



# ビスマスの色と温度の関係

大阪府立天王寺高等学校

## 1.研究概要(目的)

ビスマスは原子番号83番の元素であり安定した元素の中では最も原子量の大きく、半減期が約1900兆年と長いという特徴がある。また、融点が273.1°Cとほかの金属に比べて低いため、はんだなどに用いられている。ビスマスの結晶は骸晶構造をとっている。骸晶構造とは結晶の隅や稜の部分だけ急速に成長することで平面の形成が追いつかず、凹んだ不完全な面に囲まれた形をした結晶のことでありその色は、表面が酸化することによって生じる酸化ビスマスの膜の厚さによって変化するため、還元剤や酸化剤に相当する薬品や熱によって酸化させ色を変化させることを考えた。

酸化被膜の厚さとビスマスの色の関係  
酸化被膜が薄い 金<茶<紫<青<黄<桃<緑 酸化被膜が厚い

## 2.研究手順

実験1 先行実験\*1で行われた薬品(過マンガン酸カリウム水溶液0.50 mol/L,塩酸1.1 mol/L)を使って30分つけたときの色を確認する。  
実験2 ビスマス結晶を200°C、280°C、300°Cに温めた電気炉に入れて、10分ごとに色を確認する。それを30分が経過するまで続ける。

## 3.実験結果

### 実験1



図1 塩酸につける前の結晶

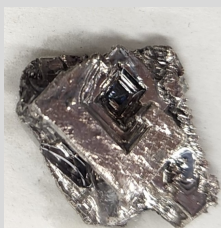


図2 塩酸につけた結晶



図3 過マンガン酸カリウム水溶液につけた結晶

塩酸にビスマス結晶を浸すと酸化被膜が溶け、ビスマスの金属本来の色が出てきた。また、過マンガン酸カリウムに入れたときは、結晶が金色に変化した。

### 実験2

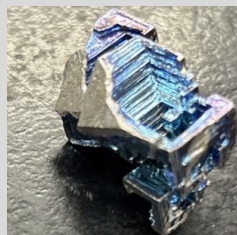


図4 200°Cで加熱する前の結晶



図5 200°Cで30分加熱した後の結晶



図6 300°Cで加熱する前の結晶

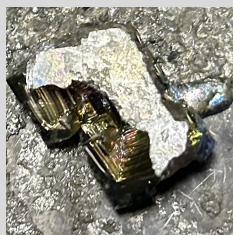


図7 300°Cで30分加熱した後の結晶

- ・200°C: 温度が低く色が変化しなかった。
- ・300°C: 温度が高くビスマス結晶が溶けた。
- ・280°C: 結晶が溶けず、色の変化を観察することができた。

【時間経過による色の変化】  
長い時間温め続けることでビスマス結晶の色が桃色や緑色に変化していき、最終的には塩酸に浸したときと同じような色になった。

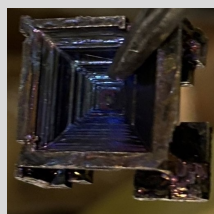


図8 280°Cで加熱する前の結晶

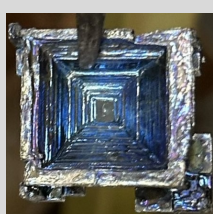


図9 280°Cで10分加熱した後の結晶

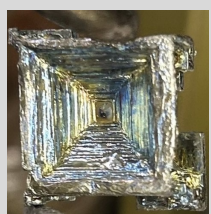


図10 280°Cで20分加熱した後の結晶

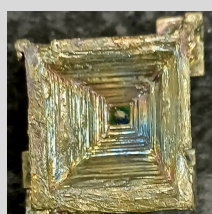


図11 280°Cで30分加熱した後の結晶

## 4.考察

- ・ビスマスを過マンガン酸カリウム水溶液につけたとき金色までしか変わらなかった。  
→薬品で色を変化することには限界があるのではないか。
- ・ビスマスの色が変わるときに酸化被膜の厚さが一定を超えると緑色が消えて灰色に近い色になった。  
→光が酸化被膜を反射するときに、酸化被膜が細かい凹凸が発生することで屈折率が変わり、酸化被膜が薄いときには、人間が見れる鮮やかな色になっていて、一定以上の厚さになると可視光ではない光になっているのではないか。
- ・ビスマスから還元剤である塩酸を用いて酸化被膜を完全に除去したとき、ある程度酸化被膜の厚さがあるときとほぼ同じ色を見せていた →酸化被膜が一定の薄さの時しか特異の色があらわれない現象なのではないか。
- ・酸化被膜の色の変化の再現性がなかった  
→ビスマスの酸化被膜の色を変化させるには温度以外の別の条件が存在しているのではないか。

## 5.今後の展望

- ・酸化被膜の厚さによる色の変化を詳しく表し、酸化被膜と屈折率の関係について考える
- ・ビスマス結晶の形の変化の法則性を探す
- ・ビスマス結晶の色の変化の再現性を見つける

参照 \*1ビスマスの酸化被膜の色の調整について 奈良県立奈良高校化学部