベースにする West Lake Group から取得した。(なお、West Lake Group も依然として 19% シェアを保有している。)

第 5 表 世界のレアアース工業埋蔵量、2000 年の採掘量

(単位：万 t)

国名	中国	旧ソ連	米国	豪州	インド	その他	総計
工業埋蔵量	3,600.00	600.00	1,300.00	520.00	110.00	165.00	6,295.00
比率	57.20	9.50	20.70	8.30	1.70	2.60	100.00
採掘量	7.26	0.20	0.50	0.00	0.27	0.18	8.41
比率	86.36	2.38	5.95	0.00	3.21	2.10	100.00

中国有色金属工業協会講演資料

第 6 表 2000 年の中国国内レアアース生産地内訳

(単位：万 t)

省・自治区	内蒙古	四川	山東	南方 5 省	その他	総計
採掘量	4.06	1.25	0.00	1.95	0.00	7.26
比率	55.90	17.20	0.00	26.90	0.00	100.00

中国有色金属工業協会講演資料

第 7 表 2000 年～2010 年の中国国内レアアース消費及び輸出量予測

(単位：t)

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2010
国内消費量	19,200	21,120	23,232	25,555	28,111	30,922	39,464
輸出	50,500	51,010	51,520	52,030	52,550	53,070	60,000
総計	69,700	72,130	74,752	77,585	80,661	83,992	99,464

中国有色金属工業協会講演資料

第 8 表 1999 年及び 2000 年の中国レアアース輸出相手国及び輸出量

		1999		2000	
		数量(t)	金額(万 US ドル)	数量(t)	金額(万 US ドル)
1	米国	17,612.62	4,696.98	14,077.52	4,882.98
2	フランス	16,541.55	1,834.40	13,497.70	1,620.08
3	日本	17,731.65	10,684.31	21,619.50	15,836.70
4	韓国	4,890.98	1,510.99	2,889.77	1,495.64
5	オランダ	4,330.34	1,532.75	5,968.68	2,201.31
6	台湾	2,632.40	444.12	3,025.26	482.69
7	香港	973.47	1,091.63	148.60	189.08
8	英国	1,086.12	679.35	1,466.81	971.04
9	ドイツ	930.36	1,180.88	1,198.87	1,907.57
10	ベルギー	573.86	197.03	604.88	207.67
11	ブラジル	508.20	55.17	1,296.30	109.80
12	シンガポール	619.92	263.28	300.80	126.69
13	タイ	242.16	191.09	391.10	225.13
14	インド	185.21	71.38	147.19	51.04
15	イタリア	199.60	65.92	146.05	57.14

16	オーストリア	65.71	52.08	1,487.92	393.49
17	スペイン	142.00	51.74	39.85	14.86
18	南アフリカ共和国	40.00	13.30	20.00	6.20
19	オーストラリア	31.39	4.86	21.40	5.51
20	メキシコ	8.50	3.45	4.80	2.91
21	インドネシア	39.50	13.09	95.00	28.31
22	マレーシア	8.95	53.33	347.50	151.71
23	イラン	4.50	2.33	23.50	8.61
24	チェコ	1.00	0.81	0.50	0.50
25	アルゼンチン	0.60	0.36	11.00	3.38
26	ロシア	2.91	5.66	66.92	56.90
27	フィンランド	0.30	0.33		
28	アラブ首長国連合	0.20	0.10	0.40	0.20
29	エジプト	0.60	1.37	0.40	0.93
30	スウェーデン	0.10	0.54	0.02	0.07
31	ニュージーランド	0.10	0.01	0.15	0.25
32	カナダ	1.05	0.56	10.00	14.70
33	ポーランド	0.01	0.01		
34	スイス	0.20	0.60		
35	ルーマニア	1.03	0.26		
36	イスラエル	1.00	0.56		
37	ベトナム	0.11	0.00	1.20	0.48
38	ノルウエー	2.50	2.69	86.10	33.45
39	ハンガリー	0.50	3.52	29.60	103.54
40	デンマーク			0.10	0.10
41	パキスタン			3.00	1.46
42	スロベニア			17.00	6.63
		69,410.59	24,710.84	69,045.37	31,198.76

