

わが「レアメタル」への取り組みは

新製造法開発に加え、高効率な回収技術も

東京大学助教授・工学博士 岡部 徹

2

「レアメタルの国家備蓄を」と大騒ぎした一時期があったが、今や一般メディアに「レアメタル」のニュースが登場することは、まさにレア。では、備蓄や代替・精製技術開発を含めた、いわば「日本のレアメタル体制」に問題はないのか。とんでもない。しかし、ここは「レアメタルとは何か」から話を始めよう。

埋蔵量膨大なチタンが「レア」なわけは

およそ「ハイテク」と呼ばれる機器には、多種多様なレアメタルが使われている。液晶パネルの透明電極にはインジウム、バイブレーターのモーターにはネオジム、小型の高性能コンデンサーにはタンタル。枚挙に暇がない。今日の文明社会はレアメタルなしには成り立たない。

レアメタルとは、一般に「稀少金属」と訳されるが、実は資源的に「稀」とは限らない。

例えばチタンは、地殻中に存在する元素としては九番目に多い。レアメタルの反対語はベースメタルだが、その代表格の銅や鉛より、チタンは「桁違い」に埋蔵量が多い。

では、なぜチタンが「レアメタル」と呼ばれるのか。

ある「夢の素材」なのだ。

ハイブリッドカーにも絶対不可欠

理科で習う「元素周期表」の下方には、帯状に十七元素が列記されている。覚えていなくても無理はない。授業では殆ど習わない希土類元素（レアアース）だ。名前からして、土の中に「ごく希に」存在する元素と思われがちだが、実際はさして「レア」ではない。

希土類元素の殆どは銅、ニッケルなどベースメタル並みの賦存量があり、最も量が少ないツリウム、ルテチウムでさえ、金の二百倍以上ある。

では、何故「レア」なのか。チタンと同様、希土類金属の高純度精製が難しいためだ。さらに、高濃度の鉱石が中国の特定の地域からしか産出されない点も特徴的だ。

比較的豊富に存在するネオジウムは、高性能磁石の製造に必須で、パソコンのハードディスク、携帯電話のバイブレーター、ハイブリッドカーのモーターなどに不可欠だ。

ハイブリッドカーなどの高性能モーターには、ネオジウムに加え、希土類元素の中でも資源的な制約が大きいジスプロシウムやテルビウムなどが多量に必要となる。

ジスプロシウムなどの希土類金属を使用しない高性能磁

効率の良い精製法が開発されていないからだ。このため製造コストが高くなり、チタン一トが百万〜三百万円もする。資源量ではチタンより遥かに少ないニッケルやクロムを大量に含むステンレス鋼が一ト三十万円程度なのに。

そうした中で、日本のチタン製造メーカーは現在、約三分割の世界シェアを維持している。鉱石は全量輸入、高い電力コストと人件費、厳しい環境規制などのハンデを負いながらも、技術力を武器に、高品質チタンを世界中に輸出している。しかし、いずれ世界的な規模で生産性と品質が向上しよう。その反動で需給バランスが崩れる心配がある。

それでもチタンがステンレス並みのコストで製造できるようになれば、主要な構造材料となる可能性がある。チタンは資源豊富でなく、軽くて強く、抜群の耐食性が

石の開発は重要だが、今のところ開発されていない。電気自動車の普及には、高性能磁石の製作に不可欠なレアメタルの供給源確保が重要な課題となる可能性が高い。

希土類金属の製錬や合金の製造技術は日本が世界を断然リードしていたが、最近では中国が世界的な生産・供給国となりつつある。

価格高騰で代替技術開発が活発化

価格高騰が報じられているインジウムは、透明電極の主要構成元素で、液晶テレビに不可欠だ。高純度に分離・精製するのは、チタンや希土類金属に比べれば容易だ。日本メーカーが高い技術力により、世界シェアをほぼ独占している。インジウムの主たる用途である液晶パネルの製造も日本が世界をリードしているため、日本は資源はなくても、インジウム超大国となっている。

しかしインジウムは特定地域から産出される亜鉛鉱石中に二百〜四百ppm程度と、ごく少量しか含まれていない。資源的な問題を抱えているのだ。

インジウムの需要は今後も増大が見込まれるが、亜鉛製錬の副産物として年間数百トしか生産されていない。金の世界生産量が年間二千トだから、まさに希少な貴金属だ。←

青色発光ダイオードに使われるガリウムも、アルミニウム製錬の副産物で、希少なレアメタルだ。インジウムやガリウムなど「副産物メタル」の生産は、主産物の生産量に依存する。インジウムを使わない透明電極、ガリウムを使わない素子の開発が国内外で活発なのは、資源的制約が大きく、供給リスクが高いためだ。

