

## 氷天体の極超音速空力特性とアブレーションに関する研究

鈴木宏二郎（東大新領域）、今村宰（東大新領域）、奥抜竹雄（東大工学系）

実験期間：平成23年1月13日、1月27日

航空宇宙工学でロケットや高速航空機の研究開発に用いられている極超音速風洞は、隕石などの大気圏突入天体まわりの気流を模擬する装置としても有用である。本研究では、大気圏に突入する氷天体を想定して、直径15mmの亚克力球または発泡アルミ材製の球を核として作られた初期直径40mmの氷を実験に用いた。氷球は断熱材（ベークライト棒）を介して測定室内のスティングに固定される。図は模型投入後、約25秒間気流に置いた時のスナップショットである。撮影には高速ビデオ（200コマ/sec）を用いた。T0は800～920K、P0は約14kPaであり、このときよどみ点加熱率は約 $100\text{kW/m}^2$ 程度と推算される。よどみ点領域では空力加熱が厳しいため、氷が熔融および昇華を起こして表面が後退している。よどみ点領域で生成された液体の水および水蒸気は下流に流され、肩の部分での気流急膨張に伴う冷却によって再凝結を起こす。再凝結による霜柱状の氷は重なり合いながら半径方向に生長し、帽子のつばのような形状を作っている。この画像では、霜柱状突起の先端から氷が微小片となって飛び出していくスポレーションが捉えられている（図中、後流側でスティングの上下に見られる白い線状の痕跡）。この場合、軌跡の長さから射出直後の粒子速度は数m/sのオーダーであることがわかる。このようなスポレーションは肩部にできる氷柱層が十分発達してから、主にその先端で頻繁に発生している。このことは、大気圏突入氷天体の飛行中における質量損失原因として、空力加熱による表面での蒸発だけでなく、融解や蒸発した水が肩部で再凝結した氷柱が部分的に破碎して飛散するプロセスも重要であることを示している。隕石の場合においても、同様なメカニズムで微小スポレーション粒子が後流に放出され、大気中に飛散していくものと予想される。



図1 極超音速気流中の氷塊からウェイクに放出されるスポレーション粒子の軌跡

### 参考文献

1. 鈴木宏二郎, 今村 宰, 奥抜竹雄, “氷天体大気圏突入を模擬した極超音速風洞実験でのスポレーション観察,” 日本地球惑星科学連合2011, 幕張メッセ, 2011年5月. (発表予定)
2. Suzuki, K., Imamura, O. and Okunuki, T., “Visualization of Ablation and Spallation of Icy Object in Hypersonic Flow at Mach Number 7,” 11th Asian Symposium on Visualization, Niigata, June 2011. (発表予定)