31135

ルビーの合成

要旨

先輩方が５年間取り組んできた結果をもとに、さらに大きなルビーをつくることを目的として研究を行った。実験は電気炉を使ったフラックス法という方法で最高温度 1100 度まで加熱し、酸化モリブデンを蒸発させ、残りの薬品が冷えて固まることによりルビーを合成する方法を行った。

初めに前年度の先輩方の結果に準じて実験を行った。次により大きなルビーをつくるために、化学的に酸化モリブデン（Ⅵ）の蒸発速度を抑える方法を用いて実験を行った。

本文

１．目的

ルビーをより赤色にするため、酸化クロムを使い色の変化を比較する。また、より大きなルビーをつくるために、炭酸ナトリウムを用いて蒸発を抑える実験を行った。

２．使用した器具・装置

◆器具◆

・アルミナるつぼ（大）
・白金るつぼ（小、蓋付き）
・乳鉢　　・乳棒　　・白金線
・電気炉（ヤマト科学　電気炉 FO200）

◆材料◆

・酸化アルミニウム	0.380g
・酸化クロム(Ⅲ)	0.002g
・酸化モリブデン(Ⅵ)	7.120g

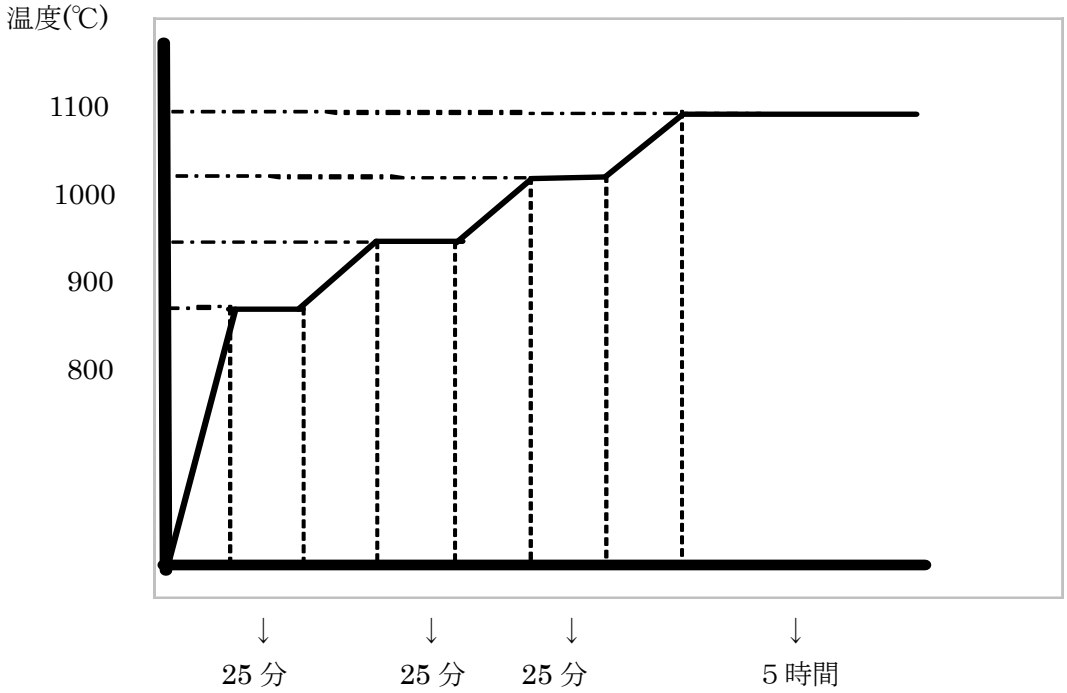
材料を白金るつぼ(小)につめたものを
大きいアルミナるつぼに入れる。（写真-１）

