

レアメタルの基礎シリーズ (4)

今月も引き続き、レアメタルの用途についての解説をいたします。先月号までは主にレアメタルの“各種構造材”への用途についてお話してきましたが、今月からハイテク、機能材料分野でのレアメタルの利用について、解説させていただきます。

2. 電子材料・磁性材料に使われるレアメタル (1)

下図は電子材料別に用いられるレアメタルの種類を一覧表にまとめたものです。

電子材料・磁性材料に使われる主なレアメタル

電子材料	半導体素材			電池			磁性素材			超伝導素材		
	半導体デバイス	発光ダイオード	半導体レーザー	一次電池	二次電池	燃料電池	永久磁石	磁気記録	磁歪材料	磁気冷凍	金属系超伝導	セラミックス系
Li					●							●
B							●		●			
Ti						●					●	●
V						●						
Cr						●	●	●				
Mn				●			●					
Co							●	●				
Ni					●	●	●	●	●	●		
Ga	●	●	●									
Ge	●											
Se	●	●										
Sr							●					●
Y												●
Nb											●	
Mo											●	
In	●	●	●									
Sb	●											
Te	●											
Ba							●	●				●
RE						●	●		●	●		●
Tl												●
Bi	●											●

\*RE:レアアース

半導体素材は主にガリウムGaやヒ素As、インジウムInなどが使われています。電池の素材としては、二次電池にはリチウムLiやニッケルNi、燃料電池にはチタンTiやバナジウムV、クロムCrなどを用います。

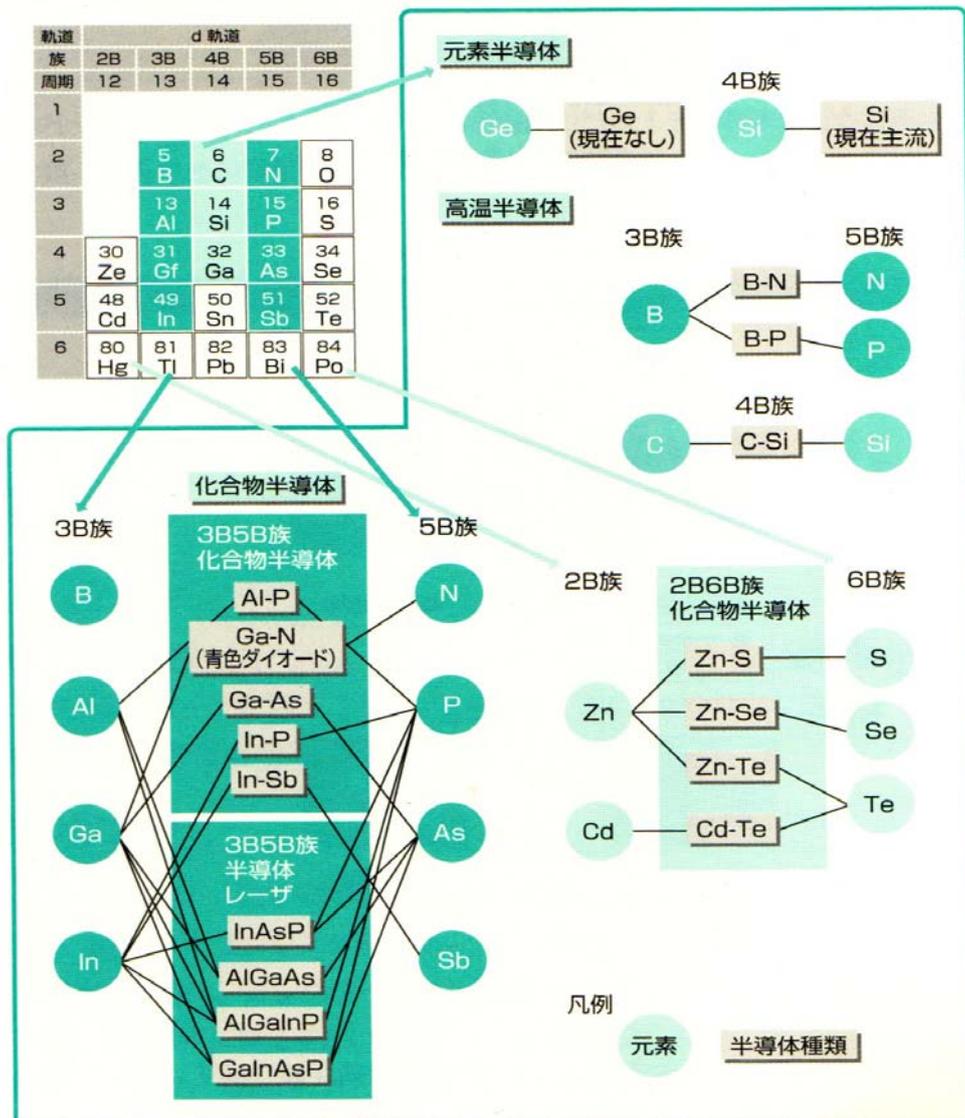
磁性素材は、コバルトCo、ニッケルなどの磁性金属が欠かせません。永久磁石や磁歪材料、磁気冷却材料ではレアアースメタルとの組み合わせ、磁気記録ではほぼ単独で使われます。