中国有色金属工業協会資料

第9表 世界のレアアース市場需要量

(単位：t)

	1985	1990	1995	2000	2005
需要量	33,000.0	45,000.0	61,000.0	82,000.0	120,480.0
平均伸び率	4.0	6.3	6.3	6.1	8.0

中国有色金属工業協会講演資料

世界の主要レアアース加工国は、日本、フランス、米国、中国などであるが、最近まで、欧州ではフランスの Rhodia Rare Earths 社が、米国では Molycorp 社が、ほぼその地域を独占する状態であった。

Roskill が纏めた報告によれば、2000 年の世界のレアアース産業の総売り上げは約 830 百万 US ドル、その内、最大需要の酸化希土(Phosphors)は約 300 百万 US ドルであったと推定している。また世界のレアアース需要はここ 3～4 年の間、4～9%/年成長すると予想、2004 年までには、世界需要は 100,000t/年を超えるとしている。中でも中国の生産シェアは世界の 85～95%を占め、2000 年

には 75,500t の鉱石 (REO) を生産し、47,000t の精鉱、金属、化合物を輸出した。さらに中国の国内生産は世界市場とは無関係に拡大を続けており、過剰生産となりつつあるとしている。

しかし一方では、最近の IT 産業やコンピューター産業の不振、テロを切っ掛けとした世界同時不況の様相などから、需要の伸びはこの Roskill 予想を下回ると見る関係者も多い (Metal Bulletin Monthly)。

2.2 欧州のレアアース加工業者

欧州の主なレアアース加工業者の概要を以下に示す。

1) Rhodia Rare Earths 社

1998 年末まで、フランスの Rhone-Poulenc 社は世界で最も大規模なレアアース生産者であった。しかし、同年 12 月、同社はドイツ Hoechst AG 社と合併し、新会社 Aventis を設立。レアアース加工事業はグループ企業内の Rhodia 社に移管。同社は Rhodia Rare Earths 社を設立し、事業を開始。主要レアアース加工施設は La Rochelle Plant で、フランスの大西洋岸 Bordeaux の北約 150km に位置する。

同加工所は、主に西豪州産の砂鉱床からのモナザイトを処理し、1980 年代後半には 15,000 ~ 16,000t/年の鉱石を取り扱った。しかし発生する放射性廃棄物の処理を巡り、周辺住民から環境問題を懸念する声が高まり、1994 年以降は原料を豪州産モナザイトから中国産レアアース塩化物に切り替えた模様である。

2) Hydro-Megon A/S 社

Norsk Hydro Group の子会社の Hydro Megon A/S 社は、ノルウエーの Glomfjord に新設した施設にて、1996 年からグループ企業のロシア・Kola 半島産アパタイトを原料とした肥料工場廃液からのレアアース回収を開始した。

約 1,300t/年のレアアース酸化物(硝酸塩溶液中に、470g/l の REO を含有)を生産し、上記 Rhodia 社に販売している。また同社はノルウエー南部の Porsgrunn プラントでもアパタイトを原料に肥料を生産しており、ここでも同様にレアアースを回収している可能性もある。

3) Treibacher Auermet 社

Treibacher Industrie AG(オーストリア)の子会社である Treibacher Auermet 社は Treibach プラントにて 1994 年よりレアアース生産を開始。

この会社は、1898 年に Carl Auer von Welsbach(ミッシュメタル合金の特許取得者)などによって設立された Treibacher Chemische Werke AG 社を起原とした会社である。

1996 年にはスロベニアの Ravne 社の施設を獲得。この施設ではバッテリー合金中間製品を生産し、オーストリアの最終製品加工施設に運んでいる。

中国産原料を主体に、同社の生産内訳は、レアアース塩、酸化物 40%、バッテリー用水素吸蔵合金 30～35%、ライター用燐石 5%となっている。

4) Metallurg Group

ドイツの Metallurg Group の Gesellschaft für Elektrometallurgie(GfE)社は、各種のレアアースを同社の Nuremberg プラントで生産し、業界のリーダー的存在。最も重要な生産物は航空機業界への特殊合金である。