タンタルは高性能コンデンサーには不可欠な素材だ。かつては錫製錬の副産物だったが、電子機器の小型化・高性能化が進み需要が増大したため、現在はオーストラリアなどにタンタルの専用鉱山がある。それでも高価で貴重だ。

白金族金属の採掘・精製で地球が病む

白金やロジウムなどの、白金族金属も銅やニッケルなどの副産物として製造されていたが、現在は南アフリカなどの専用鉱山で採掘されている。

白金は装飾品の素材として身近に感じられるが、実は自動車の排ガスを浄化する触媒としての使用量の方が多い。ロジウムも、殆どが触媒として使用される。白金族金属は燃料電池の触媒としても不可欠で、排ガス規制の世界的強化に伴い、ますますの需要増大が予測される。

代替材料がない上、昨今の素材ブームにより価格が高騰

し、「資源の枯渇」を問題視する向きもあるが、白金族金属は、意外にも資源の枯渇の心配が少ない元素だ。

白金の埋蔵量は、南アフリカだけで数万吨が確認されている。今の年間二百トンの需要が倍になっても、百年は採掘可能だ。しかし、白金族金属の採掘は、多大なコストがかかる上に環境破壊を伴う。

鉱石中の白金族金属の濃度は非常に低く、製錬には莫大なエネルギーと数カ月もの時間を要する。白金の生産量の何百倍もの資材が動き、莫大なエネルギーを費やし、地球環境に大きな負荷をかけている。

白金族金属の鉱山も限られた国に偏っている。これは深刻な問題だ。

資源枯渇は幻だが、戦略的備蓄を

メディアの上では「資源枯渇の恐れ」が叫ばれるが、レアメタル枯渇は白金族金属に限らず想定しにくい。実際、これまでに枯渇した元素は一つもなく、価格が高騰すれば新たな鉱山開発が進む。レアメタルの枯渇を心配するぐらいなら、銅や鉛、亜鉛などベースメタルの枯渇を心配する方が先だろう。

しかし、レアメタル資源は偏在している。だから、安定

供給確保の面からも、信頼性の高い資源バツファ（緩衝機能）を築くためには、備蓄が意味を持つ。

日本では現在、ニッケル、クロム、タンクステン、コバルト、モリブデン、マンガン、バナジウムの七種のレアメタルを、政府が二十五日分、民間が十日分備蓄している。

これも有事を想定すれば意味はある。しかし、著者が政策担当若者だったら、これらよりも、①資源的に偏在している②特定の国や企業によって鉱山が支配されている③チタンのように急激な増産が困難——などの条件にあるレアメタルの重点備蓄を進める。

具体的にはニオブ、タンタル、インジウム、ガリウム、レアース（ネオジウム、プラセオジウム、ジスプロシウム、テルビウム）、白金、ロジウム、リチウム、チタンなどだ。

今は素材ブームで高価格だが、鉱山開発や製錬所の拡充が進み、価格が下がった時に、上述のレアメタルを国家戦



略の一環として備蓄することは国益に適り。因みにロシアは最近、チタン製錬所の国有化を強引に決定した。

携帯電話機の焼却灰。精錬所では、ここからレアメタルを抽出する（日鉱数質リサイクルで）

産学官で人材を——これぞ基底だ

日本はレアメタルの大量消費国だから、実は製品やスクラップの形で膨大な量のレアメタルが蓄積されている。

このため、スクラップから有価なレアメタルを効率的に回収する技術の開発が、環境保全の観点だけでなく、資源セキュリティ上も重要になる。

ハイテク機器が開発される度に、レアメタルの新規用途が生まれ、同時に新たなリサイクル技術の開発が必要となる。より低コストで高純度に精製する従来型技術開発に加え、採掘や製錬に伴って生じる地球環境への負荷を低減する環境技術、使用量の低減・代替材料の開発も重要だ。

日本は地下資源が殆どないのに、多くのレアメタルの生産大国であり、資源生産国より遥かに多くの富を生んでいる。今後も日本が富を生み続けるには、競争力のある新たなプロセス技術を開発し続ける必要がある。しかし、技術とは常に高い所から低い所に流れる。レアメタル製造技術も例外ではない。

資源を持たない日本としては、技術流出を上回る技術開発を続けるしかない。その基底となるのは、産学官が協力して人材育成に取り組むことではないか。