

レアメタルと都市鉱山

近年レアメタル価格が上昇している。

従来、レアメタルは資源国の外貨獲得手段として生産国から消費国へ、積極的な輸出がなされてきた。とくに 1990 年代は供給の増加もあり、消費国は必要に応じスポットで、レアメタルを安価に調達することができた。

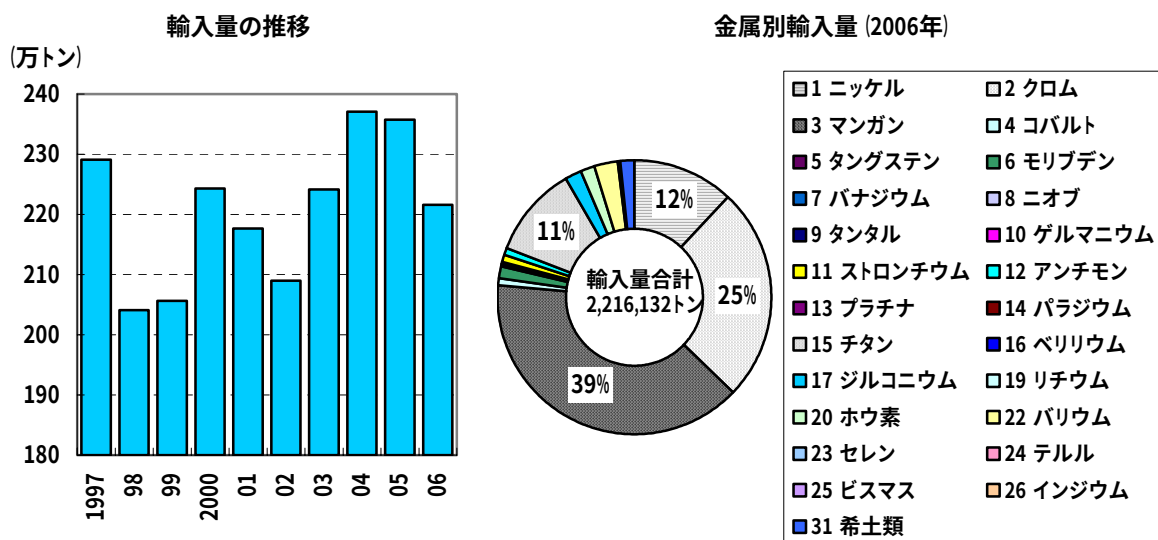
しかし、およそ 30 年ぶりにレアメタルは高騰している。本稿ではこの高騰の背景にある環境の変化と、都市鉱山活用の現状について考察する。

1. 産業の生命線 なくてはならない原料へ

レアメタルとは、そもそも埋蔵量が少ないか、埋蔵量自体は多くても純粋な金属として抽出することが技術的・経済的理由から難しく素材として利用できる資源量が限られている金属を総称したものである。現在、日本では 31 鉱種、47 元素¹をレアメタルと定義している。

それぞれの金属は、耐熱、耐食、磁性、蛍光など個々に特性を有している。工業化が進む中で、レアメタルはそれぞれの特性を生かして活用されおり、少量ではあるが製品の高機能化を図る上でなくてはならない原料となっている。

