

# 銀樹とビスマスの結晶の作成、灰吹き法による金の精錬

愛知県立時習館高等学校 2年 小谷涼太

指導：東京大学生産技術研究所 循環資源・材料プロセス工学研究室 岡部 徹 教授

## 要約

レアメタルは、“産業のビタミン”と称される、豊かな生活に不可欠な金属である。今回の実習では、銀樹の作成、灰吹き法による金の精錬、ビスマスの結晶の作成を行い、レアメタルの身近な使われ方を学んだ。

## ABSTRACT

Rare metals are indispensable metals to our affluent life and called “vitamins of industry.” In this practice, we made silver trees and crystals of bismuth, and refined gold by cupellation, and learned how to use rare metals in our lives.

## レアメタルとは

豊かな生活に不可欠な金属であり、“産業のビタミン”と称される。レアメタルという言葉は、最近できた言葉ではなく、1920年代頃から用いられている言葉である。

### レアメタルの定義

- ① 資源的に希少な金属（埋蔵量が少ない元素）  
→白金族金属, In, Ga, Ta, Dy, ...
- ② 資源的に豊富でも、鉱石から金属へ製錬するのが困難な金属  
→チタン(Ti), シリコン(Si), マグネシウム(Mg), ...
- ③ 資源的に豊富でも、品位（濃度）の高い鉱石がない金属  
→スカンジウム(Sc), バナジウム(V), ...

以下の定義を加える場合もある。

- ④ 高純度など、特異な形態で優れた機能を発揮する金属  
→超高純度鉄(Fe), 高純度非鉄金属, ...
- ⑤ これまで用途が少なく、工業的には未開発である金属  
→オスmium(Os), アクチノイド, 超高純度金属, ...

## レアメタルの使われ方

### 白金族金属(Ru, Rh, Pd, Os, Ir, Pt)

白金族金属は希少なレアメタルの代表であり、生産量は極めて少ない。また、希少なだけでなく、資源の偏在もレアメタルの特徴であり、南アフリカ共和国とロシアで80%以上が生産される。埋蔵量では、世界の89%の白金族金属が南アフリカに埋蔵されている。

### 白金族金属の年間生産量（世界）

Fe	14.3 億	トン
Cu	1600 万	トン
Ag	22200	トン
Au	2500	トン
Pt	183	トン
Ru	34.1	トン
Rh	19.8	トン
Ir	6.2	トン

## ルテニウム(Ru)

ハードディスクの磁気記録層の下地に使われている。磁気記録層に僅かに使用することにより、容量が大幅に増大する。2005年に技術が開発され、2007年頃から需要が増え始めたことにより、価格の暴騰が起き、そして暴落した。

## ビスマス(Bi)

金属工業の用途以外にも、化粧品、整腸剤などの医薬品や、化粧品のツヤ出しに使われる。毒性がないため、「食べられるレアメタル」と言える。

## インジウム(In)

インジウムの氧化物スズの化合物が、透明でありながら導電性を持つため、テレビ、パソコン、携帯電話などの液晶パネルの透明電極(ITO)に使用されている。

## 白金(Pt), パラジウム(Pd), ロジウム(Rh)

ハイブリッドカーなどの自動車用の排ガス浄化触媒として使われている。ハイブリッドカーには他にも、ネオジム(Nd)やジスプロシウム(Dy)がモーターに使われているなど、多くのレアメタルが使われている。



[http://www.ngk.co.jp/product/auto/mobile/diesel/cd\\_dp.html](http://www.ngk.co.jp/product/auto/mobile/diesel/cd_dp.html)



レアメタルは、東京スカイツリーの構造材として多く使われている。身近なところでは、ゆっくり燃えるようにするため煙草にも使われている。また、浅草の浅草寺の屋根瓦はレアメタルであるチタン製で、軽くて丈夫で錆びず、手入れが要らなくなっている。このように、レアメタルは身の回りの多くのものに使われており、我々の生活になくてはならないものとなっている。

## 銀樹の作成

銀イオンを含有する溶液に、銀よりイオン化傾向の高い金属を投入することで、イオン化傾向の差を利用して銀を析出させる。今回は、0.1 mol/Lの硝酸銀水溶液に銅線を浸漬した。

### 注意点

硝酸銀水溶液に直接触れると、肌が黒くなりなかなか取れないので、取り扱う際には必ずゴム手袋を着用する。

1.浸漬する前



2.浸漬した直後



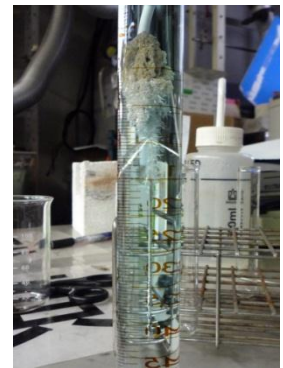
3.その後



4.翌日



5.翌々日



### 結果

銀の結晶が析出し、水溶液は青くなった。銅がイオン化したためと考えられる。長さ10cm以上のとても長い銀樹ができた。



## 灰吹き法による金の精錬

### 灰吹き法とは

日本において古くから行われている、貴金属を含む鉛から貴金属を分離する方法。貴金属と鉛の表面張力、酸素との反応性の差を利用して、分離する。今回は、金 0.994 g と鉛 15.1g の合金から金を分離した。

