

1P031

実験室系プラズマ装置を用いた宇宙船先端部材料の大気圏再突入の模擬実験① Nose cone materials behavior under re-entry conditions simulated in a laboratory-scale plasma device-I

廣岡慶彦¹、住田偉織¹、武藤 敬¹
Yoshi HIROOKA¹, Iori SUMITA¹, Takashi MUTO¹,

¹中部大工
¹Chubu Univ.

1. 研究の背景

超音速で再突入する宇宙船の先端部材料は、断熱圧縮効果により加熱されプラズマ状態になった大気に曝される。これは、磁気核融合炉に於ける周辺水素同位体プラズマと対向機器との相互作用にも類似した環境であろうと推察される。但し、プラズマの成分は空気成分であり、恐らく中性気体圧力も数桁高いであろうと考えられる。

本研究は、核融合炉周辺部プラズマ-材料相互作用模擬実験装置: VEHICLE-1[1]を用いて宇宙船先端部への応用が可能な C-C コンポジット材料等と酸素・窒素プラズマの相互作用実験を行い、材料損耗挙動等に関する基礎的知見を得ることで将来の宇宙関連材料の開発に資する事を目的とするものである。

2. 方法

本研究では、実験室系定常プラズマ・壁相互作用実験装置: VEHICLE.1[1]を用いた。これには、以下の装置が付属している: 1. 1.1kW-2.45GHz-ECRプラズマ源; 2. プラズマパラメータ測定用ラングミュアプローブ; 3. ガス分圧測定用質量分析計(作動排気系付); 4. 可視分光計; 5. CCD カメラ 6. 基盤試料ホルダー。

今回行った予備実験には、日本カーボン製2次元構造 CC-コンポジット: CCM-190C が用いられ、酸素プラズマ照射は、以下の条件で行われた:

1. ECR プラズマ生成電力 PECR: 500[W];
2. O_2 分圧: 1×10^{-3} [Torr];
3. 排気速度 S_p : 200 [liter/s]
4. 電子温度 T_e : ~ 7.4 [eV];
5. プラズマ密度 N_e : $\sim 7 \times 10^{10}$ [1/cm³];
6. プラズマ直径 R_p : 約 6[cm].
7. プラズマ反応時間 t_d : 1 時間;
8. 基盤材料: CC コンポジット;
9. 基盤温度 T_s : 照射中 $\sim 100^\circ\text{C}$;
10. 基盤電位 V_f : -22 [V] ($-3kT_e$ を仮定)。

3. 結果と考察

図-1 に酸素プラズマ照射中の可視分光結果を示した。酸素輝線 O-I に加えて炭素輝線 C-I が観測された。これから酸素プラズマ照射により C-C コンポジット材の化学スパッタリングが起り、先ず CO が生成され電子衝撃原子分子反応を経て炭素が遊離したものと考えられる。

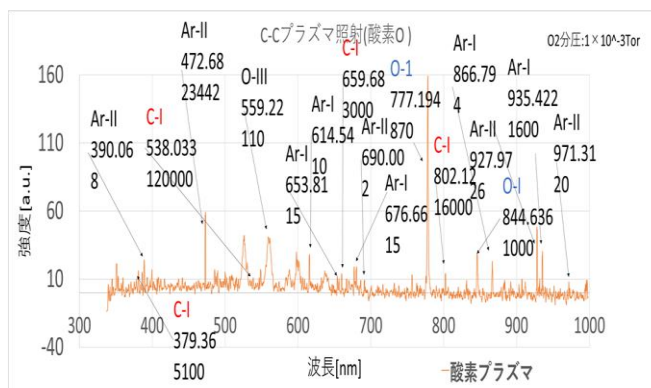


図-1: 酸素プラズマ照射中の可視分光結果。

図-2 にプラズマ照射前後の C-C コンポジット試料の実体写真を示した。これから酸素プラズマ照射によって表面がフェルト状化したことが分かった。

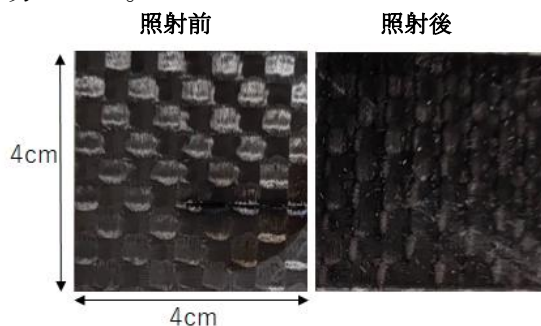


図-2: C-C コンポジット試料の実体写真。

[1] Y. Hirooka et al. J. Nucl. Mater. **337-339** (2005)585.