図1 日本のレアメタル輸入量



(資料) 独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構

従来は、特殊鋼の添加剤や超硬合金工具などの原料として用いられてきたが、

¹ 希土類は 17 元素を 1 鉱種とする。

最近ではパソコンや携帯電話に搭載されるコンデンサや電池、液晶やプラズマテレビで用いられる導電膜に見られるように、電気・電子機器での利用が増加している。

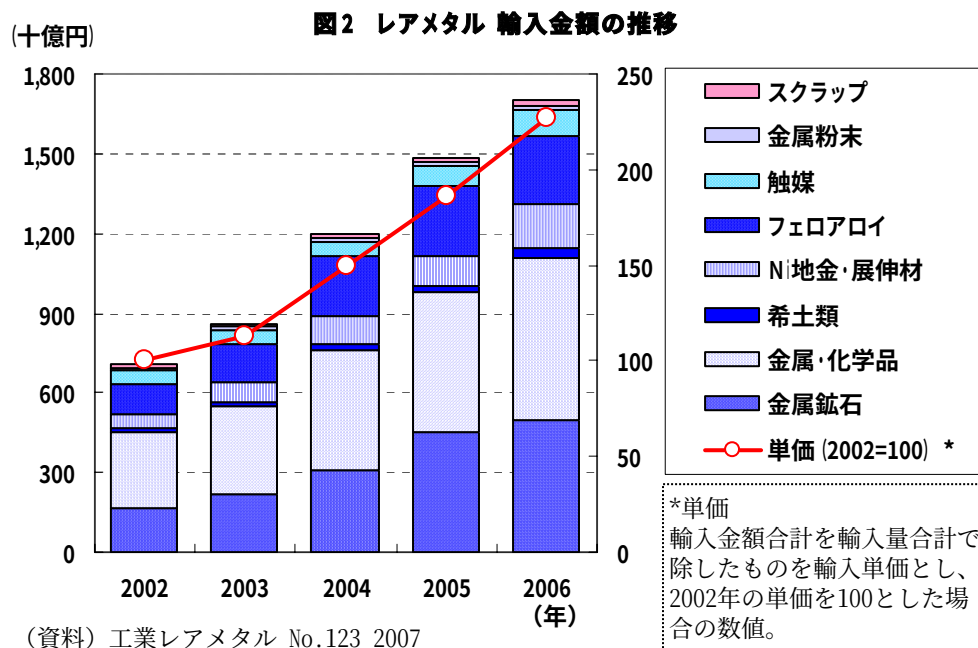
レアメタルの過去 10 年の輸入量は 4 年程度のサイクルで増減している。最近では 2004 年に輸入量がピークとなっており、それ以前に輸入量増加の見られた 1997 年や 2000 年を上回る水準となった。

2000 年から 2006 年の輸入量の推移を見ると、2006 年の輸入量が 2000 年の 1.5 ～2.0 倍以上となっているのが 3 鉱種、2.0 倍以上となっているのが 4 鉱種あり、最も増加したインジウムでは 3.3 倍に達している。一方で、2000 年と比べ輸入量が 8 割以下となっているのは 6 鉱種である。ニッケルやクロムなど、従来から輸入量の多い鉱種は安定した推移となっており、サイクル的な増減を繰り返している。全体の輸入量は、こうしたサイクル的な増減をベースに、右肩上がりに輸入量を増やしている鉱種分が上乘せされ、徐々に拡大していると考えられる。

現在も、燃料電池や太陽光発電パネルなど今後市場拡大が見込まれる分野でレアメタルの活用が進んでいる。新たな素材・製品の開発は続いており、今後もレアメタルの利用量は増加していくと予想される。

2. 価格高騰の映すもの

ところで、同時期のレアメタル輸入金額を見ると、輸入量と異なり直線的に増



加が続いていることが見て取れる。輸入量増加のピークを過ぎた 2005 年以降も輸入金額は増加しており、輸入単価の上昇により膨張したものと考えることができよう。図 2 の単価は輸入金額合計を輸入量合計で除して求めた数値を単価としたもので、あくまでも概算に過ぎないが、2003 年に若干上昇したことをきっかけに輸入単価は急速に上昇している。

実際にレアメタルは 2003 年ころから価格が上振れする鉱種が現れ、一部の鉱種では 2004 年までの 1 年たらずで 3 倍に価格が高騰した。その後 2005 年、2006 年に価格が上昇に転じた鉱種もあり、全体として価格は上振れする傾向にあると考えられる。

それでは、価格高騰は何故起きたのか。高騰は一時的なものなのかについても考えてみたい。

(1) 価格高騰の背景 需給のアンバランス化

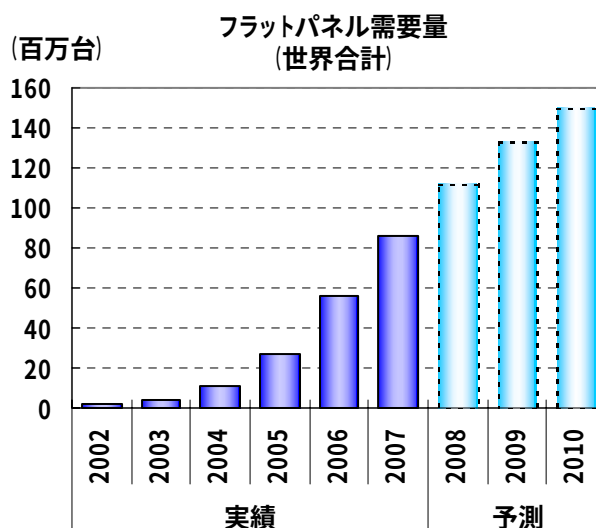
① 需要の拡大

先述したように、高機能化へ向けた新製品の開発が継続的に行われ、レアメタルを利用した製品の増加が続いている。図 3 は、レアメタルが使われている電子製品の代表例としてフラットパネルとデジタルカメラについて、その需要量(出荷量)を示したものである。いずれも 2000 年代初めから急速に拡大し、今後も拡大していくと予想されている。

