

極超音速気流中におけるアブレーションと放電による化学反応

鈴木宏二郎（東大新領域）、渡辺保真（東大院）

実験期間：平成 24 年 8 月 27 日から 8 月 31 日

および 9 月 24 日から 9 月 28 日

隕石に代表されるような小天体の惑星大気圏突入は、原始太陽系において現在よりはるかに頻繁に起こっていたことが知られている。惑星大気圏に突入する天体前方には強い衝撃波が発生し、その背後の高温衝撃層では、大気成分と天体表面からのアブレーションガスが反応して生命前駆物質を含む様々な化学種が生成されると考えられる。生成された化学種は、突入天体の後流を経て惑星大気に供給されることになり、大気組成の形成、さらには惑星での生命前駆物質形成に影響を与えたことが予想される。本研究では、その状況を極超音速風洞内で模擬するため、反応に必要な物質供給にはアブレーションを、エネルギー供給には放電を利用した。放電回路（柏風洞 H24 実験「極超音速気流中における放電現象に関する研究」参照）を内蔵する円筒形状模型の前部に、氷とドライアイスの混合で作成した半球状アブレーション模型を装着して実験を行った。空力加熱によるアブレーションで頭部に発生した H, C, O 元素のガスは空気(N,O 元素)と合わさり、C, H, O, N 元素の混合気体となった後、下流側円筒部で放電のジュール熱により励起されて化学反応を起す。図 1 は放電中のシュリーレン写真である。気流のマッハ数は 7、P0 は 950kPa、T0 は約 650K であり、アーク放電中の投入電力は約 150W である。数値シミュレーションとの比較によると、放電部領域では気体の振動温度が大気圏突入レベルの数千 K まで励起されていると予想される。図 2 は CN Violet 帯を含む 382-398nm のバンドパスフィルターを通しての発光部の観察である。同時に行った発光の分光とあわせて、この部分に CN が生成されていることが明らかになった。CN は生命前駆物質のひとつである HCN 生成のための原料であり、これらの結果は氷天体がアブレーションを起しながら大気圏突入することにより、生命前駆物質 HCN が生成されることを示唆している。

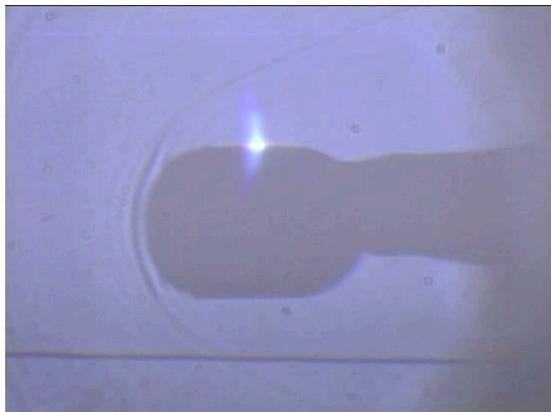


図 1 アーク放電中のシュリーレン写真

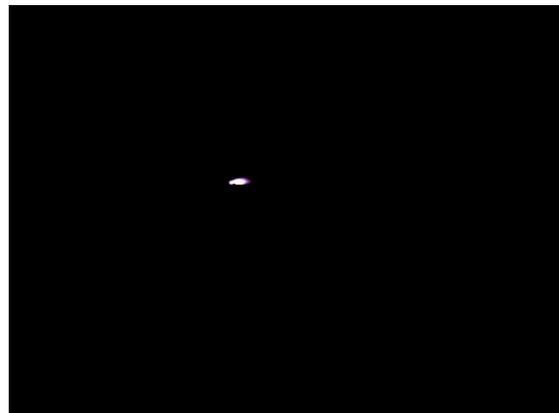


図 2 バンドパスフィルターによる CN 生成の観測

参考文献

1. Suzuki, K. and Watanabe, Y., “Wind Tunnel and CFD Studies on Production of Prebiotic Materials in Hypersonic Flow around Extraterrestrial Entry Object,” 5th Symposium on Integrating CFD and Experiments in Aerodynamics, JAXA Chofu Aerospace Center, Tokyo, Japan, Oct. 2012.
2. Suzuki, K. and Watanabe, Y., “Study on Chemical Factory in Hypersonic Wind Tunnel Flow Using Ablation and Electric Discharge,” 44th AIAA Thermophysics Conference, San Diego, June 2013. (発表予定)