

仮想スパイク(DEAS)に関する極超音速風洞実験

丹羽史章 (帝京大学大学院), 櫻井鷹哉 (帝京大学理工学部), 久保田弘敏 (帝京大学理工学部)

実験期間: 平成22年9月13日から9月17日

将来の宇宙輸送システムであるスペースプレーン (完全再使用型宇宙往還機) は、航空機のように地上から出発し、宇宙空間で活動した後、地上に帰還する。スペースプレーンは超高速で飛行するため、過酷な空力加熱を受け、その熱防御が必要であるが、同時に上昇時の大きな空力抵抗を軽減する必要がある。その観点から、本研究では特に空力抵抗の軽減を目的として、物体前方にレーザーで誘起された熱源を起し、仮想のエアロスパイクをつくるという Directed Energy Air Spike (DEAS) の概念を適用し、種々の問題や空力抵抗に対しての効果を検証する。前年度は、軸力、垂直力、横力、縦揺れモーメント、横揺れモーメント、偏揺れモーメントの6つの特性量を計測したが、各空力特性については有意な測定値は得られなかった。そこで本年度は流れの可視化に専念した。

直径 40[mm]の半球物体の実験模型を使用し、レーザー誘起によって仮想スパイクとなる熱源 (プラズマ) を実験模型の前方に生成し、ハイスピードカメラを用いたシュリーレン法による流れの可視化を計7回行った。

図1はマッハ数7の極超音速気流のシュリーレン写真であるが、ここでは熱源の生成、つまりレーザーブレイクダウンの発生が確認できなかった。原因として考えられることは、測定部内部は約 200 [Pa]まで減圧されており、空気の絶縁破壊によるブレイクダウンが起きにくくなったこと、およびレーザー照射経路に3枚の反射ミラーを使用したことである。後者については、前年度の実験ではブレイクダウンは常に確認できたことからレーザーエネルギーの損失に由来すると推測される。図2は風洞を運転しない大気中での模型まわりの雰囲気気の可視化写真であり、この場合はレーザーブレイクダウンの発生が確認でき、40万コマ/秒の撮影速度でプラズマから伝播していく衝撃波の様子を十分に捉える事ができた。今後の課題は、極超音速気流中でレーザーブレイクダウンの発生を確認するため、減圧状態でのレーザーブレイクダウンのエネルギー閾値を調べること、および光学系によるエネルギー損失を減少させることである。この課題が解決できれば、所期の目的の実現は大いに可能であると考えられる。

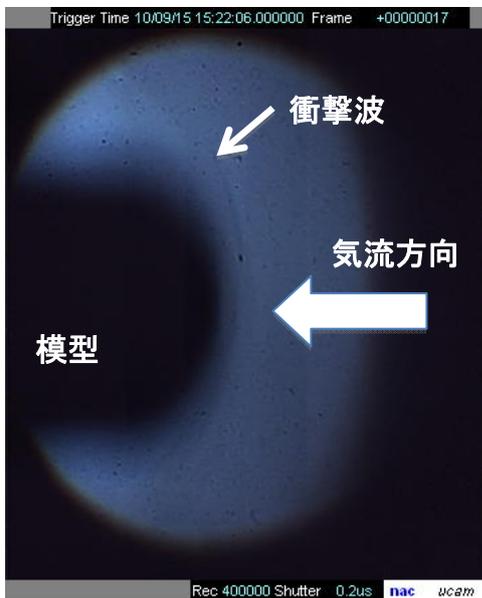


図1. 模型まわりの気流の可視化

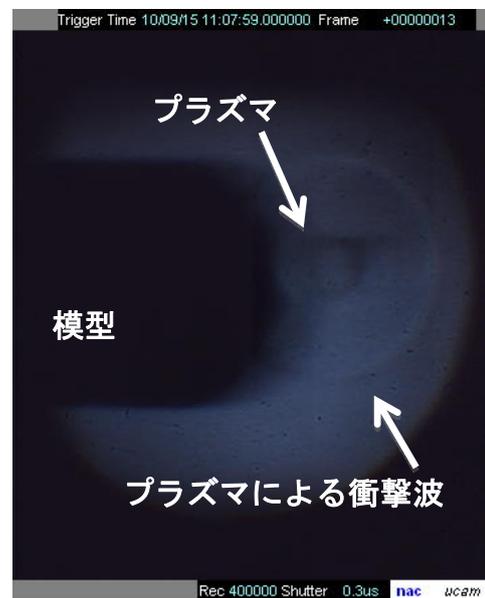


図2. 気流のない場合の模型まわりの雰囲気気の可視化

参考文献

1. 丹羽史彰: Directed Energy Air Spike に関する極超音速風洞実験、帝京大学理工学部 2009 年度卒業論文、2010 年.
2. 櫻井鷹哉: 仮想スパイク (DEAS) に関する極超音速風洞実験、帝京大学理工学部 2010 年度卒業論文、2011 年.
3. 丹羽史彰, 櫻井鷹哉, 久保田弘敏: 仮想エアロスパイク (DAES) を用いた極超音速風洞実験、第 5 回ハイパーソニックフォーラム、2011 年.