

地球シリーズ

生活を支える希少な元素

# レアアース

Rare Earth

姫路科学館 学芸・普及担当 安田岳志

連日ニュースで「レアアース」というキーワードを耳にします。レアアースは、現代社会のさまざまな分野で重要な役割を果たしている元素で、私たちの生活に欠かせない電子機器や自動車、エネルギー技術などに利用されています。今回は「レアアースはなぜレアなのか？」についてご紹介します。

## ■レアアースとは？

レアアースは“Rare=希少”と“earth=土”からの造語で、国内では「希<sup>き</sup>土<sup>ど</sup>類元素」と呼ばれます。元素周期表上の「ランタノイド」(15種)に「スカンジウム(Sc)」「イットリウム(Y)」を加えた17種類を指します。「レアアース」に似た言葉に「レアメタル」がありますが、レアメタルは「希少金属」とも呼ばれ、地球上に存在量が少ないまたは採取が難しい金属の総称です。国際的な定義はないのですが、国内ではレアアースに30種類の元素を加えた47種類を指します(表1)。

表1 元素周期表 白抜き文字がレアアース、太枠がレアメタル

1族	2族	3族	4族	5族	6族	7族	8族	9族	10族	11族	12族	13族	14族	15族	16族	17族	18族
H																	He
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
Cs	Ba	L*	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
Fr	Ra	A*	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	Nh	Fl	Mc	Lv	Ts	Og
L*ランタノイド			La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu

A\* : アクチノイド(15種類)

## ■なぜ「レア」なのか？(化学の側から)

元素の性質は、主に原子番号(=陽子の数)と「最外殻電子」と呼ばれる電子の数で決まります。原子に含まれる電子は、原子番号が大きくなるにつれて、電子の定員の決まった「電子殻」に順番に収まっていきます。一番外側の電子殻(最外殻)は定員に対して空席が多かったり、残りわずかになったりして不安定なので、イオンになったり他の原子と電子を共有したりして、最外殻の定員を満たして安定しようとします。これが、様々な化合物を作る化学結合の基となります。レアアースを含む「遷移元素」

(表1の第3族から11族(12族))と呼ばれる仲間は、原子番号が増えても最外殻ではなく、内側の電子殻で電子が増えていく性質があります。特にランタノイドは深い電子殻で電子数の変化が起こるので(表2)、他の原子と比べると「外見が同じで重さがわずかに違うだけ」で化学的な性質が区別され難く、自然界でも人間の力でも選別が難しいのです。1794年にレアアースの中で最初に発見されたイットリウム(Y)から、最後のルテチウム(Lu)が1907年に分離されるまでは100年以上の時間がかかっています。

表2 ランタノイドの電子殻の埋まり方

元素名	原子番号	電子殻と電子の数				電子の数
		K~M殻 (定員 28)	N殻 (定員 32)	O殻 (定員 32)	P殻・最外殻 (定員 18)	
ランタン(La)	57	28	18	9	2	57
ガドリニウム(Gd)	64	28	25	9	2	64
ルテチウム(Lu)	71	28	32	9	2	71

■なぜ「レア」なのか？(資源の側から)

実は、レアアースは地球を構成する元素としては特別に「レア」ではありません。レアアースの中で一番多いセリウム(Ce)は銅(Cu)や亜鉛(Zn)と同じくらい地殻に含まれていますし、レアアースの中で利用可能な元素の中で一番少ないツリウム(Tm)も金や白金より多くあります(表3)。ただ、アクチノイドのひとつプロメシウム(Pm)は放射性元素で、元の量から放射線を出しながら半分が別の元素に代わる期間(半減期)が最長でも約18年なので、自然界にほとんど存在しません。

表3 ランタノイドと他の元素の地殻の存在量(「元素111の新知識」桜井弘 編より)

元素名	セリウム(Ce)	ツリウム(Tm)	亜鉛(Zn)	銅(Cu)	金(Au)	白金(Pt)
地殻の存在量(ppm)	68	0.46	75	55	0.001	0.001

では、なぜ「レア」かということ「鉱床や鉱脈を作らないので経済的に採掘が難しい」という点にあります。科学の眼No.602「一攫千金!? 熱水鉱床」でも触れましたが、私たちが生活の中で有用に使っている金属類は、地下の熱水の作用や一度溶けて冷える際の温度差などで選別され、鉱床や鉱脈といった特定の物質を多く含む場所ができます。そこを掘り当てると、効率よく大量に採掘することができます。それに対しレアアースは自然界の中で選別され難く、地殻の中に広く薄く分布しているため採算が取れる形での採掘が難しいのです。大量の土砂を処理する必要がありますし、レアアースを含む鉱石にはトリウム(Th)やウラン(U)といった放射能を持つ元素が含まれることがあるので、安全に除去するためにも費用が必要となります。

■姫路科学館にもレアアース

姫路科学館2階の「タイムトンネル」にレアアースを含む「モナズ石」があります(写真1)。モナズ石は主にセリウム(Ce)を含む鉱物の1つで、国内でもわずかに取れます。小さな標本なので、科学館にお越しの際には、見落とさないようにしてください。また、3階の「ケミカルチェスト」にはスカンジウム(Sc)とイットリウム(Y)の単体も展示しています。



写真1 モナズ石(姫路科学館蔵)