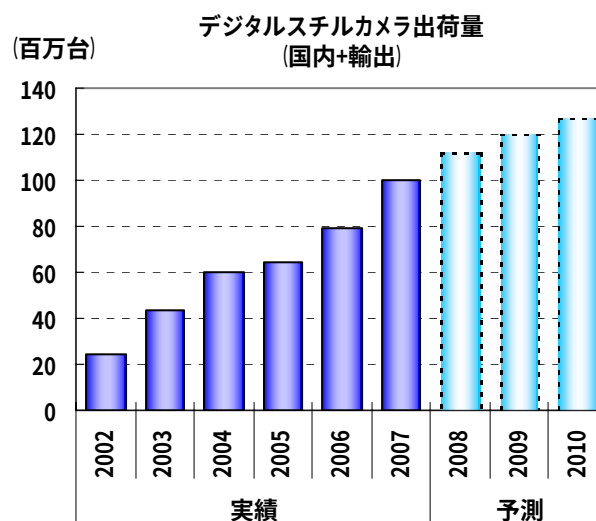
電子機器は構造材等に比べて製品寿命が短く、製品普及後もある程度需要が発生する点も考えれば、レアメタルの消費量は今後も増加していくであろうことは想像に難くない。

また、近年では BRICs 諸国をはじめとする新興国では経済が発展するに伴い、構造材だけ

図 3 電子機器の需要推移



(資料) 社団法人 電子情報技術産業協会
「AV主要品目世界需要予測」



(資料) 有限責任中間法人カメラ映像機器工業会

でなく電気・電子製品に対する需要が拡大している。事例の2つの電子機器についても、2007年の時点で海外での需要量は全体の9割に達しており、今後も需要拡大は新興国における需要増加が中心となることが予想される。

製品1件あたりの使用量は少量でも、塵も積もれば山となるようにレアメタルの需要量拡大は今後も続くだろう。

②供給増加の難しさ

通常、金属資源に対する需要がその時点の供給可能量を越えて増加した場合、需給ギャップは大きくなり再びバランスするまでに時間を要する。需要が増加する場合は直線的に伸びる一方、供給は新たな鉱山や製錬等の設備の稼動により伸びていくため階段状の増加となる。今までのように需給がバランス若しくは需要家優位であった場合に鉱山開発は停滞する。今回のような急速な需要増に対応できず、需給ギャップの解消にはより時間がかかることになる。

これに加え、レアメタルは、そもそもベースメタルなどの金属以上に供給を増やにくい。先述したように、レアメタルは元々可採埋蔵量が少ないか、技術的に抽出するのが難しい金属である。すでに埋蔵されることが確認されていても、鉱山として採算が取れるほどには集積しておらず開発ができないケースもある。これに加えて、レアメタルの中には鉱石として主産されるものだけでなくベースメタル生産等の副産物として抽出されるものが多く、こうした金属は需給が直接的に合致しない。

需要が伸びたからといって、物理的な要因から簡単には供給を増やせないのである。

③生産国のレアメタル政策

また、レアメタルは生産国の取る資源政策が供給に大きな影響を与える。これはレアメタルが経済性を有する規模で集積する場所は限られており、とくに埋蔵量の少ない金属でこの傾向が顕著となるためである。生産量ではコスト競争力等の問題もあり、国別の生産量シェアは更に偏っている。

日本の備蓄7鉱種と近年輸入量の増加しているビスマス、インジウム、希土類では、10鉱種中7鉱種で生産量上位5カ国によるシェアが90%を超え、希土類に至ってはそのほとんどが中国により生産されているのが現状である。上位生産国は一部を除き新興国が多いのは、従来これらの国では外貨獲得手段としてレアメタルの輸出が積極的に行われてきたことに由来する。日本を始めとする先進国は、これを輸入し高い技術力で製品に利用してきたのである。

しかし、近年新興国で経済発展が続く中で、資源国における消費が拡大若しくは将来消費の拡大するであろうことが見込まれている。将来の経済発展に備え

た資源保護の動きが出てくるのはある意味必然と言えるだろう。

例えば中国では、従来輸出促進を目的として輸出増値税還付制度を導入していたが、2004 年 1 月に還付率を引き下げたのを端緒として、以降数回の引下げを実施、2006 年 9 月にはほとんどの金属について同制度の適用を廃止している。一方、輸出税付加が開始(2006 年 11 月)された他、輸出許可制度適用による輸出数量制限、レアメタルの一部鉱種に対する外国企業による投資禁止(2007 年 2 月)など、相次いでレアメタルに関する政策が打ち出され、レアメタルの国外流出を防ぐ方針が鮮明になっている。

