

人工宝石作成

メンバー：那須將、田畑直希、今野貴和子、高木悠介

1 はじめに。

自然界において宝石が形成される環境を実験室で再現することにより、核となる微細な結晶の周囲に人工宝石を形成、宝石を成長させ、その質量の増加を試みる。

今回の実験では高温条件下での宝石の成長を目指すこととした。

形成する宝石にはルビーを用いた。その理由として

- ・ルビーの結晶構造である酸化アルミニウムの三方晶系構造、即ちコランダムは固化すれば形成されるので、結晶形成に特別な条件を設定する必要がない。
- ・微量の含有物質によって発色が異なり、実験に多様性を持たせることができる。
- ・宝石の中では組成が比較的簡単である この3点が挙げられる。

実験の課程で、人工ルビーの作成において工業的に用いられているフラックス法を踏襲した。酸化アルミニウム (Al_2O_3) は通常電気炉を用いても溶解させることができないが、ここに氷晶石 (Na_2AlF_6) の粉末を添加することにより酸化アルミニウムの融点を低下させることができ、実験用の電気炉でも溶解が可能となる。詳しい実験方法は以下の通り。

- ・試料 酸化アルミニウム：氷晶石（粉末） = 1 : 4 を質量比で混合
+ 着色料 ・酸化クロム () 赤 ・酸化コバルト 青 ・二酸化三鉄 緑
をごく微量 (0 . 0 1 g 程度) を添加して混合。
- ・結晶核...人工ルビーの微細な破片を種結晶とし、周囲に結晶を成長させる。
試料と種結晶をるつぼに入れ、電気炉で加熱。酸化アルミニウムと氷晶石の質量や着色料、温度設定などを変えていき、ルビー結晶の成長に最適な条件を探す。
- ・ルビーの燃成について 電気炉による試料の融解
炉内の温度を 1 0 0 0 ~ 1 2 0 0 まで、3 0 分 ~ 1 時間で上昇させ保持。
炉内の温度を 9 0 0 ~ 9 6 0 まで下げ保持。

2 実験条件と結果

アルミナ 2.0g 氷晶石 8.0g 種結晶 0.0010g 最高温度 1070 保持温度 960 保持時間 48 時間 の条件下で、着色料を変えた場合。

- ・酸化クロム (0.0010g)白色だったアルミナは鮮やかな黄色に発色。
- ・酸化チタン (0.0010g)色の変化は見られなかった。
- ・酸化鉄 (0.0010g)底面に薄い黄色の発色が見られた。

全てのるつぼにおいて、種結晶としたルビーに変化は見られなかった。この実験から、最も発色が鮮やかだった酸化クロムを着色料として用い、他の条件を変えていくこととした。

電気炉の温度設定、着色料及び種結晶の条件は変えず、

質量比 1 : 4 の関係を保ったまま、アルミナと氷晶石の条件を変えた場合。

アルミナ(g)	氷晶(g)	着色(g)	種(g)	最高()	保持(h)	保温()	保持(h)	
1	4	0.01	0.01	1100	1	960	48	(1)
1.5	6	0.01	0.01	1100	1	960	48	(2)
2	8	0.01	0.01	1100	1	960	48	(3)

(1).....全ての試料が一度完全に溶けたような痕跡が見られた。

(2).....若干の試料が溶け残ったような痕跡が見られた。

(3).....全ての試料が溶けきっていないように思われた。

この実験から、試料を全て溶かすために試料の総量は5gで統一するとともに、アルミナ製の小るつぼを用いず、セラミック製の大るつぼに直接試料を入れる事とした。

試料の比と量、着色料の条件は変えず、小るつぼを用いなかった場合。

アルミナ(g)	氷晶(g)	着色(g)	種(g)	最高()	保持(h)	保温()	保持(h)
1	4	0.01	0.01	1150	3	960	48

.....試料は全て溶け種結晶の他に新たに形成された結晶らしきものが観察され、その結晶

はかなり透明度があった。また、蓋部分にも結晶が成長したような突起が観察された。

この実験で観察された物質を種結晶の代わりとして用いて実験を行ってみることとした。

試料、電気炉の温度設定、るつぼの条件は変えず、前回の実験でるつぼ内に観察された物質の粉末(0.0010g)を種結晶として用いた場合。

アルミナ(g)	氷晶(g)	着色(g)	種(g)	最高()	保持(h)	保温()	保持(h)	
1	4	なし	0.01	1100	3	960	40	(1)
1	4	0.02	0.01	1100	3	960	40	(2)
1	4	なし	0.01	1100	3	960	40	(3)