超伝導材料は、大きく分けて金属系超伝導材料とセラミックス系超伝導材料があります。金属系の材料はチタン、ニオブNb、モリブデンMoを組み合わせ合わせた合金を用います。セラミックス系材料には、さまざまなレアメタルの組み合わせがあります。

このように電子材料は、さまざまな電子特性を最大限に発揮させるために、レアメタルのもつ電子的な特徴を利用します。例えば遷移金属であればd軌道電子、レアアースメタルであればf軌道電子など、特異な動きをする電子軌道を利用します。半金属素材には半導体金属そのものだけではなく、半金属を組み合わせるなどして、電子バンドのギャップを適切に操作して必要な特性を出しています。これらの材料の設計には、レアメタルのもつ科学特性の理解が必要です。

## 2-1. 半導体に使われるレアメタル

各種半導体(単元素半導体・化合物半導体・高温半導体)とレアメタル



## <元素半導体>

半導体に用いる元素は、12族から16族に属します。単独で半導体になる元素は14族(4b族、VI族)のケイ素SiやゲルマニウムGeで、これらを**元素半導体**とよびます。最も早く半導体として用いられた元素がゲルマニウムですが、現在ではゲルマニウムは使われず、ケイ素(シリコン)が主役になっています。

元素半導体には、伝導電子を与えてn型半導体にする電子供与体(ドナー)に5b族(V族)のリンPが用いられ、正孔を作りp型半導体にする電子受容体(アクセプター)として3b族(III族)の元素が用いられます。

## <化合物半導体>

複数の元素で作る半導体を**化合物半導体**とよびます。14族をはさみ、13族、III族)と15族(5b族、V族)の組み合わせでできる半導体が、**III-V族化合物半導体**、12族(2b族、II族)と16族(6b族、VI族)の組み合わせでできる半導体が**II-VI族化合物半導体**です。

III-V族化合物半導体は、レアメタルのガリウムGa、インジウムInが主に用いられ、電子デバイスに用いるがガリウムヒ素(GaAs)、インジウムリン(InP)、青色ダイオードの窒素ガリウム(GaN)などの半導体だけではなく、半導体レーザーなどに用いられる組み合わせを生み出しています。II-VI族化合物半導体は、ZnS、ZnSe、ZnTeおよびCdTeなどがありますが、いずれも金属間化合物で、可視光の発光素材として使われています。

## <高温半導体>

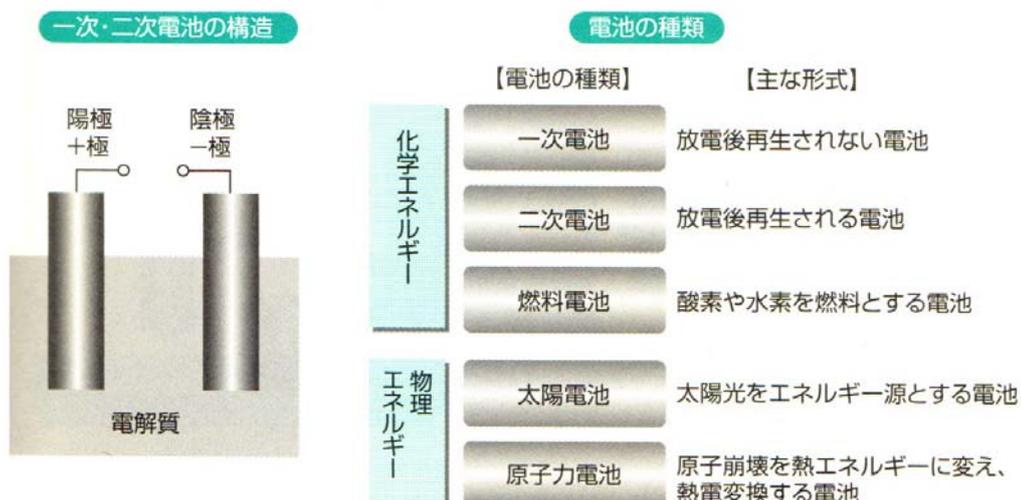
半導体は一般に高温になると、電気伝導率が大きくなり半導体ではなくなります。その中でも、BN、BPやSiCなどは高温でも使え、このような半導体を**高温半導体**と呼びます。

## 2-2. 電池に使われるレアメタル

電池は大きく分けて、化学エネルギーを電気に変換する**化学電池**と、物理エネルギーを電気に変換する**物理電池**があります。前者には、放電後再生することができない**一次電池**と、放電後再生することができ再び充電できる**二次電池**があります。また、水素などの燃料と酸素を原料にして発電する**燃料電池**があります。燃料電池には、太陽光などの光をエネルギー源とする**太陽電池**、原子崩壊を熱エネルギーに変え、熱電変化により発電する**原子力電池**などがあります。

