

人工ルビーの育成に関する研究

大阪府立四條畷高等学校

Abstract

We did an experiment to create a large artificial ruby by using cryolite flux. As a result, we succeeded in creating a substance which is probably ruby, but we could not make it large. So our next assignment is an analysis of the ruby and how to make the ruby larger.

研究背景

人工的にルビーを作ることができるを知り、自分たちも人工ルビーを作りたいと考えた。

RQ・仮説

フラックス法を用いて大きなルビーを作ることのできるのか
→加熱時間を長くすれば大きな結晶を作ることができる

実験1

フラックス法とは

フラックスと呼ばれる溶媒を用いて単結晶を育成する方法。高温で融けているフラックスの中に物質を入れると、その物質を融点以下の温度で融解できる。

手法

- ①酸化アルミニウム(Al_2O_3)、酸化クロム(Cr_2O_3)、水晶石(Na_3AlF_6)をアルミナるつぼに入れ、よく混ぜる。配合量を変えて実験する。
- ②アルミナるつぼを素焼きの板の上に置き、電気炉(マッフル炉)に入れて加熱する。加熱時間を変えて実験を行う。
- ③電気炉では最低300°Cまでしか制御できないため、300°C以降は低温になるまで放置する。

表1.加熱パターン

	最高温度(°C)	維持(h)	冷却方法
①	1150	24	80hで300°Cまで
②	1150	24	10hで50°Cずつ
③	1050	24	10hで50°Cずつ
④	1050	36	10hで10°Cずつ

結果

全てのるつぼで内側がピンク色になっていた。
結果が“◎”のものでは1mmほどの肉眼で確認できる結晶が見られた。

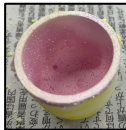


図1.実験後のるつぼ

表2.配合量、加熱パターン、結果

	配合量 単位: g			加熱パターン	結果
	Al_2O_3	$Cr_2O_3(III)$	Na_3AlF_6		
1	0.01	4	①	○	
1	0.01	4	②	○	
1	0.05	4	②	◎	
1	0.08	4	②	○	
1	0.10	4	②	○	
1	0.05	3	②	○	
1	0.01	4	③	○	
1	0.05	4	③	◎	
1	0.01	4	④	○	
1	0.05	4	④	○	

実験2

- 1)粉末X線回折を用いて試料とルビーの結晶構造を比較した。
- 2)単結晶X線回折で試料の立体構造を調べた。
- 3)X線蛍光分析(XRF)で結晶の組成とその分子の含有量を調べた。
- 4)走査型電子顕微鏡(SEM-EDX)で結晶を観察し、元素とその含有量を調べた。

結果

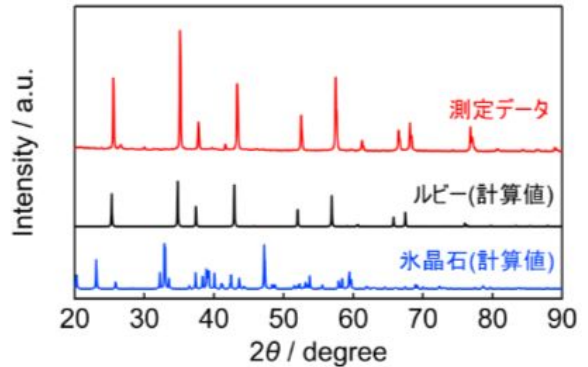


図2.粉末X線回折の測定結果

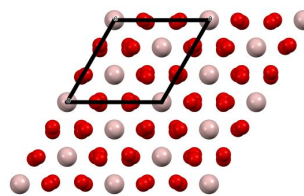


図3.単結晶X線回折の結果
ルビーと同じ構造

表3.X線蛍光分析の測定結果

成分名	分析値 (mol%)
Al_2O_3	95.6
SiO_2	0.974
CaO	1.49
Cr_2O_3	1.49
Fe_2O_3	0.344
ZnO	0.057

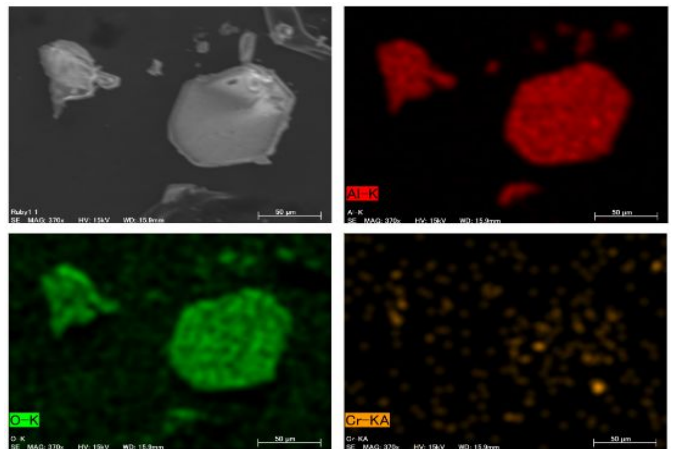


図4.走査型電子顕微鏡の写真

考察・展望

- ・加熱時間を長くしても大きな変化は見られなかった。加熱時間のパターンが4通りと少ないため、加熱パターンを増やして実験を行い、ルビーの大型化を目指す。
- ・現時点で最も大きい結晶が作れる配合率は $Na_3AlF_6 : Al_2O_3 : Cr_2O_3 = 400 : 100 : 5$ である。
- ・実験2より、作成した結晶はルビーであると考えられる。

参考文献

- [1]金属表面での酸化アルミニウム結晶の生成
http://www.koshi-h.ed.jp/wp-content/uploads/2018/08/H28_06_aluminum_oxide.pdf
- [2]X線回折法(XRD)とは:測定原理と応用例|semi journal
<https://semi-journal.jp/basics/method/xrd.html>
- [3]X線蛍光分析とは(基礎知識)松定プレゼンジョン
<https://www.matsusada.co.jp/column/words-xf.html>