



宇宙環境曝露実験に供するカーボンナノチューブにおける原子状酸素起因の構造劣化に対するXAFS分析評価

人見尚¹, 湊田安浩¹, 石川洋二¹, 井上翼², 馬場尚子³
 1株式会社大林組, 2静岡大学, 3有人宇宙システム株式会社

研究の概要

カーボンナノチューブ(Carbon Nanotube : CNT): 軽量かつ高強度

→ 宇宙航空分野において将来の**有望な構造素材**

CNTの物性: 大気中多くの知見 高高度環境→知見が乏しい

分析対象: 多層CNT(Multi-Walled CNT : MWCNT)の撚糸

→ 静岡大井上研究室開発

宇宙環境曝露実験: 簡易曝露実験装置(ExHAM)で実施中

国際宇宙ステーション「きぼう」日本実験棟**船外実験プラットフォーム**に設置

→ 地上400kmの環境 → 実験サンプル: 最長2年間曝露

曝露後の実験サンプル → 地上へ回収・評価を実施

本測定の目的: 帰還後評価方法の検証

対象試料: CNT撚糸 → 地上での模擬試験(地上対照試験)

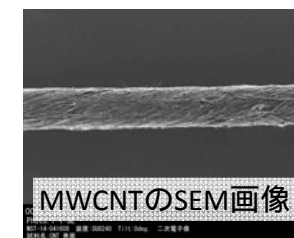
→ 原子状酸素(Atomic Oxygen : AO) 照射試験

評価試験方法: **XAFS**(X-ray absorption fine structure (X線吸収微細構造))

AO照射試験: 宇宙航空研究開発機構(JAXA)の**真空複合環境試験設備**を利用

照射量総量: 7.0×10^{20} [atoms/cm²] 宇宙環境での2年間の照射量に相当

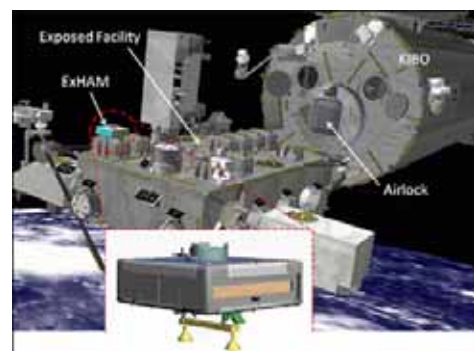
ExHAM宇宙実験およびAO照射試験はJAXAとの共同研究において実施



SEM: Scanning Electron Microscope (走査型電子顕微鏡)



XAFS用治具とMWCNT

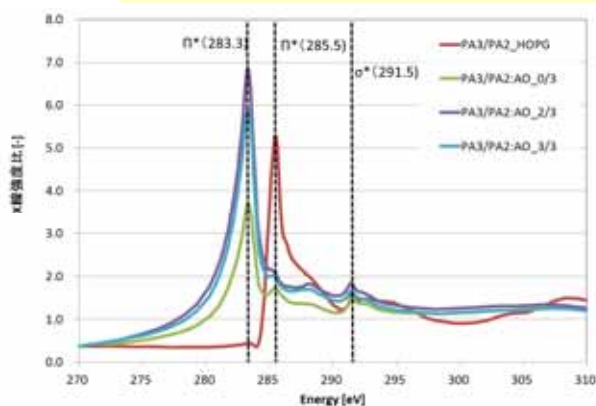


「きぼう」日本実験棟とExHAM (©JAXA)

測定結果

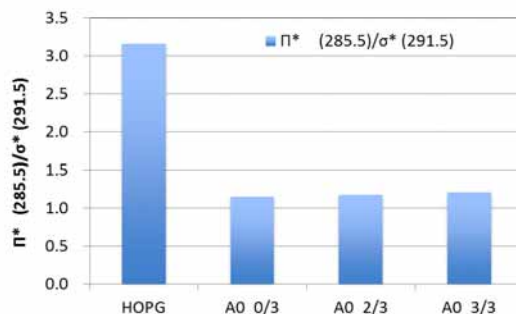
BL7Uにおいて実施

AO照射全期間を3等分し, 0, 2/3, 3/3期間の照射の試料を評価対象

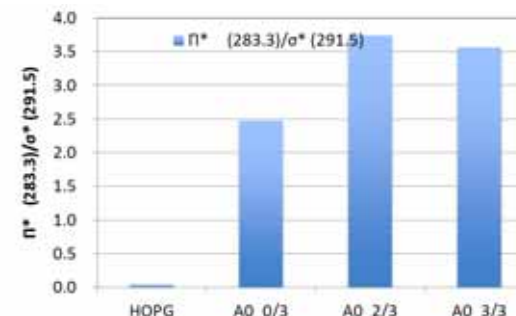


- HOPG(高配向性黒鉛)を参照試料として測定
- π^* 軌道の2種類のピーク→MWCNTはフラーレン + HOPG構造
- グラファイトの平板状積層体構造だけではない特徴
- AOの影響によって, その構造に大きな変化が生じた

AOによる変化は, 平板構造を崩さず, 切り取りを繰り返すようなMWCNTの侵食形態である可能性が示唆される



- HOPGより低い 平面秩序の低さを反映
- 強度比一定 AOの影響を受けにくい



- フラーレン系に近い構造
- AO照射により増加 外周層消失の可能性

期待される効果

宇宙空間でのCNTの構造素材としての利用では, 原子状酸素による劣化が懸念されることを示した。

XAFSによる分析は, CNTの損傷のメカニズム解明に有効な手段となることが示された。

XAFSのさらなる活用は, CNTの開発において宇宙空間における材料としてのその耐久性や採るべき対策を示し, 今後の開発に重要な知見を与えるものと期待される。