表1 生産量上位国及び生産量シェア (2006年)

(単位：トン)

鉱種	生産量合計	上位5カ国のシェア	第1位	第2位	第3位	第4位	第5位
ニッケル	1,416,900	67%	ロシア 20%	カナダ 16%	豪州 13%	インドネシア 10%	ニューカレドニア 7%
クロム鉱	18,352,000	91%	南アフリカ 40%	インド 23%	カザフスタン 20%	ジンバブエ	ブラジル
マンガン	30,179,000	70%	中国 18%	南アフリカ 17%	豪州 15%	ブラジル 11%	ガボン 10%
コバルト	52,726	68%	中国 24%	フィンランド 16%	カナダ 10%	ノルウェー 9%	ロシア 9%
タングステン	67,018	97%	中国 90%	ロシア 4%	ボリビア 1%	ポルトガル 1%	ルワンダ 1%
モリブデン	185,900	92%	アメリカ 32%	中国 24%	チリ 23%	ペルー 9%	カナダ 4%
バナジウム	62,400	98%	南アフリカ 40%	ロシア 30%	中国 28%	-	-
ビスマス	5,108	91%	中国 37%	メキシコ 23%	ペルー 15%	日本 8%	豪州 8%
インジウム	480	94%	中国 63%	日本 11%	カナダ 10%	ベルギー 6%	ロシア 3%
希土類	123,000	100%	中国 98%	インド 2%	マレーシア 0%	-	-

(資料) 独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構

(2) 問題の本質

今回の価格高騰は、需給のアンバランス化が明確になってきたことから、需給が将来的に逼迫すると考えられていることが背景にある。

レアメタル市場は、需給バランスが崩れ価格が変動する際に、市場が小さいこともあって投資家の投機や操作が入りやすい。これに需要家の過剰反応による買い増しや生産者などの思惑が重なり、結果的に価格のブレ幅が大きくなる。今回も、需給のアンバランス化により価格が変動し、これに投資活動や需要家の仮需などが重なったことで価格が急激に上昇したと考えられる。

ところで、レアメタルを利用した素材・製品等は、国内メーカーが競争力を有するものが多い。インジウムを使う液晶テレビの電導膜や、希土類磁石を用いるハイブリッド自動車、シリコンを用いる太陽光発電パネル等、今後市場拡大

の見込まれる先端製品を日本のメーカーが製造し、競争力を有している。

2000 年代に入り復活を遂げた感のある鉄鋼業も、その原動力は高級ステンレス鋼や高機能が求められる自動車鋼板などの高機能製品である。汎用品から生産の難しい自動車向けやエネルギー産業向けなどへのシフトが進んでいるが、こうした鋼材はレアメタルを添加剤として用いている。レアメタルの添加により耐食性や耐熱性を強め、現在では鉄鋼製品と言っても鉄よりもレアメタルなど金属の比率の方が高い高合金製品もある。

国内メーカーは、人件費やエネルギー費用などコストが高く、汎用品で国際競争力を保つのは困難である。競争力を維持するには製品の高機能化は避けることはできず、レアメタルは産業存続のために不可欠な原材料と言えるだろう。

しかしながら、先述したように、レアメタルは物理的、人為的な理由から、需要増加に見合った供給がなされない懸念がある。需要超過が続くのであれば、操作や投機による上昇部分は剥落したとしても、以前のような低価格水準に戻ることは期待しにくい。

価格高騰による問題は、安価なレアメタルの入手ができなくなっていることにとどまらない。すでにシリコンの調達難により太陽光発電機器の増産が追いつかなかったとの報道も見られるなど、問題の本質はある程度の価格上昇を念頭に日本の競争力維持のために必要なレアメタルを確保できるか否かにある。

3. 資源確保への対応策

こうした環境の変化を受け、2007 年 7 月経済産業省はレアメタルの安定確保に向けた対策について取り纏めた²。このうち中長期的な対策として取り上げられたのが、①重点的な海外探鉱開発の実施と資源外交、②工程くずの発生抑制・リサイクルの推進、③代替材料開発の 3 点である。

ここでは、②のリサイクルの現状と課題を見ていきたい。

現在、国内には「都市鉱山」と呼ばれる金属類が存在している。今まで日本は海外からレアメタルを含む金属類を輸入し、消費しており、これがリサイクル原料として国内に蓄積されているという考えからそう呼ばれているものである。独立行政法人物質・材料研究機構の試算によれば、日本の都市鉱山蓄積量は驚くほど多く、20 鉱種中 6 鉱種で世界の埋蔵量に対する比率が 10%を超えるなど、リサイクル原料は豊富に存在している。