その他、同グループでは London & Scandinavian Metallurgical Co.Ltd.(LSM)が主に金属業界への原材料の加工、販売を実施している。

5) Meldform Metals 社

1997 年、英国企業の Meldform Metals 社は Goldschmidt のレアアース部門を買収。現在、レアアース粉末、合金、酸化物などを生産し、生産物は全て子会社の Less Common Metals Ltd.社が引き取っている。

6) Johnson Matthey 社

同社の子会社の Alfa Aesar は、高純度レアアースメタル、合金及び化合物を Reacton というブランドネームで生産している。

3. 需要動向

レアアースの需要先等について、その主要なものを以下に列挙する。

3.1 石油接触分解触媒(Fluid Cracking Catalysts:FCC)

取り分け米国に於いて、この分野にレアアースが使用され始めた期間は比較的長く、最大量のレアアース使用分野となっており、環境保護のためのガソリン無鉛化に伴う「オクタン価レベルの維持」に使用されていたが、ゼオライト・ベース触媒の開発、商品化が進み、問題が解決されたため、この分野でのレアアースは、殆ど不用となった。

3.2 自動車排気ガス用触媒(Vehicle Exhaust Catalysts)

上記 FCC 分野への使用減少と対照的に、この分野での需要は今後とも大幅な増が期待されている。酸化セリウムが、廃棄ガス浄化触媒として、自動車の廃棄ガス浄化装置ハニーコウム構造のセラミ

ックス単体に付着させて使用され、セリウムには、スタビライザー、反応促進、酸素吸蔵、ロジウムの NOx 削減能力維持などの役割が期待されている。またセリウムには、車のエンジン始動の際の低温度時での反応を促進させる役割があり、世界的な自動車排気ガス規制強化とあいまってコンスタントな需要が見込まれている。

3.3 磁性材料

レアアースの磁性材料としての需要割合は高く、全体の約 20%を占めている。

サマリウム・コバルト合金：レアアースを使用した磁石は、長年に亘りこのタイプが主流であったが、より低価格のネオジム・鉄・ボロン磁石の開発により、用途は減少している。現在は、軍需、航空機産業分野で主に使用されている。

ネオジム・鉄・ボロン合金：電磁モーター産業では用途が拡大している。その例として自動車用としては、スターター・モーターの他電動ウインドウ、ミラーなどや産業用モーター、医療用 MRI (Magnetic Resonance Imaging)、カメラ内蔵用等が挙げられる。また近年、情報産業などにも用途が拡大しており CD プレーヤー、コンピューター・ハードディスク、携帯電話などにも使用される。

3.4 バッテリー材料

ニッケル・水素電池にはランタンまたはセリウムを多く含むミッシュメタルが使用される。この電池市場はこの 5 年間で急速に拡大した。特に携帯電話への用途は重要で、従来のニカド電池に替わるものとなっている。

レアアースがニッケル・水素電池の負極材料として使用される効果として、充電・最充電時の合金安定性の増強、水素吸蔵能力の増加などが挙げられている。

またこの電池はハイブリッドカーにも組み込まれ、トヨタ・プリウスのバッテリーには約 140kg のレアアースが使用されているとされている。

4. 市場、価格動向

レアアースを含む鉱物は、バストネサイトを採掘する米国 Molycorp 社の Mountain Pass 鉱山などの一部例外を除き、一般的には他の鉱物の副産物として生産されるケースが多いため、他の鉱物の生産活動、市況等に左右される傾向がある。例えば豪州ではモナザイトはミネラル・サンドの副産物として生産され、中国でもレアアースは鉄鉱石やアルミ生産と密接していると言われ、レアアースが過剰生産ぎみであってもコントロールしづらい側面があるとされている。

