

## 大気圏突入氷天体まわりの現象とプラズマ放電を用いた化学反応流の模擬

鈴木宏二郎（東大新領域）、渡辺保真（東大院）、奥抜竹雄（東大工学系）

実験期間：平成 23 年 9 月 30 日～10 月 3 日，10 月 28 日，平成 24 年 2 月 13 日ほか

大気は地表から宇宙に向かって開かれた唯一の窓であり，宇宙からの地球外物質飛来の際，大気圏突入の空力加熱環境が大きな影響を及ぼしたものと考えられる．また，突入天体周りの高温衝撃層流れは，新しい物質を地上および大気に供給する化学反応炉の役割を果たしていた可能性もある．本研究では，彗星の核などの主成分であり，突入天体物質として最も典型的な氷を対象として各種極超音速風洞実験を行った．供試体である氷塊は直径 15mm のアクリル球のまわりに型を用いて球状に作られており，その初期直径は 40mm である．アクリル球はベークライト棒で断熱されつつ風洞測定部のスティングに装着される．図 1 は，氷塊の付いた支持棒を，ベアリングを介して風洞のスティングに装着し，ロール軸まわりにスピンできるようにした時の結果である ( $P_0=950\text{kPa}$ ,  $T_0=640\text{-}700\text{K}$ )．アブレーションによる形状変化が進むにつれスピンの始まり，30sec 後には 30Hz 以上の高速回転に達した．この結果は，実際の隕石の大気圏突入飛行においても同様なスピンの起きていることを示唆するものであり，その原因はアブレーションによる形状変形の不均一性から来る空力モーメントであると考えられる．

本風洞の  $T_0$  は最大でも 1000K 程度であり，衝撃層内での化学反応を励起するには十分ではない．そこで，供試体に電極を埋め込みプラズマ放電を起こすことでエネルギーを注入して化学反応を起こすことを試みた．そのテストケースとして平板に電極を設置した実験を行った．平板上にあらかじめ氷を張ったキャビティを置くことで，そこからのアブレーションガスを原料とする化学反応を極超音速風洞内で観察する．図 2 はナローバンドパスフィルターを介した高速ビデオ画像の一例である．波長は  $382\pm 2\text{nm}$  であり，この中に CN の発光帯が含まれている．ここで C は平板の材料であるベークライトまたは大気中の  $\text{CO}_2$  から，N は大気から供給されたと思われる．CN は生命前駆物質として重要視されている HCN 生成に大きく関与している化学種であり，今後，本手法を改良して，氷天体まわりの極超音速化学反応流の模擬実験を行っていく予定である．

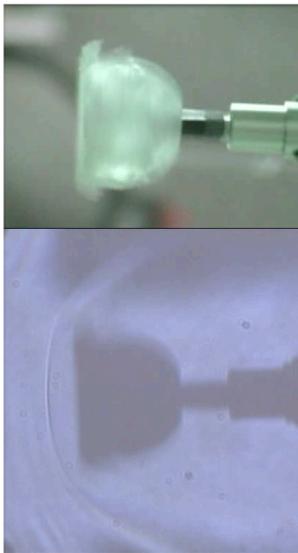


図 1 スピンする氷塊の観察



図 2 放電による衝撃層内化学反応の模擬

### 参考文献

- [1] Suzuki, K., Imamura, O. and Okunuki, T. “Visualization of Ablation And Spallation of Icy Object In Hypersonic Flow at Mach Number 7,” ASV11-15-05, 11th Asian Symposium on Visualization, Niigata, June 2011.
- [2] 鈴木宏二郎，渡辺保真，“大気圏突入氷天体アブレーションガスの化学反応に関する放電を利用した極超音速風洞実験，” 日本地球惑星科学連合 2012 年大会，PPS21-23，幕張メッセ，2012 年 5 月．