しかしながら、レアメタルのリサイクルは、工程屑のように製品化される前の

² 2007 年 7 月 31 日 総合資源エネルギー調査会鉱業分科会 レアメタル対策部会 「今後のレアメタルの安定供給対策について」

段階で発生するものについては進んでいるものの、製品化されたもののリサイクルはごく一部を除きほとんど進んでいないのが実態である。

循環型社会構築を目的として 2000 年以降リサイクル関連の法規が施行され、現在は電気・電子機器や自動車がリサイクルフローの中に組み込まれている。回収された製品はリサイクル資源と廃棄物に分離され、リサイクル資源は再び製錬過程に戻される。しかしながら、現在リサイクルにより抽出されるのは溶解等により大量に抽出できる鉄やアルミ、銅などのベースメタルに限られており、レアメタルの多くはスラグとして廃棄処分されてしまう。

リサイクルが進まない原因は、リサイクルコストが高いため、事業者が経済合理性からスクラップを廃棄処分するか海外へ輸出するかを選択していることにある。

スクラップからレアメタルを回収するには、まずレアメタルの分離・抽出が必要となるが、最終製品は少量多種の原材料が混在していることが分離・抽出のネックとなっている。今後リサイクルフローを確立するにははこの工程の効率化が重要となる。現在、選択的な粉碎技術や溶媒を使った分離方法に関する研究など、公共機関等におけるリサイクル技術の研究もこの分野に注力している。

また、効率改善には、製品メーカーによるリサイクルを前提とした製品設計や仕様書の開示も有用である。仕様書等を活用し分離の段階で抽出する成分のみを選択的に分離し抽出段階における含有成分を圧縮することができれば、技術面、コスト面でも有効であろう。ただし、こうした原材料や成分の構成について、機密事項としているメーカーも多く、情報の開示が積極的に行われるとは期待しにくい部分がある。処理業者を限定し秘密保持が図れる体制で仕様書を開示する方法もあるが、その場合にはスクラップ量の確保がネックとなる。まずは、廃棄後のレアメタル回収を前提とする取り付けなど許容できる範囲からメーカーの協力を得ることが現実的と言えるかもしれない。

また、リサイクルにはまとまった量のスクラップが継続的に発生することが必要となる。これは安定運営とスケールメリットによるコスト負担軽減が目的であるが、そもそもレアメタルがひとつの製品に含まれる量は少量であり、製造コスト逓減のためその使用量はさらに抑制される傾向にある。

これに加えて、近年ではリサイクルフロー確立によるスクラップ量増加に伴い、スクラップの輸出量が増加している。欧米は低品位のスクラップからもレアメタルを回収できる技術を有しているとされ、国内メーカーに比べて高い購入価格を提示できることから、仮にスクラップ購入にあたって欧米企業と競合した場合に国内メーカーは買い負ける懸念がある。また、資源確保を目指す中国は、バージンメタルのみならずスクラップに対する需要も拡大させている。コスト競争力の面からも、膨大な量を効率的に処理する新しい分離・抽出技術の開発が

重要と言えよう。

従来、リサイクルは事業会社が個別に対応しており、多くは採算性の問題から取り組みを進められない状況にある。しかしながら、2008 年度にはリサイクル技術開発に対する予算積み増しが要請されるなど、政府の意識にも変化が見られる。今後、リサイクルを進めていくためには、企業努力にのみ依存するのではなく、リサイクルフローの確立や基礎的な技術開発の面で官民の協力や業界全体での取り組みが重要となろう。

4. まとめ

現在の価格高騰は、将来の需給不安を映したものである。新興国の経済発展や資源ナショナリズムの台頭が聞かれる昨今、今まで消費構造のままでは需給逼迫懸念が減退することは見込み難い。今後は、現在の原料調達というだけでなく、継続的に成長を続けていく上でどのように安定した原料調達を行っていくか、その視点を持ってマテリアルフローを再構築する必要があるだろう。

そうした環境の中、すでに国内にスクラップとして蓄積されているレアメタルを活用する循環的なフローを作り出すことができれば、資源供給の安定性を確保し、最終的にはより高い機能を有した製品の創出に寄与するものと考えている。

(中井：nakain@sumitomotrust.co.jp)

※本資料は作成時点で入手可能なデータに基づき経済・金融情報を提供するものであり、投資勧誘を目的としたものではありません。