

## 強い衝撃を受けた材料評価に向けた発光塗料の開発

長谷川 美貴, 尾形 周平, 近藤 一希, 川口 拓馬, 石井 あゆみ(青山学院大学理工学部), 近藤 周, 笹原 和将, 榎原 幹十朗(東北大学大学院工学研究科)

### Development of the Impact-stimuli Responsive Luminescent Dyes for Evaluations of Materials

Miki Hasegawa, Shuhei, Ogata, Kazuki Kondo, Takua Kawaguchi, Ayumi Ishii (College of Science and Engineering, Aoyama Gakuin University), Shu Kondo, Kazumasa Sasahara and Kanjuro Makihara (Graduate School of Engineering, Tohoku University)

緒言: スペースデブリは、制御不能となった天体における観測機などの人工物の総称であり、その数は年々増加している。このデブリは相対速度約  $7 \text{ km/s}$  もの超高速で地球を周回しており、数  $\text{cm}$  の微小なデブリであったとしても、宇宙気に衝突すれば破壊しうる。そのため、現在においても宇宙ステーションでは、二重壁防護が採用されており、デブリが外壁に衝突し気化することで、エネルギーを分散させ、内壁に穴が生じにくい構造となっている (図1)。

これまでの宇宙科学研究所の二段式軽ガス銃を用いた二重壁防護に関する超高速衝突実験と、この衝撃を受ける内壁バンパーの挙動を表現する光学的モデルによるシミュレーションに関する研究から、デブリ衝突に対して空気もレアなが生じない設計は不可能であるとされている。デブリ衝突により、宇宙ステーション等の電気系統がダウンしたことを想定すると、暗闇でも衝突穴の位置を特定できるよう、衝突穴の周囲が発光するシステムの構築が必要となる。そこで、本研究では、デブリ衝突で生じる温度上昇をトリガーとして蓄光効果により光り続けるメカノクロミズム希土類複合体を用いた衝突位置を表示するシステムを構築することを最終的な目的としている。

希土類を含む材料は、それ自身の電子構造に依存した強い磁性やシャープなスペクトル形状の電子遷移を示す。例えば、紫外線励起において、2 価のユウロピウム  $\text{Eu(II)}$  は青色に、3 価の  $\text{Eu(III)}$  は赤色に発光する。これまでの実験では、ストロンチウムなどの 2 族の酸化物に、 $\text{Eu}$  イオンをドーピングしてきたが、今回は、コンビナトリアルに原料の混合比を変化させ、二重壁のモデルに塗布した系について実験を試みたので報告する。

セットアップ：本研究では二重壁モデルとして、10 cm 間隔に 2 枚のアルミ板（バンパー）をセットし、原料に Eu(III)の化合物を含む複合体を用い、衝撃による Eu の価数変化とともに紫外線励起による衝撃穴近辺の発光色の変化をスペクトル観察した。衝突実験は、相模原 JAXA の二段式軽ガス銃を用い、約 7km/s で直径 7mm のプロジェクタイトルを衝突させた。

結果と考察：図に、衝突後の試料の白色光下での写真を示す。現段階では、発光種となる Eu 化合物と、マトリクスとなるストロンチウムアルミナの混合時に Eu が多い場合に比較的発光スペクトルが変化することが見出されたが、衝突による構造変化、結合の変化および発光種の寿命の変化等については現在も解析中である。

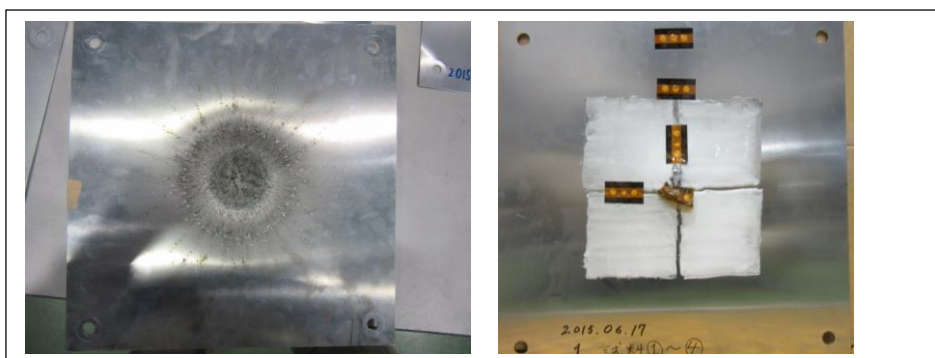


図 衝突後のバンパーの様子（左衝突面、右発光体面）

- [1] 榎原幹十郎、ほか「平成 27 年度スペースプラズマ研究会講演集録」
- [2] M. Hasegawa, A. Ishii, *et al.*, *New Journal of Chemistry*, **2014**, 38, 1225-1234.
- [3] A. Ishii, M. Hasegawa, *Scientific Reports*, **2015**, 5, 11714.
- [4] A. Ishii, M. Hasegawa, *Chemistry Letters*, **2016**, 46, 338-341.