

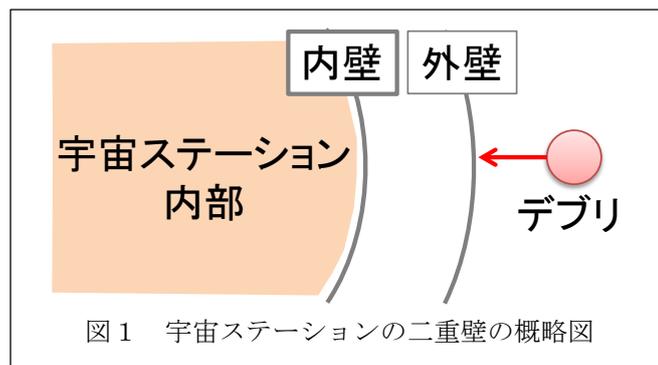
## 強い衝撃を受けた材料評価に向けた薄膜材料の開発

長谷川 美貴, 尾形 周平, 川口 拓馬, 水島 颯一, 石井 あゆみ(青山学院大学理工学部), 笹原 一将, 上叢 義幸, 榎原 幹十郎(東北大学大学院工学研究科)

### Development of the Impact-stimuli Responsive Film Compounds for Evaluations of Materials

Miki Hasegawa, Shuhei, Ogata, Takua Kawaguchi, Soichi Mizushima, Ayumi Ishii (College of Science and Engineering, Aoyama Gakuin University), Kazumasa Sasahara, Yoshiyuki Uwamino and Kanjuro Makihara (Graduate School of Engineering, Tohoku University)

緒言：スペースデブリは、天体において制御不能となった観測機などの人工物の総称であり、相対速度約 7 km/s もの超高速で地球を周回している。その数は年々増加しており、数 cm の微小なデブリであったとしても、宇宙機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漏れ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、紫外線励起により、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 族の金属酸化物に、 $\text{Eu}$  イオンをドーピングさせ、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研究を行ってきた。今回は、塗料の有機マトリックスに対する希土類化合物の濃度を変化させ、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  $\text{Eu(III)}$  の化合物を含む複合体を用い、衝撃による  $\text{Eu}$  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イルを衝突させた。

結果と考察：図 2 に、衝突前の試料の写真を示す。図 2 右は、異なる混合比率の 4 つの条件で物質を塗布している。発光種となる  $\text{Eu}$  化合物が衝撃により融合するストロンチウムアルミナに対し高い濃度の場合に、発光スペクトルが変化する。これらが有機マトリックスに対し、種々の濃度で混合した場合の結果について報告する。



図 2 衝突前のバンパーのセットアップ (左) と発光物質塗布面の様子 (右)

- [1] 榎原幹十朗、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] S. Ogata, M. Hasegawa, *et al.*, *New Journal of Chemistry*, **2017**, 41, 6385-6395.
- [4] A. Ishii, M. Hasegawa, *Scientific Reports*, **2015**, 5, 11714.
- [5] A. Ishii, M. Hasegawa, *Chemistry Letters*, **2016**, 46, 338-341.