また価格については、生産者と需要家の長期契約により決定されるケースが多く、短期間に激し

く変動する傾向にはないが、一般的には、近年、中国の過剰生産の影響を受け停滞ぎみである。中国は、その一か国で世界のレアアース需要量を超える生産能力を有しているといわれており、中国政府担当局も各地で連続して立ち上がるレアアース開発プロジェクトをコントロールする役割を殆ど果していないとされ、生産コストの安い中国の生産動向に世界の価格は大きく左右される傾向が続いている。

一般的なレアアース塩化物輸入の 1999 年の平均価格は 2.09US\$/kg(1998 年平均：2.43US\$/kg)、同レアアースメタルは 1999 年、12.44US\$/kg(1998 年平均：17.64US\$/kg)と、いずれも値下がり傾向を示した。

第 10 表に各レアアース価格の各年度の推移表を示すが、例えばサマリウム価格については、1980 年代には 300US\$/kg ~ 400US\$/kg で推移したが、1990 年代にはまた約 300US\$/kg と値を戻している。この理由としては単に供給量だけでなく、磁性材料としてのネオジム・鉄・ボロンの普及が大きいとされている。逆に、このためネオジムはサマリウムに比べ、鉱石中の含有率が、バストネサイトで約 12%、モナザイトで約 18%多いにも係わらずその価格は 1980 年代の 240US\$/t から 1990 年代は 450US\$/t へと値上がりした。現在、最も高価なレアアースはスカンジウムで 99.9%酸化物では 18,000US\$/kg となっている。世界でもスカンジウムを含む鉱石を生産している鉱山は数少ないが、ウクライナの Zhovti Vody 鉱山は品位 105g/t の鉱石を約 1,000m の深度から採掘していると言われている。また豪州 New South Wales の太平洋岸に位置する Lake Innes 鉱床の概査結果からは、コバルト・ニッケルの副産物として約 41g/t のスカンジウムを含むことが報告されており、総量では約 5,000t をこえるスカンジウム・メタルが期待されている。

第 10 表 各レアアース価格推移表 (US\$/kg)

Year	Lanthanum	Cerium	Neodymium	Samarium
1959	340	330	420	440
1960	340	330	420	440
1961	340	330	420	440
1962	340	330	420	440
1963	309	304	386	397
1964	161	161	348	408
1965	190	174	370	688
1966	165	165	331	485
1967	154	154	254	353
1968	154	154	254	353
1969	110	110	220	309
1970	110	88	243	320
1971	88	88	220	298
1972	88	88	220	298
1973	88	88	220	298
1974	88	88	220	298
1975	88	88	220	298
1976	88	88	220	298
1977	88	88	220	298
1978	88	88	220	298
1979	108	108	250	280
1980	115	115	260	300
1981	125	125	260	330
1982	125	125	260	330
1983	125	125	260	330
1984	125	125	260	330
1985	125	125	260	330
1986	150	175	280	395
1987	150	175	280	395
1988	150	175	280	395
1989	150	175	340	395
1990	150	175	340	340
1991	150	175	340	340
1992	150	350	340	300
1993	150	350	340	300
1994	150	350	340	300
1995	350	350	450	300
1996	350	350	450	300
1997	350	350	450	300
1998	350	350	450	300

Year	Praseodymium	Yttrium	Dysprosium	Gadolinium
1959	420	540	730	730
1960	420	540	730	730
1961	420	540	730	730
1962	420	540	730	730
1963	386	717	661	463
1964	412	655	527	569
1965	401	450	560	538
1966	408	397	276	551
1967	386	353	342	507
1968	386	353	342	507
1969	375	320	309	485
1970	375	353	309	485
1971	353	309	265	463
1972	353	309	265	463
1973	353	309	265	463
1974	353	309	265	463
1975	353	309	264	463
1976	353	309	265	463
1977	353	309	265	463
1978	353	309	265	463
1979	290	320	270	430
1980	310	390	300	440
1981	310	430	300	485
1982	310	430	300	485
1983	310	430	300	485
1984	310	430	300	485
1985	310	510	300	485
1986	400	510	630	500
1987	400	510	630	500
1988	400	510	630	500
1989	540	510	500	500
1990	540	340	500	500
1991	540	340	500	500
1992	540	340	500	500
1993	540	340	500	500
1994	540	340	500	500
1995	540	450	500	500
1996	540	450	500	500
1997	540	450	500	500
1998	540	450	500	400