（写真 - １）

３．研究・実験の手順

① 酸化アルミニウム、酸化クロム(Ⅲ)、酸化モリブデン(Ⅵ)をそれぞれ量りとり、乳鉢、乳棒を使って混ぜ合わせる。
② 白金線を適当な長さに切り、らせん状に巻いて、白金るつぼに入れる。
③ ①で作った試料を白金線が隠れるように白金るつぼに入れふたをする。
④ アルミナるつぼに酸化アルミニウムをつめ、その中の試料を入れた白金るつぼを埋め込む。
⑤ 加熱する。

＜加熱の様子＞



＜ルビーができたか確認する方法＞

・顕微鏡で結晶ができているかを確認する。

・ブラックライトをあて赤く光るかどうかを確認する。

※ルビーの定義として、酸化クロムが取り込まれていることが条件であり、ブラックライトをあてると赤く光れば酸化クロムが取り込まれていると確認することができる。

実験Ⅰ：前年度の先輩方の実験方法に準じて合成を行う。(酸化クロム(Ⅵ)を使用、酸化アルミニウム・酸化モリブデンの量 4 倍、酸化クロム(Ⅵ)の量 16 倍)

実験Ⅱ：実験Ⅰで電気炉の運転が停止してしまって上手くいかなかったので同様の方法で実験を行った。

実験Ⅲ：酸化クロムを(Ⅵ)のものから(Ⅲ)のものに変えて、同様に実験を行った。

実験Ⅳ：酸化モリブデンを今までの１／２に変えて実験した。

４．結果

実験Ⅰ：電気炉の運転が停止してしまったため上手く合成できず失敗。

実験Ⅱ：顕微鏡でできたものを観察すると小さいながらも結晶が確認され、またブラックライトをあてると赤く光ったことからルビーができていることが分かった。

実験Ⅲ：酸化クロムの価数を変えても、実験Ⅱでできたものとあまり変わりがなかった。

実験Ⅳ：結晶が全くできず、粉状の物質ができた。

５．結果に対する考察・分かったこと

実験Ⅱ・Ⅲ

① 白金るつぼの内側に小さい結晶がたくさんできたが、大きな結晶はできず、白い粉のようなものが残ったので私たちは試料が融けきらなかったものだろうと考えた。

② 実験Ⅱと実験Ⅲでは酸化クロムの価数を変えて実験し比較したが変わりはなかったため、酸化クロムの価数は実験の結果には影響しないと思われる。

実験Ⅳ

③ 酸化モリブデンが少なすぎて、フラックスの役割を果たせなかったと考えられる。

信州大学に行き助言をいただいて…

・白金るつぼのふたを少しずらして隙間をあけていたために酸化モリブデンの蒸発が早すぎて大きな結晶ができにくく、小さな結晶ばかりになってしまったことが分かった。

以上の考察、助言をふまえ、

６．実験

実験Ⅴ：酸化モリブデン（Ⅵ）の蒸発を遅らせるために炭酸ナトリウムを加えて実験を行った。

① 酸化モリブデン（Ⅵ）に対して 10%の炭酸ナトリウムを加える。

実験Ⅵ：実験Ⅳで全体量があまりに多く、るつぼに入りきらなかったため、酸化モリブデン・酸化アルミニウムの量を 2 倍、酸化クロムの量を 8 倍にして、炭酸ナトリウムを加えて実験を行った。