一次電池や二次電池の構造は、陽極と陰極および電解質の組み合わせでできています。いずれの電池でも、電解質を介してイオンが移動し、電極で電子の授受が起こることにより電気を外部に取り出すことが可能です。

### 電池の構造と種類

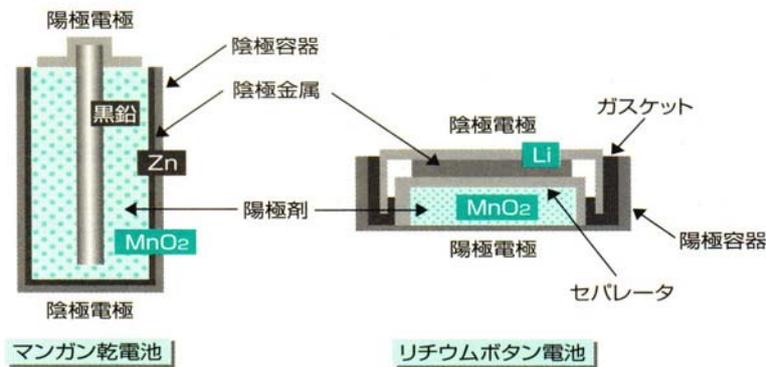


## <一次電池>

一次電池は、安価なマンガン乾電池（ルクロンシェ電池）と、長寿命のアルカリマンガン乾電池が最も一般的に使われています。このほか、ボタン型の空気電池やリチウムボタン電池があります。

### \* 一次電池の構造と使用されるレアメタル

	【公称電圧】	【陽極】	【電解質】	【陰極】	
マンガン乾電池 (ルクロンシェ電池)	1.5V	MnO <sub>2</sub>	NH <sub>4</sub> Cl ZnCl <sub>2</sub>		最も安価な乾電池
アルカリマンガン乾電池			KOHまたは NaOH	Zn	動作電圧安定、 寿命が長い
空気電池	1.3V 1.4V	空気	KH <sub>4</sub> Cl, KOH またはNaOH		小型のボタン電池、 寿命が長い
リチウムボタン電池	3.0V	MnO <sub>2</sub>	LiClO <sub>4</sub>	Li	ボタン電池、高電圧

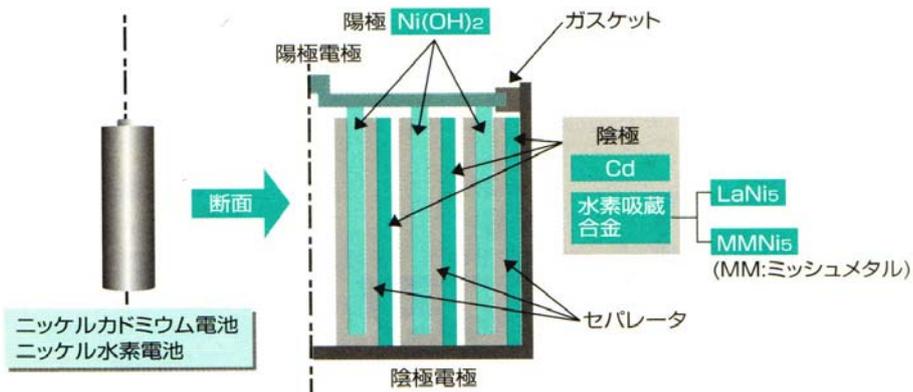


## <二次電池>

二次電池は放電後、充電を行うことで再生可能な電池です。電極物質と電解質の間で可逆反応が起こることが特徴です。古くからの鉛蓄電池、最も多くの用途で使われているニッケルカドミウム電池、ニッケル水素電池、そして最近では高圧、長寿命のリチウムイオン電池が主役の座を狙っています。

### \* 二次電池の構造と使用されるレアメタル

	【公称電圧】	【陽極】	【電解質】	【陰極】	
鉛蓄電池	約2V	PbO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Pb	6セル積層型12Vが 自動車に積載
ニッケルカドミウム電池			KOH	Cd	二次電池の代表。 ニッカド電池とよばれる
ニッケル水素電池	1.2V	Ni(OH) <sub>2</sub>	KOH・NaOH	水素吸蔵 合金	寿命がニッカド電池 の2倍長い
リチウムイオン電池	3.7V	C	Liイオン伝導性 固体電解質	LiCoO <sub>2</sub>	高電圧で寿命が長い



以上、今月は“電子材料・磁性材料に使われるレアメタル”について、半導体用途、一次電池、二次電池への使われ方を解説させていただきました。次回も引き続き、燃料電池、太陽電池などの電池への利用についてご紹介する予定です。

<参考資料>

「よくわかる最新レアメタルの基本と仕組み」 田中和明 著（秀和システム）

「レアメタル 技術開発で供給不安に備える」（独）産業技術総合研究所

レアメタルタスクフォース編 （工業調査会）