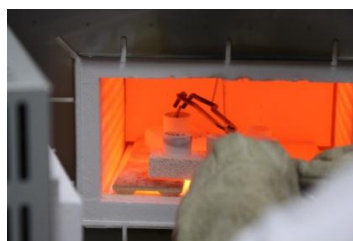
### 手順

- ① タングステンイナートガス溶接 (TIG 溶接) により、金と鉛の合金を作る。

TIG 溶接には、溶接物の周りにガスを吹き付けながら溶接することで、溶接物が酸化しないという利点がある



- ② 合金を容器の中に入れ、900℃の電気炉で熱する。



- ③ 容器を電気炉から取り出す。



### 結果

金は表面張力が強く、反応性が低いので容器の中に丸い形で残った。鉛は表面張力が弱く、反応性が高いので容器に吸収された。金を 0.994g 中 0.993g 回収できたが、回収率が良すぎるため、他の物も交じっていると思われる。

## ビスマスの結晶の作成

ビスマスを溶かし、もう一度固め、ビスマスの結晶を作った。今回はビスマスの体積が約 30mL になるように 300g 使用した。

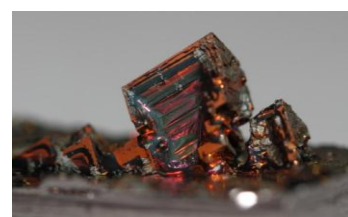
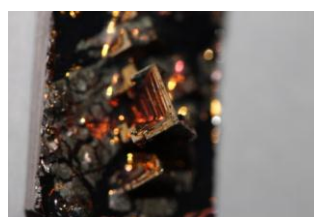
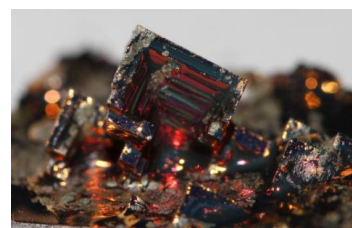
### 手順

- ① ビスマスを計量する。
- ② ビスマスを坩堝に移し、ガスバーナーで加熱する。



- ③ 溶けたビスマスを別の坩堝に移す。

- ④ 2分ほどおいた後、溶けたビスマスをさらに別の坩堝に移す。坩堝の外側からビスマスが固まっていくので、坩堝の内側にビスマスの結晶が現れる。



### 結果

ビスマスを溶かして固めただけで、とても綺麗な結晶ができた。結晶は四角形が段々に重なったような形をしていた。

## 感想・考察

今回の体験を通して、私のレアメタル、レアアースについての印象が大きく変わった。以前は、レアメタルは埋蔵量が少なく貴重な金属で、工業のごく一部の分野で使われているものだと考えていた。しかし、研究室の方々からお話を伺う中で、レアメタルには埋蔵量が少ないこと以外にも様々な定義があり、工業以外にも多くの分野で使われていると知り、とても驚いた。特に、ビスマスが食べられるレアメタルであり、化粧品や医薬品にも使われているということがとても意外だった。レアメタルのこと以外にも、大学の様子や入試のこと、大学生活についてなど様々なことを聞くことができ、とても勉強になった。また、受験勉強はもちろん、それ以外の勉強に対する意欲が湧いた。

銀樹作りでは、簡単な実験ではあったが、容器や入れる銅の形、硝酸銀水溶液の量などのいろいろな要素により、できる銀樹の形や大きさが変化することが分かった。それぞれ全く違う大きさ、形の銀樹ができ、とても楽しい実験だった。

灰吹き法の実験では、金と鉛が表面張力と反応性の違いだけで分離できるのか、また、金が球状で出てくるのか半信半疑だった。しかし実験を終えてみると、金だけがきれいに取り出せ、本当に金がきれいな球状をしていたのでとても驚き、感激した。また、900℃の電気炉の熱さをじかに体験することができ、何も付けずに腕を近づけると、腕の毛が燃え尽きてしまうという面白い話も聞くことができたので良い経験になった。

東京スカイツリーや浅草寺など、東京のいろいろな場所にも連れて行ってもらい、レアメタルの身近な使われ方を聞き、実際に見た。それにより、レアメタルがとても多くの場所に使われていることが分かり、産業のビタミンと称される所以を実感できた。特に、浅草寺の屋根瓦にチタンが使われていることにとっても驚き、レアメタルの優れているところが良く分かった。

今回の体験を終えてみると、とても短い4日間だった。行く前は、とても緊張し、正直に言うと4日間がとても不安だった。しかし、研究室の方々はとても優しく、面白い方ばかりで、本当に楽しく有意義な4日間になった。今回の体験を

通して、レアメタルについて良く知ることができ、大変興味を持った。また、東京大学で勉強や研究をしたいと強く思うようになった。この貴重な経験を、今後のいろいろなことに生かしていきたい。

## 謝辞

今回の東大研修では、岡部教授をはじめ研究室の皆様に、お忙しい中4日間に渡って様々なご指導をいただきました。皆様の温かいご指導のおかげで、とても楽しく、貴重な経験をすることができました。この場を借りて御礼申し上げます。本当にありがとうございました。