② 酸化モリブデン（Ⅵ）に対して５%の炭酸ナトリウムを加える。

③ 酸化モリブデン（Ⅵ）に対して１%の炭酸ナトリウムを加える。

④ 酸化モリブデン（Ⅵ）に対して 0.1%の炭酸ナトリウムを加える。

⑤ 酸化モリブデン（Ⅵ）に対して 0.2%の炭酸ナトリウムを加える。

⑥ 酸化モリブデン（Ⅵ）に対して 0.3%の炭酸ナトリウムを加える。

実験Ⅷ：酸化モリブデンの量を３／４に変えて実験を行った。

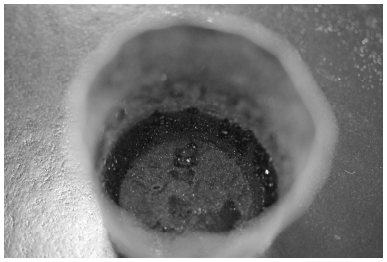
７．結果

実Ⅴ･Ⅵ： ①②③ ルビーの合成に失敗。ルビーの結晶ができず、色もついていない状態であった。加熱すると黒っぽい液体が出てきた。

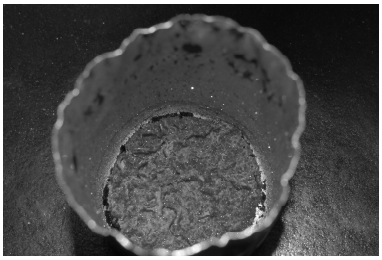
④ 直径 0.5mm くらいのルビーの結晶ができた。

⑤ 綺麗に赤色がつき今までの実験のなかで最もよいルビーをつくることができた。

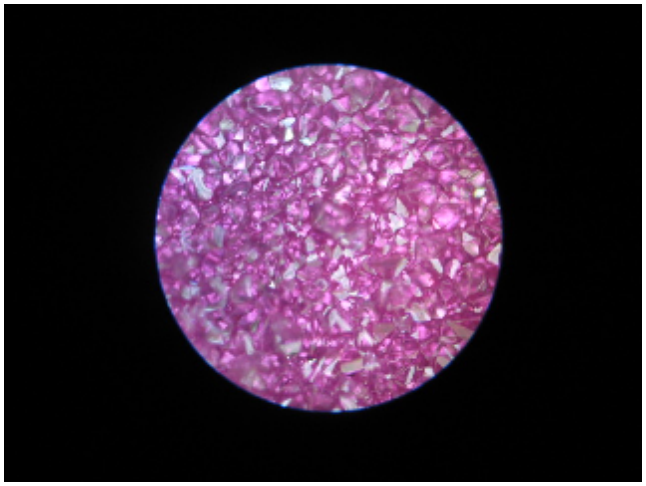
⑥ ⑤の実験でできたルビーと比較すると⑥でできた結晶は美しさにおいて劣るが、大きさにおいては⑤でできたものより大きいものをつくることができた。



実験⑤でできたルビー （写真－２）



実験⑥でできたルビー （写真－３）



実験Ⅷ：小さいながらも結晶ができた。

８．結果に対する考察

実験Ⅴ・Ⅵ

①②③　炭酸ナトリウムの量が多く、酸化モリブデン（Ⅵ）が残ってしまった。加熱した際になぜ黒い液体ができたか分からないが、ルビーはガスバーナーで熱する温度では融けないので新たにルビーとは違う物質ができたか、合成のときに融けることができずに残った薬品があったと思われる。

④　①,②,③より炭酸ナトリウムの量を減らしたことでうまくルビーの結晶ができた。

⑤⑥　④をもとに、炭酸ナトリウムの量を少しずつ調整していくことで、より綺麗に結晶が取り出せた。

実験Ⅷ：今までは酸化モリブデンの量が多すぎて溶け残ってしまったが、量を減らしたことでちょうど良い量になり、結晶ができたと思われる。

９．まとめ

信州大学の大石先生にいただいた助言をもとに、化学的により大きなルビーをつくるために１年間実験を行ってきた。これまでの実験では、炭酸ナトリウムの適切な量を導くために苦労したが、最終的に、酸化モリブデン（Ⅵ）の質量に対して 0.2～0.3%の炭酸ナトリウムを加えることで、よりよいルビーをつくることができた。また、酸化モリブデンの量を減らすことで、ルビーを結晶化させる事に成功した。

１０．謝辞

今回の実験をするにあたり、信州大学工学部の大石先生をはじめとした皆様に、多くの助言をいただきました。
心より感謝申し上げます。

１１．参考文献、引用文献

・『平成 21 年度　サイエンスリサーチⅡ』より
「ルビーの合成」