(1).....蓋の裏に結晶のような透明な物質が観察された。

(2).....酸化クロムを添加したが、逆に結晶のような物質はあまり観察されなかった。

(3).....蓋の裏に結晶のような物質が観察され、その粒子も大きい。

この実験から前回二回の実験で観察された物質はるつぼ内で種結晶として働くと考えられる。またこの物質がるつぼの蓋の裏に観察されることから、種結晶をるつぼの底面ではなく上部に設置する事が出来れば種結晶をより大きく成長させることが出来るのではないかと。

試料、電気炉の温度設定、種結晶の条件は変えずに、着色料の条件(有・無)を変え、さらに大るつぼの中に小るつぼを逆さまに伏せて入れこれを台として種結晶をのせた場合。

アルミナ(g)	氷晶(g)	着色(g)	種(g)	最高()	保持(h)	保温()	保持(h)	
1	4	なし	なし	1130	4	1000	40	(1)
1	4	0.01	0.01	1130	4	1000	40	(2)

(1).....大るつぼの底面に、岩塩のような透明な結晶が見られた。

(2).....大るつぼの底面に、試料が焦げたように茶褐色になって残っていた。

この実験では、いずれの場合も試料が完全に溶けた痕跡が見られないことから、試料の総量が適切であるか検証が必要であると言え、また小るつぼを台として設置した効果が見られないことから、種結晶をるつぼの上部に固定する方法としてより適切な手段が求められる。ただし、電気炉内はかなりの高温になるため高温でも融解しない無機物質についてもアルミナの結晶化に影響を与えないと断言できることが望ましい。

試料、電気炉の温度設定、種結晶の条件は変えずに、着色料をなくし、アルミホイルでるつぼ内に段差をつくりそれを台座とした場合。

アルミナ(g)	氷晶(g)	着色(g)	種結晶(g)	最高()	保持(h)	保持()	保持(h)
1	4	なし	なし	1130	4	1000	40

.....るつぼ内でアルミホイルが融解し、白色または黒色の粉末となっていた。

るつぼ内にはアルミナによる針状結晶も一部に形成されていたが、

試料によるものか、アルミホイル由来のものか、判別はつかない。

この実験では、種結晶の固定に用いたアルミホイルが、結果的にるつぼ内での本来の反応を阻害してしまう形となった。これは、アルミホイルは純粋なアルミナではなく、微量の不純物が含まれていたためだと考えられる。

3 考察・今後の課題

- ・種結晶.....結晶らしき物質が形成されても、種結晶の成長が観察されなかったという。改善点としては試料と一緒に種結晶をるつぼ内に入れるだけでなく、種結晶自体に結晶が成長する方向を指定する事が必要だと考えられる。
- ・着色料.....アルミナと氷晶石の混合物質である試料 5.0g に対して、着色料である酸化クロムなどの質量はその五百分の一だが、それでも試料の反応に影響を与えていた。今後、着色料が試料に与える影響について、対照実験などを行い明確にしていく必要がある。
- ・るつぼ.....るつぼの材質や個数がるつぼ内の温度変化に影響を与えている可能性は十分にある。るつぼの材質などの条件もより詳しく検証していく必要があると言える。

4 参考HP

大阪府教育センター <http://www.osaka-c.ed.jp/>

THE RINGS STORY <http://www.h3.dion.ne.jp/%7Et.r.s/index.html>

Ig. Loss <http://www.sunfield.ne.jp/~onotetsu/index.htm>

島根大学 教育学部 物理学研究室 <http://physics.edu.shimane-u.ac.jp/index.html>

オンラインマガジン騒人 <http://sojin.presen.to/index.html>

京都府中小企業技術センター <http://www.mtc.pref.kyoto.jp/index.htm>

ルビーの合成 <http://www.tuyama.okayama-c.ed.jp/risu/kaken/H11/ruby.html>

アルミ缶から宝石をつくる <http://www.ths.titech.ac.jp/~meh/2001/Rubby/ruby.htm>

化学結晶宝石 <http://cyber-j.com/bijoux/index100.html>

人工宝石 <http://www.ths.titech.ac.jp/~meh/2002/Ruby/Ruby.htm>

アルミ缶からルビーをつくる <http://www.ths.titech.ac.jp/~meh/2003/ruby/ruby.htm>