

## 何色の宝石が好き? 〜ルビー・サファイア合成で楽しむ結晶科学〜

What color of gems do you like? Enjoy crystal science by ruby and sapphire synthesis

茨城高専<sup>1</sup>, 産総研<sup>2</sup> ○綿引柚衣子<sup>1</sup>, 小林治哉<sup>1</sup>, 佐藤桂輔<sup>1</sup>, 中岡鑑一郎<sup>1</sup>,池田伸一<sup>2</sup>, 原嘉昭<sup>1</sup>Ibaraki NCT<sup>1</sup>, AIST<sup>2</sup> ○Yuiko Watahiki<sup>1</sup>, Haruya Kobayashi<sup>1</sup>, Keisuke Sato<sup>1</sup>, Kanichiro Nakaoka<sup>1</sup>,Shinichi Ikeda<sup>2</sup>, Yoshiaki Hara<sup>1</sup>

E-mail: yohara@ge.ibaraki-ct.ac.jp

## 1. はじめに

我々は、地域の科学イベント等で、卓上浮遊帯域溶融単結晶成長装置<sup>1)</sup> (FZ 装置) を用いたルビー・サファイア合成の実演を行い、結晶科学の楽しさを子供達に伝えている<sup>2)</sup>。本年度は、毎年 8 月に本校で開催する小中学生を対象にした「おもしろ科学セミナー」での開講を予定している。本セミナーは、午前あるいは午後の 2.5 時間×2 日間で行う。参加者には自分が合成する結晶の色を決めてもらい、原料の調合、原料棒作り、そして FZ 装置による結晶成長までを体験してもらう予定である。そこで、紫、青、緑、黄、橙、赤の 6 色のルビー・サファイアを得るための添加物の種類や添加量を検討している。

## 2. 実験

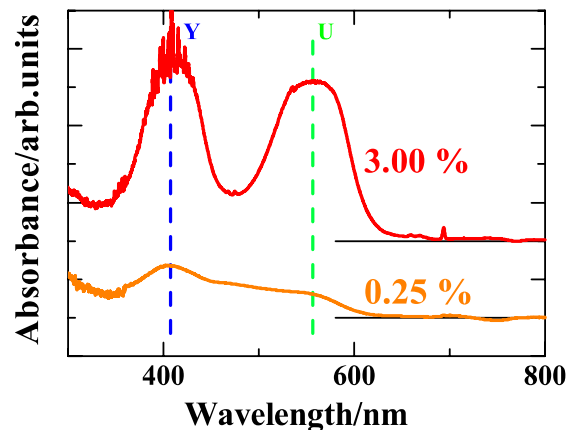
3d 遷移元素である Ti~Cu が Al に対して 1 % 前後の濃度になるように、これらの元素の酸化物と Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> を混合した原料棒を作製し、FZ 装置による結晶成長を行った。得られた結晶を厚さ 1 mm にスライスした試料に対して、UV-VIS 分光光度計による吸収スペクトルの測定を行った。

## 3. 結果および考察

Table 1 に、添加酸化物の種類、濃度、得られた結晶の色をまとめる。TiO<sub>2</sub> のみを添加した試料は、TiO<sub>2</sub> のインクルージョンの晶出が起り均一な結晶が得られなかった。VO<sub>2</sub> を添加した試料は、使用している卓上 FZ 装置では原料棒を融解させることが出来なかった。原料棒がほとんど白色であることが原因と考えている。その他の添加物の場合は結晶成長を行うことができた。準備したい 6 色のうち、青、緑、黄、橙、赤の 5 色は図中の下線を引いた条件で発色の良い結晶が得られた。橙と赤は Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> の濃度の違いで作り分けられることがわかった。Fig.1 にこれらの試料の吸収スペクトルを示す。Cr イオンの濃度が高い場合、U 吸収帯、Y 吸収帯のはっきり分離しているが、Cr イオン濃度が低いと、400nm から 600nm にかけて連続的に吸収が弱くなっており、これが両者の発色の違いを生んでいる。

Table 1 Dopants and colors of grown crystals

| Dopants                                           | Nominal composition of 3d metal for Al | Colors of grown crystals |
|---------------------------------------------------|----------------------------------------|--------------------------|
| TiO <sub>2</sub>                                  | 1.00                                   | —                        |
| VO <sub>2</sub>                                   | 1.00                                   | —                        |
|                                                   | 3.00                                   | Red                      |
| Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>                    | 1.00                                   | Pink                     |
|                                                   | 0.25                                   | Orange                   |
| Mn <sub>2</sub> O <sub>3</sub>                    | 1.00                                   | Pink-Orange              |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>                    | 1.00                                   | Yellow                   |
| CoO                                               | 1.00                                   | Green                    |
| NiO                                               | 1.00                                   | Brown                    |
| CuO                                               | 1.00                                   | Yellow                   |
| TiO <sub>2</sub> , Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 0.15, 0.45                             | Blue                     |

Fig.1 Absorption spectra of Cr<sup>3+</sup> doped crystals

## 4. まとめ

紫、青、緑、黄、橙、赤の 6 色のルビー・サファイアの合成条件を検討している。これまでに青、緑、黄、橙、赤の 5 色は比較的发色の良いものを得ることができた。紫については、コランダム中の V イオンが紫の発色要因となる報告があることから、VO<sub>2</sub> の添加量や、価数の異なる V<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> の添加を中心に検討を進める。発表では、セミナーの様子も交えて報告する。

1) [http://www.aist.go.jp/digbook/aist\\_today/vol4\\_6/index.html#page=19](http://www.aist.go.jp/digbook/aist_today/vol4_6/index.html#page=19)

2) 2009 年, 2012 年 科学の祭典ひたちなか大会