Year	Erbium	Ytterbium	Holmium	Terbium
1959	730	1,260	730	3,750
1960	730	1,260	730	3,750
1961	730	1,260	730	3,750
1962	730	1,260	730	3,750
1963	661	1,047	661	2,315
1964	633	655	897	2,844
1965	694	994	1,080	2,412
1966	595	904	992	2,425
1967	397	573	816	1,896
1968	397	573	816	1,896
1969	353	529	628	1,543
1970	683	628	628	1,543
1971	309	507	606	1,543
1972	309	507	606	1,543
1973	309	507	606	1,543
1974	309	507	606	1,808
1975	309	507	606	1,808
1976	309	507	606	1,808
1977	309	507	606	1,808
1978	309	507	606	1,808
1979	450	720	1,100	2,000
1980	530	825	1,400	2,300
1981	650	875	1,600	2,800
1982	650	875	1,600	2,800
1983	650	875	1,600	2,800
1984	650	875	1,600	2,800
1985	650	875	1,600	2,800
1986	725	1,000	1,600	2,800
1987	725	1,000	1,600	2,800
1988	725	1,000	1,600	2,800
1989	725	1,000	1,600	2,800
1990	725	1,200	1,400	2,800
1991	725	1,200	1,400	2,800
1992	725	1,200	1,400	2,800
1993	725	1,200	1,400	2,800
1994	725	1,200	1,400	2,800
1995	725	1,600	1,200	2,200
1996	725	1,600	1,200	2,200
1997	725	1,600	1,200	2,200
1998	725	1,600	1,200	1,300

Year	Thulium	Europium	Lutetium	Scandium
1959	4,620	9,250	8,580	NA
1960	4,620	9,250	8,580	NA
1961	4,620	9,250	8,580	NA
1962	4,620	9,250	8,580	35,000
1963	8,378	3,307	9,370	35,000
1964	12,388	4,645	14,551	11,890
1965	8,818	11,023	14,551	10,000
1966	13,228	11,023	17,637	10,000
1967	8,818	7,937	16,535	7,937
1968	8,818	7,937	16,535	7,937
1969	6,063	7,055	14,330	7,937
1970	6,063	7,055	14,330	7,937
1971	5,291	5,952	12,125	6,173
1972	5,291	5,952	12,125	6,173
1973	5,291	5,952	12,125	6,173
1974	5,291	5,952	12,125	6,173
1975	5,291	5,952	12,125	6,173
1976	5,291	5,952	12,125	6,173
1977	5,291	5,952	12,125	6,173
1978	5,291	5,952	12,125	6,173
1979	7,000	6,500	13,200	6,600
1980	6,900	7,000	12,900	7,200
1981	8,000	7,500	14,200	8,000
1982	8,000	7,500	14,200	11,000
1983	8,000	7,500	14,200	11,000
1984	8,000	7,500	14,200	75,000
1985	8,000	7,500	14,200	30,000
1986	8,000	7,600	14,200	25,000
1987	8,000	7,600	14,200	25,000
1988	8,000	7,600	14,200	25,000
1989	8,000	7,600	14,200	21,500
1990	6,500	7,600	13,000	12,000
1991	6,500	7,600	13,000	8,400
1992	6,500	7,600	13,000	10,000
1993	6,500	7,600	13,000	10,000
1994	6,500	7,600	13,000	10,000
1995	6,500	5,600	9,000	18,000
1996	6,500	5,600	9,000	18,000
1997	6,500	5,600	9,000	18,000
1998	6,500	6,500	7,500	18,000

出典：USGS