

## 宇宙用材料を指向した液晶ポリマーへの原子状酸素照射

### Atomic oxygen exposure of liquid crystal polymer for space materials

神戸大院工<sup>○</sup>小柴 康子, 横田 久美子, 西本 卓馬, 堀家 匠平, 福島 達也,

田川 雅人, 石田 謙司

Kobe Univ., Y. Koshiba, K. Yokota, T. Nishimoto, S. Horike, T. Fukushima, M. Tagawa, K. Ishida

E-mail: kishida@crystal.kobe-u.ac.jp

宇宙機が周回する宇宙環境は、宇宙放射線、プラズマ粒子、紫外線、残留大気、ダストなどが存在する過酷な環境である。例えば、国際宇宙ステーションや地球環境衛星を含む低軌道宇宙機が周回する高度 200~500km の大気の主成分は太陽からの紫外線により酸素分子が分解されて生じる原子状酸素 (Atomic oxygen : AO) であり、宇宙向け材料には軽量化に加えて AO 耐久性が要求される。また、宇宙放射線の遮蔽には重量あたりの水素原子が最も多いポリエチレンが適しているなど、航空宇宙工学分野においても有機材料は重要な研究対象である。今回、我々はエンジニアリングプラスチックとして様々な分野で使用されている軽量かつ強靱な液晶ポリマーに注目した。全芳香族ポリエステルを基本骨格にもち熔融時にネマチック液晶性を示す 2,6-ヒドロキシナフトエ酸/パラヒドロキシ安息香酸ランダム共重合体 (P(HNA/HBA)) は、熔融流動時に分子配向し、固化後も分子配向を維持して高い剛性を示す。宇宙機は一旦打ち上げられると交換・修理ができないため、宇宙環境下での材料劣化解析と素材開発へのフィードバックは重要である。本研究では、低軌道宇宙環境下での P(HNA/HBA) の劣化挙動を明らかにするため、レーザーデトネーション型宇宙環境模擬実験装置を用いて P(HNA/HBA) フィルムに原子状酸素を照射し、照射後のフィルムを評価した。

P(HNA/HBA) フィルムに、平均並進エネルギー 3.1 eV、フルーエンス  $5E+20$  atoms/cm<sup>2</sup> の原子状酸素(AO)を照射したところ、照射部は未照射部に比べフィルムが白濁していた (Fig. 1)。Fig.2 に照射部、未照射部の AFM 像を示す。未照射の部分では平均自乗粗さが 9.7nm、最大高低差が 58.7nm で、平行な筋状の構造が観察 (Fig.2 (b)) されたが、AO 照射部のフィルム表面形状は大きく変化し、数百 nm の突起状の構造が観察された

(Fig.2 (a))。AO 照射部の平均自乗粗さは 0.21 $\mu$ m、最大高低差は 1.3  $\mu$ m とどちらも未照射部の約 20 倍の値になっていた。XPS 測定より、照射部で O1s のピーク強度の減少が観測された。宇宙機用熱制御材料であるポリイミドフィルムに AO 照射するとフィルム表面にカルボキシル基などが生成される。AO 照射により P(HNA/HBA) フィルム表面の劣化が進行したが、劣化の機構はポリイミドとは異なると考えられる。

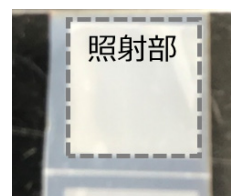


Fig.1. Picture of the P(HNA/HBA) film after AO exposure.

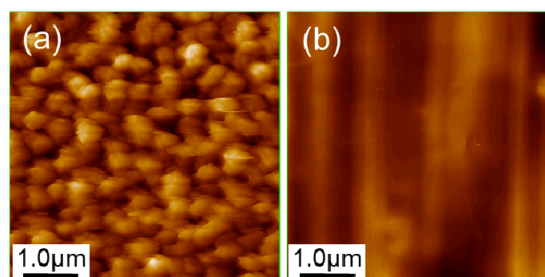


Fig.2. AFM images of the P(HNA/HBA) film, (a) AO exposed, and (b) un-exposed.

(謝辞)宇宙放射線の遮蔽に関してご議論頂きました国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構 (JAXA)後藤亜希様に感謝致します。